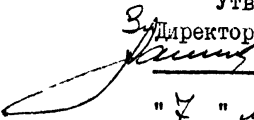


Министерство строительства предприятий  
нефтяной и газовой промышленности

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В Н И И С Т

Утверждаю

З.  директор института

/А.М. Зиневич/

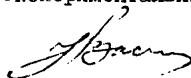
" 7 " мая 1985 г.

РУКОВОДСТВО

по определению оптимального графика передислокации  
строительно-монтажных подразделений при сооружении  
магистральных трубопроводов (с применением ЭВМ)

P 582-85

Зав. Отделом подготовки и проведения  
экспериментальных работ



Н.П. Васильев

Москва 1985

В настоящем Руководстве дается описание методики составления оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений по объектам строительства при сооружении магистральных и промышленных трубопроводов. Предлагаемая методика составления оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений типа комплексных технологических потоков (КТП) апробирована при строительстве газопроводов Уренгой-Ужгород, Уренгой-Центр.

Руководство предназначено для работников производственно-распорядительных, планово-экономических служб организаций, осуществляющих строительство линейной части магистральных и промышленных трубопроводов в различных природно-климатических зонах.

Руководство разработали: Н.П.Васильев, Г.А.Горохова (ВНИИСТ); В.Г.Карнов, В.А.Фомин, О.Е.Ратушный (Уфимский нефтяной институт); Р.М.Шакиров, Н.Ф.Щепин (Главвостоктрубопроводстрой).

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Руководство по определению оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений при сооружении магистральных трубопроводов (с применением ЭВМ)	P582-85
		Впервые

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Руководство распространяется на организацию строительства линейной части магистральных трубопроводов при подземной и наземной прокладке в различных природно-климатических зонах.

1.2. Определение графика передислокаций строительно-монтажных подразделений входит в единую систему подготовки капитального строительства (ЕСПКС) на стадии подготовки строительного производства.

1.3. Целью определения оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений является повышение эффективности строительства трубопроводов за счет сокращения потерь от нахождения средств в незавершенном строительстве производстве (НСП). Уменьшение потерь от нахождения средств строительно-монтажных организаций в НСП приводит к более рациональному использованию капитальных вложений, способствует ритмичной сдаче товарной строительной продукции, повышает эффективность строительного производства.

Внесено ВНИИСТом, отделом экспериментальных работ	Утверждено ВНИИСТом 7 мая 1985 г.	Срок введения в действие с 1 апреля 1986 г.
---	--------------------------------------	--

1.4. В результате решения задачи составляется график передислокаций строительно-монтажных подразделений (КТП или укрупненных бригад), который включает в себя номера соседних пунктов передислокаций КТП и сумму затрат на их перемещение. Кроме того по результатам решения определяются народнохозяйственные потери от нахождения средств в незавершенном строительном производстве, которые включают в себя средний объем НСП, нахождение средств в НСП по отдельным трубопроводам на конец каждого квартала.

## 2. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАФИКА ПЕРЕДИСЛОКАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ СООРУЖЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

2.1. В качестве исходных данных для решения задачи определения оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений принимают: объемы работ (в натуральных - км и стоимостных - тыс.руб. измерителях); интенсивность выполнения линейных работ, км/смену; директивные сроки выполнения работ; расстояния передислокаций строительно-монтажных подразделений, км; значения объема и длительности отвлечения средств в НСП в зависимости от интенсивности выполнения строительно-монтажных работ, млн.руб./год; дата начала образования технологического задела.

2.2. Целевая функция задачи составления оптимальных передислокаций строительно-монтажных подразделений может быть представлена в следующем виде

$$R = E_n \sum_m \int_0^{D_{em}} h_m(t) dt + \sum_i \sum_j \sum_j P_{eij} \cdot S_{eij} \rightarrow \min, \quad (I)$$

где  $m$  - номера объектов строительства (групп участков трубопроводов, полная сметная стоимость строительно-монтажных работ по сооружению которых представляет собой

- $L_j$  - товарную строительную продукцию);  
 $L_{ij}$  - соседние пункты передислокации  $\ell$ -того строи-  
 тельно-монтажного подразделения;  
 $Dom$  - дата окончания строительства объекта  $m$  (в рабо-  
 чих днях от начала планового периода);  
 $E_H$  - нормативный коэффициент сравнительной эффектив-  
 ности капитальных вложений в строительстве;  
 $P_{eij}$  - средние затраты на передислокацию  $\ell$ -того КТП  
 из пункта  $i$  в пункт  $j$ , тыс.руб.;  
 $t$  - текущий момент времени (определяется в рабочих  
 днях от начала планового периода);  
 $\delta_{eij} \begin{cases} 1 & \text{— признак перемещения КТП (в случае } \delta_{eij} = 1 \text{ комп-} \\ & \text{лексный технологический поток } \ell \text{ перемещается из} \\ 0 & i \text{ в } j, \text{ в противном случае } \delta_{eij} = 0). \end{cases}$

2.3. Первое ограничение:

- $$L \leq \sum_{\ell} [(Dom^* - \sum_i \sum_j B_{eij} \cdot \delta_{eij}) \cdot y_{\ell}] + \sum_m h_{om} + \sum_m h_m(Dom), \quad (2)$$
 где  
 $B_{eij}$  - среднее время на передислокацию  $\ell$ -того КТП из  
 пункта  $i$  в пункт  $j$ , дн.;  
 $y_{\ell}$  - интенсивность выполнения строительно-монтажных  
 работ, км/смену;  
 $L$  - величина товарной строительной продукции в пла-  
 новом периоде, млн.руб.;  
 $h_{m(2..n)}$  - ожидаемая величина объема НСП на конец планового  
 периода, млн.руб.;  
 $Dom^*$  - максимальное значение из всех  $Dom$ ;  
 $h_{om}$  - ожидаемый объем НСП на  $m$ -ом объекте на на-  
 чало планового периода, млн.руб.

Это ограничение представляет собой основное условие получения товарной строительной продукции в плановом периоде, т.е. равенство между планируемыми объемами выполнения работ на объектах и возмож-

ностей их осуществления имеющимися производственными мощностями в данной организации. При этом время строительства находится в зависимости от времени перебазировок строительно-монтажных подразделений.

2.4. Второе ограничение:

$$C_m \leq \sum_{\ell} \sum_i \sum_j U_{\ell} (D_{0j} - D_{0i} - B_{\ell ij}) \cdot S_{\ell ij}, \quad (3)$$

где  $C_m$  - объем работ по объекту  $m$ , км.

В данном ограничении формализуется требование необходимости выполнения работ на  $m$ -ом объекте в заданные сроки.

2.5. Третье ограничение:

$$D_{0j} - D_{0i} \geq (B_{\ell ij}) \cdot T_j^{\ell}, \quad (4)$$

где  $T_j^{\ell}$  - минимальное значение времени целесообразной работы  $\ell$ -того КТП на  $j$ -том объекте строительства (определяется исходя из условий строительства на данном трубопроводе), дн.;

$D_{0j}$  и  $D_{0i}$  - количество рабочих дней с начала планового периода до срока окончания работ на объектах  $j$  и  $i$ , дн.

Это ограничение показывает целесообразность работы  $\ell$ -того КТП на  $j$ -ом объекте строительства.

### 3. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАФИКА ПЕРЕДИСЛОКАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ СООРУЖЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

3.1. Наиболее распространенным в настоящее время способом решения задач календарного планирования является метод последовательного перебора всех возможных вариантов решения. Однако, простой перебор возможных вариантов невозможен из-за большой размерности

задачи. Для уменьшения числа рассматриваемых вариантов решения задачи вновь начинаемые объекты могут быть распределены между специализированными строительно-монтажными подразделениями по признаку "ожидаемой интенсивности освоения объемов" ( $\varphi_m^t$ ). "Ожидаемая интенсивность освоения объемов" характеризует приоритет объекта строительства с точки зрения очередности выполнения строительно-монтажных работ и определяется отношением оставшегося к выполнению объема работ ( $\Delta C_m$ ) на данном  $m$ -ом объекте к оставшемуся времени до директивного срока окончания строительства ( $\Delta t$ ) данного объекта линейной части магистрального трубопровода

$$\varphi_m^t = \frac{\Delta C_m}{\Delta t} = \frac{C_m - h_m(t)}{D_{om} - t}, \quad (6)$$

где  $\varphi_m^t$  — "ожидаемая интенсивность освоения объемов" на  $m$ -ом объекте в момент времени  $t$  планового периода.

3.2. Решение задачи определения оптимальных передислокаций строительно-монтажных подразделений начинается с составления матрицы "состояния работ", которая показывает, на какой стадии строительства находятся объекты на начало планового периода (см. приложение 1). Матрица трехмерная (номера бригад, номера участков, плановый период времени). Каждая ячейка матрицы может принимать три состояния:

- 1) участок не принят к строительству (состояние ячейки "0");
- 2) участок строится (состояние ячейки "-I");
- 3) участок сдан заказчику (состояние ячейки "I").

При выполнении работ на объектах состояние ячеек матрицы изменяется в зависимости от результатов решения матрицы "перемещения". Таким образом с помощью матрицы "состояния работ" в любой момент времени можно проследить ход выполнения строительно-монтажных работ на объектах строительства.

3.3. Для построения перспективного плана перемещения КТП предусмотрено использование матрицы "перемещения" (табл. I). Матрица двумерная. Размерность матрицы зависит от числа сочетаний КТП и объектов строительства. По столбцам матрицы записываются номера объектов, не законченных строительством, расположенные с порядком убывания по признаку "ожидаемой интенсивности освоения объемов". Строки матрицы соответствуют номерам КТП. Причем учитываются все возможные парные сочетания КТП, что является одной из отличительных особенностей рассматриваемого алгоритма.

3.4. Решение матрицы "перемещения" начинается с выбора объекта строительства с наибольшей "ожидаемой интенсивностью освоения объемов". Предположительно "направляем" на данный объект строительства, соответствующий первой строке матрицы, все возможные сочетания КТП, расположенные по столбцам матрицы "перемещения", с учетом сроков освобождения с законченных строительством объектов. Таким образом, в каждой ячейке матрицы записываются значения объема и длительности отвлечения средств в НСП с учетом затрат на перебазировки КТП. Однако, не все ячейки матрицы могут быть заполнены значениями объема и длительности отвлечения средств в НСП. При условии невыполнения одного из ограничений в ячейке матрицы записывается значение "-". Строки матрицы заполняются слева направо.

3.5. После заполнения ячеек матрицы "перемещения" значениями объема и длительности отвлечения средств в НСП производим рассмотрение целесообразных вариантов решений. Рассмотрение вариантов решений осуществляется по методу "ветвей и границ".

Для нахождения оптимального решения всей задачи необходимо сохранить все возможные варианты (ветви) перемещений КТП. Наилучший вариант перемещения КТП находится по минимальному значению целевой функции. Знаком "ж" показано закрепление строительно-монтаж-



Таблица I

Общий вид расчетной матрицы для определения  
передислокации строительно-монтажных подразделений

Код и наименование объекта (трубопровода)	м	"Ожидаемая" интенсивность освоения объема работ, км/смену $\varphi_m^t$	Линейный объем работ на участке, км $C_m$	Директивный срок окончания строительства, $D_{om}$	Объем и длительность отвлечения средств в незавершенное строительное производство							
					наименование сочетаний и интенсивность работы КТП							
					I	2	...	e	I + 2	I + 3	...	I + e
					$Y_1$	$Y_2$	...	$Y_e$	$Y_1 + Y_2$	$Y_1 + Y_3$	...	$Y_1 + Y_e$
I		2	3	4	5	6						
I		$\varphi_1^t = \varphi_{max}$	$C_1$	$D_{o1}$	$H_{11}$	$H_{12}$	...	$H_{1e}$				$H_{1(1+e)}$
2		$\varphi_2^t$	$C_2$	$D_{o2}$	$H_{21}$	$H_{22}$	...	$H_{2e}$				$H_{2(1+e)}$
3		$\varphi_3^t$	$C_3$	$D_{o3}$	$H_{31}$	$H_{32}$	...	$H_{3e}$				$H_{3(1+e)}$
...		...	...	...	...	...	...	...				...
...		...	...	...	...	...	...	...				...
...		...	...	...	...	...	...	...				...
m		$\varphi_m^t = \varphi_{min}$	$C_m$	$D_{om}$	$H_{m1}$	$H_{m2}$	...	$H_{me}$	$H_{m(1+2)}$	$H_{m(1+3)}$	...	$H_{m(1+e)}$

ного подразделения за данным объектом строительства.

Характерной особенностью построения матрицы "перемещения" является порядок построения от верхней строки к нижней (от верхнего уровня к нижнему), что объясняется предпочтительным временем начала строительства одного объекта перед другим.

3.6. По результатам решения матрицы "перемещения" составляется график передислокаций с учетом затрат на перебазировку строительномонтажных подразделений, а также производится определение народнохозяйственных потерь от нахождения средств в незавершенном строительном производстве (приложение 1).

3.7 Расчет оптимальной последовательности строительства участков линейной части трубопроводов в зависимости от сезона строительства осуществляется по специальной методике определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов (см.раздел 4)

#### 4. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ

4.1. Задача определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов формулируется следующим образом: требуется найти такую последовательность (очередность) выполнения строительномонтажных работ на захватках участка строительства трубопровода с учетом сезона их выполнения, которая обеспечивает экстремальное значение целевой функции при соблюдении заданных ограничений.

4.2. Выбор критерия оптимальности задачи зависит от конкретных условий строительства. В данном случае в качестве критерия оптимальности принимается сокращение сроков строительства трубопроводов.

4.3. Для решения задачи определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов с учетом сезона выполне-

ния работ по критерию минимума времени строительства необходимы следующие исходные данные: характеристика трубопровода (диаметр; коэффициенты изменения трудоемкости на отдельных захватках; интенсивность выполнения строительно-монтажных работ; затраты на вдольтрассовые перебазировки подразделений; нормативная продолжительность строительства рассматриваемого участка трубопровода.

4.4. Целевая функция задачи определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов может быть представлена в следующем виде:

$$Z = \sum_i \sum_j (c_{ij}^K \cdot \delta_{ij} + T_{ij} \cdot \delta_{ij}) \rightarrow \min, \quad (6)$$

$i$  - последовательность строительства захваток ( $i = 1, 2, \dots, m$ );

$j$  - последовательность строительства захваток ( $j = 1, 2, \dots, m$ ), которые могут быть построены последовательно за захватками  $i$ , при этом  $i$  и  $j$  представляют собой одну группу захваток, относящихся к рассматриваемому участку строительства трубопровода и образуют парное последовательное сочетание;

$T_{ij}$  - продолжительность передислокации строительно-монтажных подразделений между захватками  $i$  и  $j$ ;

$c_{ij}^K$  - продолжительность строительства парных последовательных сочетаний  $i$ -ой захватки, строящейся последовательно за  $j$ -той захваткой в рассматриваемый сезон  $K$ ;

$\delta_{ij}$  - признак парного сочетания последовательного выполнения работ на захватках  $i$  и  $j$ .  $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если} \\ 0, & \text{если не образуется парное сочетание} \end{cases}$

$K = \begin{cases} 1, & \text{если захватка} \\ 0, & \text{строится в летний сезон} \end{cases}$  - признак сезона строительства:  $K = 1$ , если захватка строится в летний сезон и  $K = 0$ , если захватка строится в зимний сезон.

#### 4.5. Ограничения:

Первое - условие последовательного строительства парных сочетаний захваток  $i$  и  $j$ :

$$\begin{cases} \sum_j \delta_{ij} = I, (i = 1, 2, \dots, m), \delta_{ij} \geq 0 \\ \sum_i \delta_{ij} = I, (j = 1, 2, \dots, m), \delta_{ij} \geq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Второе - общая продолжительность строительства участка трубопровода не должна превышать нормативной продолжительности ( $T^H$ ):

$$T^K \leq T^H \quad (8)$$

4.6. Для решения задачи определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов предлагается следующая последовательность расчета:

- а) определение длительности строительства (с учетом времени перебазировки строительно-монтажных подразделений) всех возможных сочетаний захваток, входящих в состав участка строительства, с помощью одной из моделей организации строительства;
- б) составление матриц времени строительства парных сочетаний захваток для различных сезонов;
- в) преобразование матриц времени строительства таким образом, чтобы в каждой строке и столбце образовались нулевые элементы;
- г) ветвление и отсеивание вариантов по правилам решения задач методом "ветвей и границ" с учетом календарного времени;
- д) выбор варианта решений, удовлетворяющего целевой функции задачи.

4.7. Алгоритм решения задачи определения оптимальной последовательности строительства изображен графически в виде блок-схемы (рис.1). Блок-схема алгоритма состоит из 15 блоков. В блоке 2 исходные данные преобразуются в удобный для дальнейших операций вид. Начиная с блока 3 в ходе решения осуществляется программный цикл по времени строительства. В зависимости от сезона строительства (блок 4) происходит обращение к одной из матриц времени и затрат.

Блок-схема алгоритма определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов

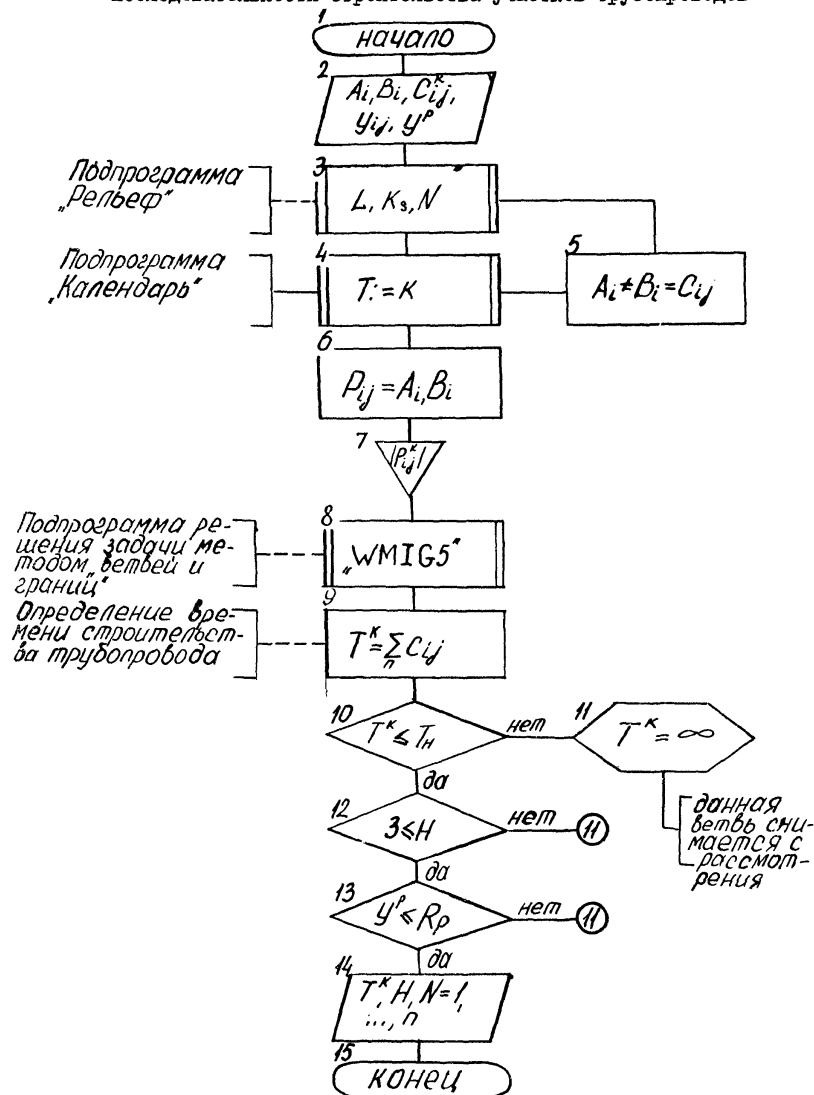


Рис. I

В блоке 8 осуществляется конструирование вариантов организации строительства.

Время строительства участка трассы трубопровода  $T^k$ , соответствующее каждой "ветви" решения определяет блок 9. Блоки 10-13 реализуют описанные выше ограничения задачи. По принятой на основании целевой функции ветви решения в блоке 14 составляется календарный план строительства участка трубопровода с учетом сезона начала выполнения строительно-монтажных работ. В блоке 3 определяются границы характерных захваток.

4.8. При календарном планировании строительства участка трубопровода с учетом сезонности выполнения работ необходимо выделение характерных захваток в его пределах, отличающихся условиями производства строительно-монтажных работ. Необходимость определения характерных захваток заложена прежде всего в условиях решения задачи определения оптимальных календарных периодов. Наиболее важным свойством, характеризующим сложность выполнения строительно-монтажных работ на захватке, является экстремальное значение трудоемкости выполнения линейных работ, причем изменяющейся в зависимости от сезона строительства.

4.9. Деление участка строительства трубопровода на характерные захватки производится путем сравнения значений относительных коэффициентов изменения трудоемкости ( $K_s = \frac{1}{\alpha_t}$ ).

Для определения значения относительного коэффициента изменения трудоемкости на характерной захватке предлагается вычислить его как среднее значение суммы относительных коэффициентов изменения трудоемкости отдельных километров трассы трубопровода, составляющих данную характерную захватку:

$$K_{Sn} = \frac{\sum_n K_s}{n} \quad (9)$$

При расчете коэффициентов изменения трудоемкости работ для характерной захватки учитываются все коэффициенты, усложняющие производство работ, при этом они перемножаются.

4.10. Определение границы каждой характерной захватки начинается с определения начальной точки отсчета. Обычно начальной точкой отсчета принимают границу участка строительства. В процессе расчета границ характерных захваток точка отсчета изменяется по мере определения границ последующих характерных захваток.

Сущность выделения границ характерных захваток состоит в сравнении двух экстремальных значений относительных коэффициентов изменения трудоемкости по верхней и нижней границе по отношению к среднему значению (табл.2).

Приведем последовательность определения границ характерных захваток участка строительства трубопроводов:

- а) расчет значений относительных коэффициентов изменения трудоемкости для рассматриваемого трубопровода;
- б) выбор и ранжирование (сравнение) экстремальных оценок, соответствующих границам характерных захваток;
- в) определение верхней и нижней границы характерной захватки, а также последующей точки отсчета.

4.11. Программа и пример расчета задачи определения оптимальной последовательности строительства трубопроводов представлена в приложении 2 .

Таблица 2

Ранжирование значений коэффициентов  
относительного изменения трудоемкости  
работ по верхней и нижней границе

Коэфф. относит. изменения трудо- емкости по ниж- ней границе	Коэффициент от- носит. изменения трудоемкости по верхней границе	Коэффициент от- носит. изменения трудоемкости по нижней границе	Коэфф. относитель- ного изменения трудоемкости по верхней границе
1	2	1	2
0,1	1	0,33	0,77
0,11	0,99	0,34	0,76
0,12	0,98	0,35	0,75
0,13	0,97	0,36	0,74
0,14	0,96	0,37	0,73
0,15	0,95	0,38	0,72
0,16	0,94	0,39	0,71
0,17	0,93	0,40	0,70
0,18	0,92	0,41	0,69
0,19	0,91	0,42	0,68
0,20	0,90	0,43	0,67
0,21	0,89	0,44	0,66
0,22	0,88	0,45	0,65
0,23	0,87	0,46	0,64
0,24	0,86	0,47	0,63
0,25	0,85	0,48	0,62
0,26	0,84	0,49	0,61
0,27	0,83	0,50	0,60
0,28	0,82	0,51	0,59
0,29	0,81	0,52	0,58
0,30	0,80	0,53	0,57
0,31	0,79	0,54	0,58
0,32	0,78	0,55	0,55



## ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ГРАФИКА  
ПЕРЕДИСЛОКАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ  
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ СООРУЖЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ

Исходные данные для расчета

1. Количество объектов строительства линейной части магистральных трубопроводов - 14.
2. Директивные сроки окончания строительства объектов и объемы строительно-монтажных работ представлены в табл. I.

Таблица I.

Директивные сроки окончания строительства  
и объемы строительно-монтажных работ по  
вновь начинаемым объектам (трубопроводам)

Наименование трубопровода	Директивный срок окончания строитель- ства	Объем строительно- монтажных работ, млн. руб.
1	08.86	42,618
2	01.87	16,644
3	05.87	7,342
4	07.87	69,137
5	01.88	7,342
6	01.88	6,171
7	01.88	6,039
8	05.88	79,516
Всего по тресту		234,810

Примечание. Объекты (трубопроводы) 1, 4, 7 состоят из трех участков объектных потоков.

3. Нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений в строительстве - 0,15.
4. Географическое расположение вновь начинаемых объектов в плановом периоде дано в табл. 2.

Таблица 2.

Географическое расположение вновь начинаемых  
объектов строительства в плановом периоде

Код объекта строительст- ва	Ближайшая станция железной дороги	Наименование населенного пункта
5	Можга, Горьковская ж/д	Можга, УдАССР
1	Юски, Горьковская ж/д	Пугачево, УдАССР
2	Кизнер, Горьковская ж/д	Кизнер, УдАССР
3	Сайгатка, Горьковская ж/д	Октябрьский, Пермск. обл.
4	Заинск, Куйбышевская ж/д	Заинск, ТАССР
6	Тундуш, Южно-Уральская ж/д	Куваши, Челябинская обл.
7	Вья, Свердловская ж/д	Вья, Свердловская обл.

5. Расчет затрат на передислокацию строительно-монтажных подразделений выполнен по методике, изложенной в "Руководстве по определению оптимального числа линейных объектных строительных потоков при сооружении магистральных трубопроводов в обводненной и заболоченной местности (с применением ЭВМ)" Р 421-81.

Результаты расчетов времени и затрат на передислокацию строительно-монтажных подразделений (типа комплексно-технологический поток) сведены в табл.3.

6. Продолжительности выполнения строительно-монтажных работ на объектах для различных сочетаний строительно-монтажных подразделений, определяемые по программе расчета временных параметров основных линейных строительных процессов, приведены в табл.4.

7. Плановый объем товарной строительной продукции в рассматриваемом периоде - 234,810 млн.р.

8. Количество строительно-монтажных подразделений (типа КТП) - 3.

9. Минимальное значение времени работы строительно-монтажного

Таблица 3.

Затраты и время на передислокацию строительно-монтажных подразделений по вновь начинаемым объектам строительства (с учетом времени свертывания и развертывания потоков)

тыс. руб.  
сутки

Код объ- ек- тов стро- итель- ства	Код объектов передислокации														
	I.I	I.2	I.3	2.I	3.I	4.I	4.2	4.3	5.I	6.I	7.I	8.I	8.2	8.3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I.I	-	139,24	117,94	139,81	139,24	139,24	9,15	139,24	9,15	150,83	139,17	128,12	9,15	139,24	
	-	19	16	21	19	19	14	19	14	20	17	18	14	19	
I.2	139,24	-	5,59	161,34	5,59	5,59	139,24	5,35	139,24	183,46	106,33	117,24	139,24	5,59	
	12	-	10	24	10	10	19	10	19	25	16	18	19	10	
I.3	117,94	5,59	-	128,50	6,07	6,07	117,94	5,59	117,94	128,50	150,50	117,87	117,94	6,07	
	16	10	-	17	11	11	16	10	10	18	22	18	10	11	
2.I	139,81	161,34	128,50	-	128,50	128,50	139,81	161,34	139,81	161,51	172,36	106,90	139,81	128,50	
	21	24	17	-	17	17	21	24	21	22	24	17	21	17	
3.I	95,40	5,59	6,90	128,50	-	6,90	95,40	5,59	95,40	128,50	150,50	117,87	95,40	6,90	
	15	10	11	17	-	11	15	10	15	18	22	18	15	11	
4.I	117,94	5,59	6,07	128,50	6,07	-	95,40	9,59	95,40	128,50	150,50	117,87	95,40	6,90	
	16	10	11	17	11	-	15	10	15	18	22	18	15	11	

Продолжение табл.3.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4.2	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19	<u>117.94</u> 16	<u>39.81</u> 21	<u>39.24</u> 19	<u>39.24</u> 19	-	<u>39.24</u> 19	<u>9.15</u> 14	<u>150.83</u> 20	<u>139.17</u> 17	<u>128.12</u> 18	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19
4.3	<u>139.24</u> 19	<u>5.35</u> 10	<u>5.59</u> 10	<u>161.34</u> 24	<u>5.59</u> 10	<u>5.59</u> 10	<u>139.24</u> 19	-	<u>139.24</u> 19	<u>183.46</u> 25	<u>106.33</u> 16	<u>117.24</u> 18	<u>139.24</u> 19	<u>5.59</u> 10
5.1	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19	<u>117.94</u> 10	<u>139.81</u> 21	<u>139.24</u> 19	<u>139.24</u> 19	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19	-	<u>150.83</u> 20	<u>139.17</u> 17	<u>128.12</u> 18	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19
6.1	<u>150.83</u> 20	<u>183.46</u> 25	<u>128.50</u> 18	<u>161.51</u> 22	<u>128.50</u> 18	<u>128.50</u> 18	<u>150.83</u> 20	<u>180.46</u> 25	<u>150.83</u> 20	-	<u>172.15</u> 22	<u>161.06</u> 21	<u>150.83</u> 20	<u>128.50</u> 18
7.1	<u>139.17</u> 17	<u>106.33</u> 16	<u>150.60</u> 22	<u>172.36</u> 24	<u>150.50</u> 22	<u>150.50</u> 22	<u>139.17</u> 17	<u>106.33</u> 16	<u>139.17</u> 17	<u>172.15</u> 22	-	<u>150.03</u> 18	<u>139.17</u> 17	<u>150.50</u> 22
8.1	<u>128.12</u> 18	<u>117.24</u> 18	<u>117.87</u> 18	<u>106.90</u> 17	<u>117.87</u> 18	<u>117.87</u> 18	<u>128.12</u> 18	<u>117.24</u> 18	<u>128.12</u> 18	<u>161.08</u> 21	<u>150.03</u> 18	-	<u>128.12</u> 18	<u>117.87</u> 18
8.2	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19	<u>117.94</u> 16	<u>139.81</u> 21	<u>139.24</u> 19	<u>139.24</u> 19	<u>9.15</u> 14	<u>139.24</u> 19	<u>9.15</u> 14	<u>150.83</u> 20	<u>139.17</u> 17	<u>128.12</u> 18	-	<u>139.24</u> 19
8.3	<u>117.94</u> 16	<u>5.59</u> 10	<u>6.07</u> 11	<u>128.50</u> 17	<u>6.07</u> 11	<u>6.07</u> 11	<u>117.94</u> 10	<u>5.59</u> 10	<u>117.94</u> 10	<u>128.50</u> 18	<u>150.50</u> 22	<u>117.87</u> 18	<u>117.94</u> 10	-

Примечания: 1. В коде объектов строительства первая цифра обозначает номер трубопровода, вторая - порядковый номер участка, второго трубопровода.

2. Участки 1.1, 4.1, 7.1; 1.2, 4.2 и 7.2; 1.3, 4.3 и 7.5 расположены параллельно в одном энергетическом коридоре на расстоянии 25 м

Таблица 4.

Продолжительность строительства участков трубопроводов  
для различных сочетаний строительно-монтажных подразделений

Код объектов строительст- ва	Линейный объем работ, км	Продолжительность строительства для различных сочетаний строительно-монтажных подразделений (мес.)					
		I КТП	II КТП	III КТП	I КТП + II КТП	I КТП + III КТП	II КТП + III К
I.1	66	6,24	9,9I	12,20	3,83	4,13	5,47
I.2	36	3,4I	5,4I	6,65	2,09	2,25	2,98
I.3	25,6	2,40	3,82	4,7I	I,47	I,58	2,10
2.I	(83 + 32)	4,73	7,5I	9,24	2,90	3,13	4,14
3.I	26,6	2,52	3,99	4,92	I,54	I,66	2,20
4.I	126	II,92	18,92	23,29	7,3I	7,88	10,44
4.2	50	2,42	3,84	4,73	I,49	I,60	2,12
4.3	3I	2,93	4,65	5,73	I,80	I,94	2,57
5.I	26,6	2,54	4,0I	4,94	I,56	I,68	2,22
6.I	66	6,22	9,89	12,18	3,8I	4,1I	5,45
7.I	33	3,12	4,95	6,10	I,92	2,07	2,73
8.I	126	II,92	18,92	23,29	7,3I	7,88	10,44
8.2	50	2,42	3,84	4,73	I,49	I,60	2,12
8.3	80	2,84	4,50	5,56	I,74	I,86	2,49

подразделения на объекте - 38 сут.

Ю. Время начала планового периода - 01.10.85.

II. Условия оптимального функционирования специализированных потоков при строительстве линейной части магистральных трубопроводов приведены в табл.5.

И2. Место начальной дислокации строительно-монтажных подразделений:

I КТП - Москово, БАССР; II КТП - Кормовице, Пермская обл.;

III КТП - Москово, БАССР.

Решение задачи начинается с составления матрицы передислокаций строительно-монтажных подразделений (табл.6. ). Вновь начинаемые объекты строительства располагаются в матрице в порядке убывания согласно значений "ожидаемой интенсивности освоения объемов", которая рассчитывается по формуле (6) Руководства.

Определение оптимального графика передислокаций с помощью этой матрицы начинается с первой строки, соответствующей наибольшему значению "ожидаемой интенсивности освоения объемов" ( $0,413 \frac{\text{км}}{\text{смену}}$ ). Условно направляем на данный объект строительства все возможные сочетания строительно-монтажных подразделений. В ячейках матрицы, соответствующих первому объекту, приведены значения (15,75 млн.р. х год, 9,53 млн.р. х год, 10,33 млн.р. х год, 13,75 млн.р. х год), рассчитанные с помощью табл.4.

В колонках 6 и 7 матрицы передислокаций II и III строительно-монтажного подразделения значения объема и длительности отвлечения средств в НСП не показаны ввиду явного невыполнения ограничения (3) экономико-математической модели (ЭММ) задачи. Для сочетания I + II строительно-монтажного подразделения не выполняется ограничение (4) ЭММ. При расчете объема и длительности отвлечения средств в НСП для сочетания II + III строительно-монтажного подразделения не выполняется ограничение (5) ЭММ.

Следовательно, из всех допустимых решений задачи по первой

Т а б л и ц а 5.

Условия оптимального функционирования специализированных потоков при строительстве линейной части магистральных трубопроводов

Взаимосвязанные этапы строительного производства		Единица измерения	Условия оптимальности ТЗ - Ik			
предшествующие	последующие		формальные	численные для местности		
I	2	3	4	5	6	7
Поворотная сварка труб в секции	Вывозка трубных секций	км	$Q_{итп}^{нов} - Q_{итп} \geq Q_{пт}^3$	$\geq 30$	$\geq 20$	$\geq 15$
Расчистка и планировка трассы	Вывозка трубных секций	км	$Q_{итп}^P - Q_{итп}^B \geq Q_{итп}^3$	$\geq 25$	$\geq 15$	$\geq 10$
Вывозка трубных секций	Потолочная сварка трубных секций в "нитку"	км	$Q_{итп} - Q_{ктп}^{св} \geq Q_o^3$	$\geq 15$	$\geq 10$	$\geq 10$
Потолочная сварка трубных секций в "нитку"	Изоляционно-укладочные работы	км	$Q_{ктп}^{св} - Q_{ктп}^{из} \geq Q_{сн}^3$	$\geq 8$	$\geq 5$	$\geq 5$
Основные линейные работы	Строительство инженерно-технологических объектов (ИТО)	сут.	$\begin{cases} \sum_{i=1}^N t_{i,итп}^0 \leq T_{ктп} \\ \sum_{i=1}^N t_i^0 \leq t_{ктп} \end{cases}$	0	0	0
Основные линейные работы	Очистка полости, испытание и сдача трубопровода в эксплуатацию	сут.	$T_{итп}^{зав} - T_{ктп} \leq 3_{изп}^{зав}$	$\leq 60$	$\leq 60$	$\leq 60$

Примечания: 1. Данные в табл. получены для работы специализированных потоков в благоприятные для строительства периоды времени в одном сезоне

2.  $Q_{итп}^{нов}$  - объем поворотной сварки труб в секции;  $Q_{втп}$  - объем вывозки трубных секций на трассу;  $Q_{пт}^3$  - объем ТЗ по поворотной сварке;  $Q_{втп}^p$  - объем расчистки;  $Q_{втп}^3$  - объем ТЗ по расчистке трассы;  $T_{ктп}$  - время завершения работы КТП;  $t_i$  - время сооружения  $i$ -го ИТО в основном периоде;  $t_{ктп}$  - время необходимое КТП для завершения линейных работ у  $i$ -го ИТО.



Таблица 6.

Расчетная матрица передислокаций строительно-монтажных подразделений в плановом периоде

млн.руб. x год

Код объектов строительства	Директивный срок окончания строительства	Объем линейных работ, км	"Ожидаемая" интенсивность освоения объемов СМР, км/смену	Объем и длительность отвлечения средств в НСП						
				Наименование сочетаний строительно-монтажных подразделений						
				I КТП	II КТП	III КТП	I КТП + II КТП	I КТП + III КТП	II КТП + III КТП	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
I.1	06.86	66	0,413	15,75*	-	-	9,53	10,33	13,75	
I.2	08.86	36	0,225	-	3,76*	4,59	-	-	2,08	
I.3	08.86	25,6	0,166	-	1,42	1,71*	-	-	0,71	
2.1	01.87	(83 + 32)	0,141	1,62	2,55*	3,16	-	-	-	
3.1	05.87	26,6	0,078	-	1,47	1,81*	-	-	-	
4.1	07.87	12,6	0,332	20,91*	-	-	12,8	13,8	-	
4.2	07.87	50	0,132	-	5,21	4,14	-	-	2,79*	
4.3	07.87	31	0,081	-	1,98*	2,46	-	-	-	
5.1	01.88	26,6	0,055	-	1,54	1,87*	-	-	-	
6.1	01.88	66	0,038	-	0,695*	0,82	-	-	-	
7.1	01.88	33	0,033	-	0,55	0,69*	-	-	-	
8.1	05.88	126	0,217	-	-	-	15,5*	16,2	21,3	
8.2	05.88	50	0,086	-	-	-	2,39*	-	-	
8.3	05.88	30	0,052	-	-	4,48*	-	-	-	

строке выбирается значение 15 млн.р. х год, что соответствует закреплению первого строительно-монтажного подразделения за объектом 1.1. Одновременно данная передислокация фиксируется в матрице состояния работ. Расчетная матрица состояния работ по состоянию на октябрь 1986 года представлена в табл.7. В матрице показано, что объекты 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 3.1 построены, т.к. в каждой строке, соответствующей данным объектам, записаны по одной 1. Объекты 4.1 и 4.2 находятся в стадии строительства, т.к. в строках, соответствующих данным объектам записаны значения - 1. Строительство остальных объектов не начато. Кроме того, в матрице показано, каким из строительно-монтажных подразделений осуществляются строительно-монтажные работы.

Переход к ячейке матрицы передислокаций на следующую строку при расчете продолжительности строительства производится с учетом времени передислокаций строительно-монтажных подразделений. Расчет величины целевой функции (I) ЭММ осуществляется с учетом затрат на передислокацию строительно-монтажных подразделений табл.3. При определении объема и длительности отвлечения средств в НСП для строительно-монтажных подразделений в расчет принимается суммарное значение интенсивности выполнения строительно-монтажных работ.

Решение задачи определения оптимального графика передислокаций заканчивается, когда в матрице состояния работ в каждой строке будет хотя бы один ненулевой элемент, т.е. строительство данного объекта может быть осуществлено как минимум одним строительно-монтажным подразделением.

Результаты расчета оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений и народнохозяйственных потерь от нахождения средств в незавершенном строительном производстве представлены в табл.8. и 9.

Таблица 7.

Расчетная матрица "состояния работ" для трех строительно-монтажных подразделений по состоянию на октябрь 1986 г.

Код объектов строительства	Срок начала строительства объекта	Срок окончания строительства объекта	Код и наименование сочетаний строительно-монтажных подразделений								
			I КТП	II КТП	III КТП	I КТП + II КТП	II КТП + III КТП	III КТП + I КТП	I КТП + II КТП + III КТП		
			1	2	3	4	5	6			
1.1	01.10.85	03.03.86	I	-	-	-	-	-			
1.2	01.10.85	27.02.86	-	I	-	-	-	-			
1.3	01.10.85	03.02.86	-	-	I	-	-	-			
2.1	19.03.86	27.12.86	-	I	-	-	-	-			
3.1	26.02.86	17.08.86	-	-	I	-	-	-			
4.1	24.03.86	-	-I	0	0	0	0	0			
4.2	10.09.86	-	0	-I	-I	0	0	0			
4.3	-	-	0	0	0	0	0	0			
5.1	-	-	0	0	0	0	0	0			
6.1	-	-	0	0	0	0	0	0			
7.1	-	-	0	0	0	0	0	0			
8.1	-	-	0	0	0	0	0	0			
8.2	-	-	0	0	0	0	0	0			
8.3	-	-	0	0	0	0	0	0			

Таблица 8.

Оптимальный график передислокации строительных-монтажных подразделений в плановом периоде

Номер строи- тельно-мон- тажного под- разделения	Даты начала и окончания перевозок	Номера соседних пунктов передислока- ций и затраты на их перемещение, тыс.руб.	Всего за- трат на пе- редислока- ции, тыс.руб
I	! 0* - 1.1 ! 13.09.85 ! 1.1 - 4.1 ! 04.03.86 ! — ! — ! — ! — ! — ! — ! 4.1 - 8.1 ! 08.04.87 ! 6.1 - 8.2 ! 12.03.88 !	! 14.3.78 ! 31.09.85 ! 12.8.12 ! 23.03.89 ! — ! — ! — ! — ! — ! — ! — ! 12.8.12 ! 26.04.87 ! 10.04 ! 27.03.88 !	410,06
2	! 0 - 1.2 ! 16.09.85 ! 1.2 - 2.1 ! 28.02.86 ! 2.1 - 4.2 ! 28.12.86 ! 4.2 - 4.3 ! 12.02.87 ! 4.3 - 6.1 ! 01.07.87 ! 6.1 - 8.1 ! 04.01.88 ! 8.1 - 8.2 ! 04.03.88 !	! 156.90 ! 30.09.85 ! 16.1.34 ! 18.03.86 ! 139.81 ! 21.01.87 ! 137.24 ! 23.02.87 ! 183.46 ! 28.07.87 ! 161.08 ! 20.01.88 ! 161.08 ! 27.03.88 !	1080,91
3	! 0 - 1.3 ! 12.09.85 ! 1.3 - 3.1 ! 04.02.86 ! 3.1 - 4.2 ! 18.08.86 ! 4.2 - 5.1 ! 12.02.87 ! 5.1 - 7.1 ! 15.08.87 ! — ! — ! 7.1 - 8.2 ! 06.04.88 !	! 116.21 ! 30.09.85 ! 8.62 ! 25.02.86 ! 117.94 ! 09.09.86 ! 9.15 ! 28.02.87 ! 139.17 ! 30.08.87 ! — ! — ! 150.50 ! 23.04.88 !	692,29
Итого по тресту			2183,26

Примечание. В каждом элементе таблицы представлена следующая информация: сверху слева - номера объектов передислокации, слева внизу - затраты на передислокацию, справа сверху - дата начала, а внизу - окончания передислокации.

Таблица 9.

Определение народнохозяйственных потерь от  
нахождения средств в незавершенном строительном  
производстве

Код объектов! Строительства	Объем НСП в плановом периоде на конец кварталов												Нахождение! средств в НСП, млн. руб.х год	Н/х потери! от пребыва- ния средстве в НСП, млн. руб.	
	1986 г.				1987 г.										1988 г.
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I						
I.1	30,66	38,03											15,75	2,36	
I.2	13,94												3,76	0,56	
I.3	6,52												1,71	0,26	
2.1	8,37												2,55	0,38	
3.1		1,54	7,07										1,81	0,27	
4.1			10,84	18,56	31,77	39,44							20,91	3,14	
4.2				7,35									2,79	0,42	
4.3					3,89	9,00							1,98	0,30	
5.1					3,67	8,16							1,87	0,28	
6.1							5,50						0,705	0,11	
7.1							5,10						0,69	0,10	
8.1							16,15	40,18					15,50	2,88	
8.2									8,70				2,39	0,36	
8.3								4,34	10,67				4,48	0,67	
	59,49	39,57	17,91	25,91	39,33	56,60	26,75	44,47	19,37				76,89	11,54	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРОГРАММА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПЕРИОДОВ  
СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ  
ТРУБОПРОВОДОВ

Руководство программиста

I. Назначение и условия применения программы

1. Программа предназначена для численного решения задачи определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов.

2. Для эксплуатации программы необходимы следующие ресурсы ЭВМ:

транслятор с алгоритмического языка ФОРТРАН-IV (версия V.M 2.2);

библиотека стандартных программ;

вводные устройства с перфокарт;

АППУ;

устройства внешней памяти (магнитный диск или лента), причем скорость обмена с этими устройствами незначительна.

3. В зависимости от исходных данных время счета от 15 мин. до 4 часов (при расчетах на ЭВМ IO22).

II. Характеристика программы

4. Программа осуществляет выбор оптимальной последовательности строительства захваток на участке магистрального трубопровода с выбором благоприятных периодов производства строительно-монтажных работ.

Количество участков строительства - 10, количество строительных сезонов - 4.

5. Программа составлена на алгоритмическом языке ФОРТРАН-IV и состоит из:

главной программы;  
подпрограммы "WMI65";  
подпрограммы "Рельеф";  
подпрограммы "Календарь".

Ввод исходных данных осуществляется с перфокарт.

Режимы работы ЭВМ определяются исходными данными. Объем программы 137 операторов языка ФОРТРАН-IV.

### III. Обращение к программе и сообщения

6. Обращение к программе осуществляется с помощью средств ДЭС ЕС.

7. В ходе расчетов предусмотрен вывод на печать промежуточных данных с помощью операторов `PRINT 104, RA`, `PRINT 102`, `(Kс(I), I=1, KL)`, `PRINT 104, RA`, `PRINT 100, M1`.

### IV. Входные и выходные данные

8. Входные данные вводятся в ЭВМ с помощью операторов в количестве 9 операторов. При расчетах различных вариантов задач большая часть исходных данных не изменяется.

Первый оператор `READ` служит для ввода следующих величин:

`KL` - количество участков строительства трубопроводов;  
`KG` - количество рабочих дней в году;  
`KD` - число рабочих дней с начала года.

`READ 100, KL, KG, KD`

Второй оператор служит для ввода значения нормативного коэффициента сравнительной эффективности капитальных вложений  
`EN`

`READ 101, EN`

Третий оператор служит для ввода значений количества рабочих дней в каждом календарном месяце  $MAP(N)$

$READ\ 102, (MAP(N), N = 1, 12)$

затем следует оператор

$READ\ 104, (FN(I), I = 1, KL)$

который служит для ввода значений объемов работ для участков строительства.

Следующий оператор ввода:

$READ\ 106, ((T(I, J), J = 1, 2), I = 1, KL)$

вводит в ЭЕМ значения интенсивности выполнения линейных работ в зависимости от сезона строительства

Операторы

$READ\ 104, (C1(I), I = 1, KL)$

$READ\ 104, ((C(I, J), J = 1, 2), I = 1, KL)$

осуществляют ввод в ЭЕМ значений описанных в Руководстве ограничений.

Восьмой оператор ввода

$READ\ 104, (((OG(L, I, J), I = 1, KL), L = 1, KL), J = 1, 2)$

реализует ввод в ЭЕМ значений матрицы затрат на перебазировку строительно-монтажных подразделений.

Последний девятый оператор ввода

$READ\ 103, (((OT(L, I, J), I = 1, KL), L = 1, KL), J = 1, 2)$

осуществляет ввод значений матрицы времени перебазировки строительно-монтажных подразделений.

В ы х о д н а я    и н ф о р м а ц и я

Выходная информация выводится на печать с помощью одиннадцати операторов  $PRINT$ , которые сведены в таблицу I.



Таблица I.

Наименование оператора по формату	Назначение оператора	Размерность величин
I. PRINT 104, RA	Приведенные затраты на строительство участка трубопровода с учетом затрат на перебазировку	тыс.руб.
2. PRINT 102, (KC(I), I=1, KL)	Оптимальная последовательность строительства участка трубопровода по критерию, минимизирующему время строительства	ед.
3. PRINT 100, M1	Продолжительность строительства участка трубопровода по оптимальному варианту	дн.
4. PRINT 200, PB, RA	Приведенные затраты на строительство участка трубопровода по оптимальному варианту, минимизирующему время строительства	тыс.руб.
5. PRINT 102, (KP(I), I=1, KL)	Оптимальная последовательность строительства участка трубопровода по критерию, минимизирующему приведенные затраты	ед.
6. PRINT 200, RA	То же, что и оператор 4	тыс.руб.
7. PRINT 100, M1, M8	Продолжительность строительства по различным критериям оценки организации строительства	дн.
8. PRINT 160, M1	Минимальный срок строительства	дн.
9. PRINT 156, (FN(I), I=1, KL)	Объемы работ по характерным участкам	км
10. PRINT 155, K6, KD, KL	Директивный срок строительства	дн.
	Число рабочих дней с начала года	дн.
	Количество характерных участков	ед.
II. PRINT 150, (KP(I), I=1, KL), (KC(I), I=1, KL)	Последовательность строительства участков магистрального трубопровода по критерию: минимум приведенных затрат максимального времени строительства	тыс.руб. дн.

## 5. Проведение расчетов

С в е д е н и я   о б   о п е р а т о р а х   в в о д а

10. Размерность массивов зависит от количества характерных участков и сезонов строительства. Программа позволяет производить расчеты при количестве характерных участков до 20.

Программа содержит различные форматы, поэтому необходимо соблюдать соответствие расположения перфокарт ввода.

О п и с а н и е   н о с и т е л е й   и с х о д н ы х   д а н н ы х

11. В качестве носителей исходных данных используются стандартные 80-колоновые перфокарты. Распечатка исходных данных приводится в программе.

П о р я д о к   с б о р а   п е р ф о к а р т

12. Перфокарты собираются в соответствии с правилами ДОС ЕС и языка программирования ФОРТРАН-IV следующим образом:

```
// OPTION LINK, LIST

// EXEC FFORTRAN
{ Текст программы
  / *
  // EXEC LINKED
  // EXEC
  { Исходные данные
    / *
    //
```

Перфокарты с исходными данными собираются в порядке расположения операторов READ .

## Текст программы

```

// JOB SIBIRIA ФОМИН В.А
OPTION LINK,LIST
// EXEC FORTRAN
      DIMENSION KN(20),MAP(20),FP(20),FN(20),
      *KC(20),KP(20),
      *OT(10,10,2),C(20,2),T(20,2),C1(20),OG(10,10,2)
113 FORMAT(4I4,F8.1,2I5)
156 FORMAT(40X,36НОВЫЕ РАБОТЫ ПО ХАРАКТЕРНЫМ УЧАСТКАМ//
      *50X,3F6.1)
160 FORMAT(40X,32НМИНИМАЛЬНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА ,14,4ДНЕЙ)
155 FORMAT(40X,32НДИРЕКТИВНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА ,13,4ДНЕЙ//
      *40X,34НЧИСЛО РАБОЧИХ ДНЕЙ С НАЧАЛА ГОДА ,13,4ДНЕЙ//
      *40X,33НКОЛИЧЕСТВО ХАРАКТЕРНЫХ УЧАСТКОВ ,13)
200 FORMAT(F8.1)
106 FORMAT(8F6.3)
104 FORMAT(8F6.1)
103 FORMAT(8F3.0)
102 FORMAT(12I2)
105 FORMAT(5I4)
110 FORMAT(4I4)
C      КДО-ЧИСЛО РАБОЧИХ ДНЕЙ С НАЧАЛА ОТСЧЕТА
      READ 100,KL,K6,KD
101 FORMAT(F4.2)
      READ 101,EN
      READ 102,(MAP(N),N=1,12)
      READ 104,(FN(I),I=1,KL)
      READ 106,((T(I,J),J=1,2),I=1,KL)
      READ 104,(C1(I),I=1,KL)
      READ 104,((C(I,J),J=1,2),I=1,KL)
      READ 104,((OG(I,J),I=1,KL),L=1,KL),J=1,2)
      READ 103,((OT(I,J),I=1,KL),L=1,KL),J=1,2)
      M1=40000
      RA=40000
      R=40000
C      K-ЧИСЛО ПЕРЕСТАНОВОК
      NG=0
C      KL-КОЛИЧЕСТВО УЧАСТКОВ
      LPR=0
      KNB=0
      DO 3 I=1,12
93      KNB=KNB+MAP(I)
2      K=1
      DO 10 M=1,KL
3      K=K+M
C      10 CONTINUE
      ЗАДАЕМ НАЧАЛЬНЫЙ ПОРЯДОК
      MK=KL-1
      DO 9 I=1,KL
      KN(I)=1
9      CONTINUE
      P1=0
      M3=0
      KDR=KD
      GO TO 52
61      K=K-1
      P1=0
      M3=0
      KDR=KD
C      IF(K)>60,60,92
      ОПРЕДЕЛЯЕМ ОБРЫВАЮЩЕЕ ЧИСЛО
92      DO 8 LPR=1,MK
      LR=MK+1-LP
      IF(KN(LR)-KN(LR+1))1,1,8
C      1      МР=KN(LR)
      КР=LR
      GO TO 50
8      CONTINUE
C      ОПРЕДЕЛЯЕМ НАИМЕНЬШЕЕ,ПРЕВОСХОДЯЩЕЕ ОБРЫВАЮЩЕЕ
50      I=1
      GO TO 23
123      I=I+1
23      DO 124 K=K,KL
      IF(KN(N)-MP-I)12,13,12
15      GO TO 22
12      CONTINUE
      GO TO 123
C      ЗАПИСЫВАЕМ В ОБРЫВАЮЩЕЕ ЧИСЛО НАИМЕНЬШЕЕ ПРЕВОСХ.
22      KN(KF)=KN(N)
      KN(N)=MP
C      РАССТАВЛЯЕМ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОРЯДКЕ ВОЗРАСТАНИЯ
      MF=KF+1
      MO=KL

```

```

KN(KL+1)=1000
51 MOL=0
DO 24 J=MF,MO
IF(KN(J+1)-KN(J))26,26,27
26 R=KN(J)
KN(J)=KN(J+1)
KN(J+1)=R
MOL=MOL+1
GO TO 24
27 CONTINUE
24 CONTINUE
IF(MOL)52,52,51
52 IA=0
ОПРЕДЕЛЯЕМ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ НА КАЖДОМ УЧАСТКЕ
НР=ДЛИНА УЧАСТКА*ОБЪЕМ ЛИНЕЙНЫХ РАБОТ
ОПРЕДЕЛЯЕМ МЕСЯЦ НАЧАЛА РАБОТ-N
NAP(N)=КОЛИЧЕСТВО РАБОЧИХ ДНЕЙ В ДАННОМ МЕСЯЦЕ
DO 28 I=1,KL
IA=0
DO 30 N=1,12
IA=NAP(N)+IA
IF(KOR-IA)37,37,30
37 M4=N
GO TO 137
30 CONTINUE
C ОПРЕДЕЛЯЕМ ЛЕТНИХ И ЗИМНИХ УСЛОВИЯ
137 IF(M4-5)40,39,39
39 IF(M4-12)42,40,40
40 M2=2
GO TO 44
42 M2=1
C C C C C
M2=ЛЕТНИЕ И ЗИМНИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ УЧАСТКОВ
OG=ЗАТРАТЫ ПЕРЕБАЗИРОВКИ
OT=ВРЕМЯ ПЕРЕБАЗИРОВКИ
44 KA=KN(I)
FP(KA)=FN(KA)/T(KA,M2)
FN=ОБЪЕМ, T=ТЕМПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАБОТ
IF(I-1)70,70,71
71 KAP=KN(I-1)
FP(KA)=FP(KA)+OT(KAP,KA,M2)
70 IF(KDR-156)65,65,66
66 KDR=KDR-156
65 M3=FP(KA)+M3
KDR=FP(KA)+KDR
IF(K6-M3)11,46,46
46 P=C(KA,M2)
C РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ
P1=P+P1
IF(I-1)28,28,73
73 P1=P1+OG(KAP,KA,M2)
28 CONTINUE
P1=P1+EN*14.18*M3
IF(P1-PA)47,47,77
47 RA=P1
M8=M3
DO 75 L=1,KL
75 KP(L)=KA(L)
77 IF(M3-M1)74,74,11
74 M1=M3
PB=P1
DO 76 L=1,KL
76 KC(L)=KA(L)
11 CONTINUE
GO TO 61
60 PRINT 104, RA
PRINT 102, (KC(I), I=1, KL)
PRINT 100, M1
PRINT 200, PB, RA
PRINT 102, (KP(I), I=1, KL)
PRINT 200, RA
PRINT 100, M1, M8
PRINT 130, M1
PRINT 156, (FN(I), I=1, KL)
PRINT 155, K6, K0, KL
PRINT 150, (KP(I), I=1, KL), (KC(I), I=1, KL)
150 FORMAT(/,10X,32Последовательность строительства,
*48НУЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА ПО КРИТЕРИЮ//
*60X,26МИНИМУМ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ,8I6,//
*30X,34МИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРОИТЕЛЬСТВА,8I6)

```



Вывод результатов расчета контрольного примера на печать:

минимальный срок строительства - 137 дней

объемы работ по характерным участкам - 5,5 2,5 9,4 15,4 9,0  
8,1 4,0 9,3

директивный срок строительства - 156 дней

число рабочих дней с начала года - 15 дней

количество характерных участков - 8

последовательность строительства участков трубопровод. по

критерию минимум приведенных затрат 5 6 7 8 4 3 2 1

минимального времени строительства 8 7 6 5 4 3 2 1