Министерство строительства предприятий
нефтяной и газовой промышленности

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В Н И И С Т

Утверждаю
Директор института
_____/А.М.Зиневич/
"7" мая 1985 г.

Р У К О В О Д С Т В О

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

Р 582-85

Зав.Отделом подготовки и проведения
экспериментальных работ
Н.П.Васильев

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643.002.2

В настоящем Руководстве дается описание методики составления оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений по объектам строительства при сооружении магистральных и промысловых 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 промысловых трубопроводов в различных природно-климатических зонах.

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

С Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1985 г.

Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности	Руководство по определению оптимального графика передислокаций строительно-монтажных подразделений при сооружении магистральных трубопроводов (с применением ЭВМ)	Р582-85 Впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

I.2. Определение графика передислокаций строительно-монтажных подразделений входит в единую систему подготовки капитального строительства (ЕСПКС) на стадии подготовки строительного производства.

I.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.

I.4. В результате решения задачи составляются 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.I. В качестве исходных данных для решения задачи определения оптимального графика передисдокаций 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

$$R = E_н \sum_m \int_0^{Dom} h_m(t)dt + \sum_e \sum_i \sum_j P_{eij} \cdot S_{eij} \rightarrow min \,, \qquad (I)$$

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

товарную строительную продукцию);

i, j – соседние пункты передислокации ℓ-того строительно-монтажного подразделения;

$\mathcal{D}_{om}$ – дата окончания строительства объекта m (в рабочих днях от начала планового периода);

E_H – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений в строительстве;

$P_{\ell ij}$ – средние затраты на передислокацию ℓ-того КТП из пункта i в пункт j, тыс.руб.;

t – текущий момент времени (определяется в рабочих днях от начала планового периода);

$\delta_{\ell ij}$ { I – признак перемещения КТП (в случае $\delta_{\ell ij}$ = I комплексный технологический поток ℓ перемещается из i в j, в противном случае $\delta_{\ell ij}$ = 0).
0

2.3. Первое ограничение:

$$L \le \sum_{\ell} \left[\left(\mathcal{D}^{*}_{om} - \sum_{i} \sum_{j} B_{\ell ij} \cdot \delta_{\ell ij} \right) \cdot y_{\ell} \right] + \sum_{m} h_{om} + \sum_{m} h_{m}(\mathcal{D}_{om}) , \quad (2)$$

где $B_{\ell ij}$ – среднее время на передислокацию ℓ-того КТП из пункта i в пункт j, дн.;

y_{ℓ} – интенсивность выполнения строительно-монтажных работ, км/смену;

L – величина товарной строительной продукции в плановом периоде, млн.руб.;

$h_{m(\mathcal{D}_{om})}$ – ожидаемая величина объема НСП на конец планового периода, млн.руб.;

$\mathcal{D}^{*}_{om}$ – максимальное значение из всех $\mathcal{D}_{om}$;

h_{om} – ожидаемый объем НСП на m-ом объекте на начало 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-

ностью 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:

$$C_m \leq \sum_{\ell} \sum_{i} \sum_{j} y_{\ell} (D_{oj} - D_{oi} - B_{\ell ij}) \cdot \delta_{\ell ij} , \qquad (3)$$

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:

$$D_{oj} - D_{oi} \geq (B_{\ell ij}) \cdot T_j^{\ell} , \qquad (4)$$

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

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

Это ограничение показывает целесообразность работы ℓ-того КТП на j-ом объекте строительства.

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

3.I. 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" (φ_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 (ΔC_m) на данном m -ом объекте к оставшемуся времени до директивного срока окончания строительства (Δt) данного объекта линейной части магистрального трубопровода

$$\varphi_m^t = \frac{\Delta C_m}{\Delta t} = \frac{C_m - h_{m(t)}}{\mathcal{D}_{om} - t}, \qquad (6)$$

где φ_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:

I) 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 двухмерная. Размерность матрицы зависит от числа сочетаний КТП и объектов строительства. По столбцам матрицы записываются номера объектов, не законченных строительством, расположенные с порядке 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 передислокаций строительно-монтажных подразделений

Код и наименование объекта (трубопровода) m	"Ожидаемая" интенсивность освоения объемов СМР, км/смену φ_m^t	Линейный объем работ на объекте, км c_m	Директивный срок окончания строительства $\mathcal{D}_{om}$	Объем и длительность отвлечения средств в незавершенное строительное производство наименование сочетаний и интенсивность работы КТП								
				I	2	...	ℓ	I + 2	I + 3	...	I + ℓ	
				y_1	y_2	...	y_ℓ	y_1+y_2	y_1+y_3	...	y_1+y_ℓ	
I	2	3	4	5	6							
I	$\varphi_1^t = \varphi_{max}$	C_1	$\mathcal{D}_{o1}$	H_{11}	H_{12}	...	$H_{1\ell}$				$H_{1(1+\ell)}$	
2	φ_2^t	C_2	$\mathcal{D}_{o2}$	H_{21}	H_{22}	...	$H_{2\ell}$				$H_{2(1+\ell)}$	
3	φ_3^t	C_3	$\mathcal{D}_{o3}$	H_{31}	H_{32}	...	$H_{3\ell}$				$H_{3(1+\ell)}$	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
m	$\varphi_m^t = \varphi_{min}$	C_m	$\mathcal{D}_{om}$	H_{m1}	H_{m2}	...	$H_{m\ell}$	$H_{m(1+2)}$	$H_{m(1+3)}$	...	$H_{m(1+\ell)}$	

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 строительно-монтажных 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.I. Задача определения оптимальной последовательности строительства участков трубопроводов формулируется следующим образом: требуется найти такую последовательность (очередность) выполнения строительно-монтажных 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; интенсивност 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:

$$Z = \sum_{i} \sum_{j} \left(C_{ij}^{K} \cdot \delta_{ij} + T_{ij} \cdot \delta_{ij} \right) \rightarrow min \ , \qquad (6)$$

i – последовательность строительства захваток (i = I, 2,.. m);

j – последовательность строительства захваток (j = I,2,..., 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 ;

δ_{ij} – признак парного сочетания последовательного выполнения работ на захватках i и j , $\delta_{ij} \begin{cases} I \\ 0 \end{cases}$ δ_{ij} = I, если образуется парное сочетание и δ_{ij} = 0, если не образуется парное сочетание;

$K = \begin{cases} I \\ 0 \end{cases}$ – признак сезона строительства: K = I, 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:

$$\begin{cases} \sum_{j} \cdot \delta_{ij} = 1, \ (\ i = 1, 2, \ldots, m\ ), \ \delta_{ij} \geq 0 \\ \sum_{i} \cdot \delta_{ij} = 1, \ (\ j = 1, 2, \ldots, m\ ), \ \delta_{ij} \geq 0 \end{cases} \qquad (7)$$

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

$$T^{к} \leq T^{н} \qquad (8)$$

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

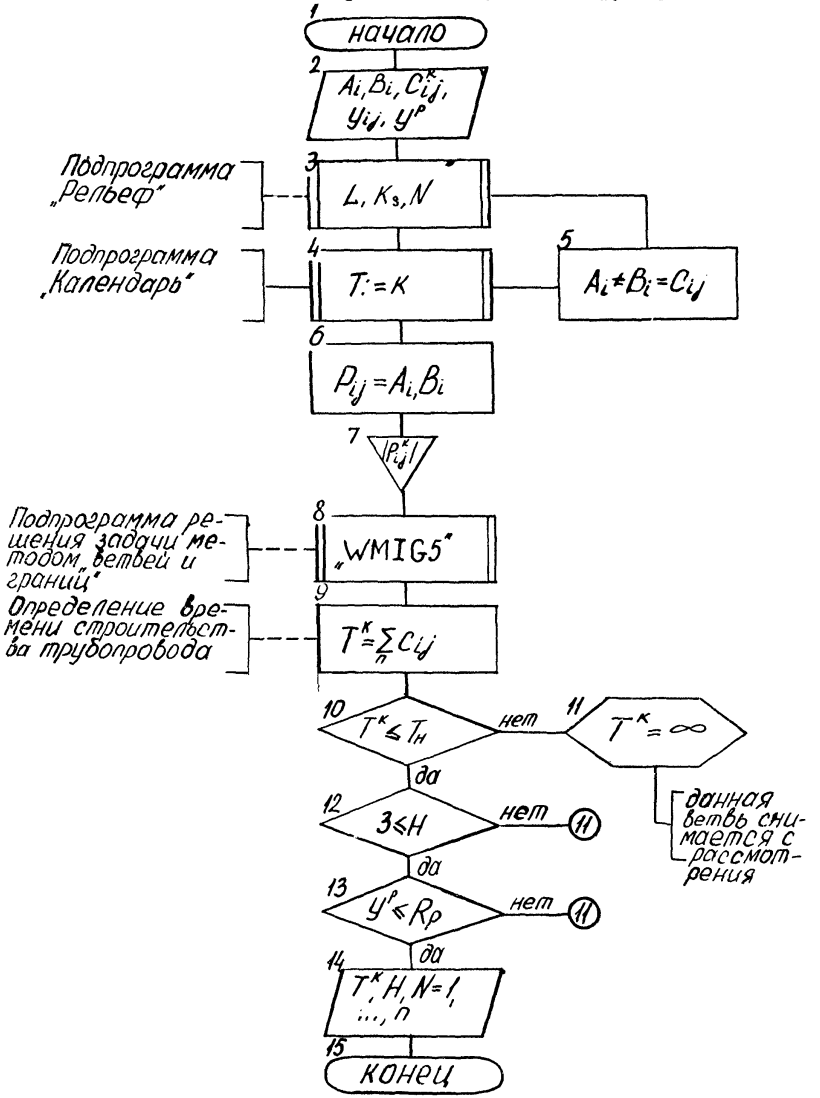

Рис. I

В блоке 8 осуществляется конструирование вариантов организации строительства.

Время строительства участка трассы трубопровода $T^{к}$, 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 ($K_S = \frac{1}{\alpha_s}$).

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:

$$K_{Sn} = \frac{\sum_{n} K_S}{n} \qquad (9)$$

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 последующий точки отсчета.

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

Таблица 2

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

Коэфф.относит. изменения трудоемкости по нижней границе	Коэффициент относит.изменения трудоемкости по верхней границе	Коэффициент относит.изменения трудоемкости по нижней границе	Коэфф.относительного изменения трудоемкости по верхней границе
I	2	I	2
0,I	I	0,33	0,77
0,II	0,99	0,34	0,76
0,I2	0,98	0,35	0,75
0,I3	0,97	0,36	0,74
0,I4	0,96	0,37	0,73
0,I5	0,95	0,38	0,72
0,I6	0,94	0,39	0,7I
0,I7	0,93	0,40	0,70
0,I8	0,92	0,4I	0,69
0,I9	0,9I	0,42	0,68
0,20	0,90	0,43	0,67
0,2I	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	0,6I
0,27	0,83	0,50	0,60
0,28	0,82	0,5I	0,59
0,29	0,8I	0,52	0,58
0,30	0,80	0,53	0,57
0,3I	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

I. Количество объектов строительства линейной части магистральных трубопроводов - I4.

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 строительства	Объем строительно-монтажных работ, млн.руб.
I	08.86	42,6I8
2	0I.87	I6,644
3	05.87	7,342
4	07.87	69,I37
5	0I.88	7,342
6	0I.88	6,I7I
7	0I.88	6,039
8	05.88	79,5I6
	Всего по тресту	234,8I0

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

3. Нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений в строительстве - 0,I5.

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 строительства	Ближайшая станция железной дороги	Наименование населенного пункта
5	Можга, Горьковская ж/д	Можга, УдАССР
I	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	Выя, Свердловская ж/д	Выя, 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 42I-8I.

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 - 234,8I0 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 объектов строительства	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
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
I.I	-	I39,24	II7,94	I39,8I	I39,24	I39,24	9,I5	I39,24	9,I5	I50,83	I39,I7	I28,I2	9,I5	I39,24
	-	I9	I6	2I	I9	I9	I4	I9	I4	20	I7	I8	I4	I9
I.2	I39,24	-	5,59	I6I,34	5,59	5,59	I39,24	5,35	I39,24	I83,46	I06,33	II7,24	I39,24	5,59
	I2	-	I0	24	I0	I0	I9	I0	I9	25	I6	I8	I9	I0
I.3	II7,94	5,59	-	I28,50	6,07	6,07	II7,94	5,59	II7,94	I28,50	I50,50	II7,87	II7,94	6,07
	I6	I0	-	I7	II	II	I6	I0	I0	I8	22	I8	I0	II
2.I	I39,8I	I6I,34	I28,50	-	I28,50	I28,50	I39,8I	I6I,34	I39,8I	I6I,5I	I72,36	I06,90	I39,8I	I28,50
	2I	24	I7	-	I7	I7	2I	24	2I	22	24	I7	2I	I7
3.I	95,40	5,59	6,90	I28,50	-	6,90	95,40	5,59	95,40	I28,50	I50,50	II7,87	95,40	6,90
	I5	I0	II	I7	-	II	I5	I0	I5	I8	22	I8	I5	II
4.I	II7,94	5,59	6,07	I28,50	6,07	-	95,40	9,59	95,40	I28,50	I50,50	II7,87	95,40	6,90
	I6	I0	II	I7	II	-	I5	I0	I5	I8	22	I8	I5	II

Продолжение табл.3.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5
4.2	9,I5	I39,24	II7,94	39,8I	39,24	39,24	–	39,24	9,I5	I50,83	I39,I7	I28,I2	9,I5	I39,24
	I4	I9	I6	2I	I9	I9	–	I9	I4	20	I7	I8	I4	I9
4.3	I39,24	5,35	5,59	I6I,34	5,59	5,59	I39,24	–	I39,24	I83,46	I06,33	II7,24	I39,24	5,59
	I9	I0	I0	24	I0	I0	I9	–	I9	25	I6	I8	I9	I0
5.I	9,I5	I39,24	II7,94	I39,8I	I39,24	I39,24	9,I5	I39,24	–	I50,83	I39,I7	I28,I2	9,I5	I39,24
	I4	I9	I0	2I	I9	I9	I4	I9	–	20	I7	I8	I4	I9
6.I	I50,83	I83,46	I28,50	I6I,5I	I28,50	I28,50	I50,83	I80,46	I50,83	–	I72,I5	I6I,06	I50,83	I28,50
	20	25	I8	22	I8	I8	20	25	20	–	22	2I	20	I8
7.I	I39,I7	I06,33	I50,60	I72,36	I50,50	I50,50	I39,I7	I06,33	I39,I7	I72,I5	–	I50,03	I39,I7	I50,50
	I7	I6	22	24	22	22	I7	I6	I7	22	–	I8	I7	22
8.I	I28,I2	II7,24	II7,87	I06,90	II7,87	II7,87	I28,I2	II7,24	I28,I2	I6I,08	I50,03	–	I28,I2	II7,87
	I8	I8	I8	I7	I8	I8	I8	I8	I8	2I	I8		I8	I8
8.2	9,I5	I39,24	II7,94	I39,8I	I39,24	I39,24	9,I5	I39,24	9,I5	I50,83	I39,I7	I28,I2	–	I39,24
	I4	I9	I6	2I	I9	I9	I4	I9	I4	20	I7	I8	–	I9
8.3	II7,94	5,59	6,07	I28,50	6,07	6,07	II7,94	5,59	II7,94	I28,50	I50,50	II7,87	II7,94	–
	I6	I0	II	I7	II	II	I0	I0	I0	I8	22	I8	I0	–

Примечания: I. В коде объектов строительства первая цифра обозначает номер трубопровода, вторая – порядковый номер участка ,нного трубопровода.

2. Участки I.I, 4.I, 7.I; I.2, 4.2 и 7.2; I.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 строительства	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.I	66	6,24	9,9I	I2,20	3,83	4,I3	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,I0
2.I	(83 + 32)	4,73	7,5I	9,24	2,90	3,I3	4,I4
3.I	26,6	2,52	3,99	4,92	I,54	I,66	2,20
4.I	I26	II,92	I8,92	23,29	7,3I	7,88	I0,44
4.2	50	2,42	3,84	4,73	I,49	I,60	2,I2
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	I2,I8	3,8I	4,II	5,45
7.I	33	3,I2	4,95	6,I0	I,92	2,07	2,73
8.I	I26	II,92	I8,92	23,29	7,3I	7,88	I0,44
8.2	50	2,42	3,84	4,73	I,49	I,60	2,I2
8.3	80	2,84	4,50	5,56	I,74	I,86	2,49

подразделения на объекте - 38 сут.

I0. Время начала планового периода - 0I.I0.85.

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

I2. Место начальной дислокации строительно-монтажных подразделений:
I КТП - Москово, БАССР; II КТП - Кормовище, 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" ($0,4I3\frac{км}{смену}$). Условно направляем на данный объект строительства все возможные сочетания строительно-монтажных подразделений. В ячейках матрицы, соответствующих первому объекту, приведены значения (I5,75 млн.р. х год, 9,53 млн.р. х год, I0,33 млн.р. х год, I3,75 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

Таблица 5.

Условия оптимального функционирования специализированных потоков при строительстве линейной части магистральных трубопроводов

Взаимосвязанные этапы строительного производства		Единица измерения	Условия оптимальности ТЗ - Iк			
			формальные	численные для местности		
предшествующие	последующие			равнинной	пересеченной	гористой
I	2	3	4	5	6	7
Поворотная сварка труб в секции	Вывозка трубных секций	км	$Q^{нов}_{итп} - Q_{ртп} \geq Q^{з}_{пт}$	$\geq$ 30	$\geq$ 20	$\geq$ I5
Расчистка и планировка трассы	Вывозка трубных секций	км	$Q^{р}_{ртп} - Q^{в}_{ртп} \geq Q^{з}_{ртп}$	$\geq$ 25	$\geq$ I5	$\geq$ I0
Вывозка трубных секций	Потолочная сварка трубных секций в "нитку"	км	$Q_{ртп} - Q^{св}_{ктп} \geq Q^{з}_{о}$	$\geq$ I5	$\geq$ I0	$\geq$ I0
Потолочная сварка трубных секций в "нитку"	Изоляционно-укладочные работы	км	$Q^{св}_{ктп} - Q^{из}_{ктп} \geq Q^{з}_{сп}$	$\geq$ 8	$\geq$ 5	$\geq$ 5
Основные линейные работы	Строительство инженерно-технологических объектов (ИТО)	сут.	$\sum_{i=1}^{N} t^{о}_{i\,итп} \leq T_{ктп}$	0	0	0
Основные линейные работы	Очистка полости, испытание и сдача трубопровода в эксплуатацию	сут.	$\sum_{i=1}^{K} t^{о}_{i} \leq t_{ктп}$	0	0	0
		сут.	$T^{зав}_{итп} - T_{ктп} \leq З^{зав}_{итп}$	$\leq$ 60	$\leq$ 60	$\leq$ 60

Продолжение табл. 5

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

2. $Q^{нов}_{итп}$ – объем поворотной сварки труб в секции; $Q_{\partial тп}$ – объем вывозки трубных секций на трассу; $Q^{з}_{пт}$ – объем ТЗ по поворотной сварке; $Q^{р}_{\partial тп}$ – объем расчистки; $Q^{з}_{\partial тп}$ – 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. х 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	I0
I.I	06.86	66	0,4I3	I5,75*	-	-	9,53	I0,33	I3,75
I.2	08.86	36	0,225	-	3,76*	4,59	-	-	2,08
I.3	08.86	25,6	0,I66	-	I,42	I,7I*	-	-	0,7I
2.I	0I.87	(83 + 32)	0,I4I	I,62	2,55*	3,I6	-	-	-
3.I	05.87	26,6	0,078	-	I,47	I,8I*	-	-	-
4.I	07.87	I2,6	0,332	20,9I*	-	-	I2,8	I3,8	-
4.2	07.87	50	0,I32	-	5,2I	4,I4	-	-	2,79*
4.3	07.87	3I	0,08I	-	I,98*	2,46	-	-	-
5.I	0I.88	26,6	0,055	-	I,54	I,87*	-	-	-
6.I	0I.88	66	0,038	-	0,695*	0,82	-	-	-
7.I	0I.88	33	0,033	-	0,55	0,69*	-	-	-
8.I	05.88	I26	0,2I7	-	-	-	I5,5*	I6,2	2I,3
8.2	05.88	50	0,086	-	-	-	2,39*	-	-
8.3	05.88	30	0,052	-	-	4,48*	-	-	-

строке выбирается значение I5 млн.р. х год, что соответствует закреплению первого строительно-монтажного подразделения за объектом I.I. Одновременно данная передислокация фиксируется в матрице состояния работ. Расчетная матрица состояния работ по состоянию на октябрь I986 года представлена в табл.7. В матрице показано, что объекты I.I, I.2, I.3, 2.I, 3.I построены, т.к. в каждой строке, соответствующей данным объектам, записаны по одной I. Объекты 4.I и 4.2 находятся в стадии строительства, т.к. в строках, соответствующих данным объектам записаны значения - I. 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	I КТП + III КТП	II КТП + III КТП
			I	2	3	4	5	6
I.I	0I.I0.85	03.03.86	I	–	–	–	–	–
I.2	0I.I0.85	27.02.86	–	I	–	–	–	–
I.3	0I.I0.85	03.02.86	–	–	I	–	–	–
2.I	I9.03.86	27.I2.86	–	I	–	–	–	–
3.I	26.02.86	I7.08.86	–	–	I	–	–	–
4.I	24.03.86	–	-I	0	0	0	0	0
4.2	I0.09.86	–	0	-I	-I	0	0	0
4.3	–	–	0	0	0	0	0	0
5.I	–	–	0	0	0	0	0	0
6.I	–	–	0	0	0	0	0	0
7.I	–	–	0	0	0	0	0	0
8.I	–	–	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 передислокаций строительно-монтажных подразделений в плановом периоде

Номер строительно-монтажного подразделения	Даты начала и окончания перебазировок	Номера соседних пунктов передислокаций и затраты на их перемещение, тыс.руб.	Всего затрат на передислокации, тыс.руб
I	0*-1.1 | 13.09.85 | 1.1-4.1 | 04.03.86 | — | — | — | — | — | 4.1-5.1 | 05.04.87 | 6.1-8.1 | 12.05.88	410,06
	143,78 | 31.09.85 | 128,12 | 23.03.88 | — | — | — | — | — | 128,12 | 26.04.87 | 10,04 | 27.03.88	
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 | 04.03.88 | 8.1-8.2 | 04.03.88	1080,91
	136,90 | 30.09.85 | 161,34 | 18.03.86 | 139,81 | 21.01.87 | 137,24 | 23.02.87 | 183,46 | 28.07.87 | 161,08 | 29.04.88 | 161,08 | 27.03.88	
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 | 15.05.87 | — | — | 7.1-8.2 | 06.04.88	692,29
	116,21 | 30.09.85 | 8,62 | 25.02.86 | 117,94 | 09.09.86 | 9,15 | 28.02.87 | 139,17 | 30.05.87 | — | — | 150,50 | 23.04.88	
		Итого по тресту	2183,26

Примечание. В каждом элементе таблицы представлена следующая информация: вверху слева – номера объектов передислокации, слева внизу – затраты на передислокацию, справа вверху – 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 пребывания средств в НСП, млн. руб.
	1986 г.				1987 г.				1988 г.		
	I	II	III	IУ	I	II	III	IУ	I		
I.I	30,66	38,03								I5,75	2,36
I.2	I3,94									3,76	0,56
I.3	6,52									I,7I	0,26
2.I	8,37									2,55	0,38
3.I		I,54	7,07							I,8I	0,27
4.I			I0,84	I8,56	3I,77	39,44				20,9I	3,I4
4.2				7,35						2,79	0,42
4.3					3,89	9,00				I,98	0,30
5.I					3,67	8,I6				I,87	0,28
6.I							5,50			0,705	0,II
7.I							5.I0			0,69	0,I0
8.I							I6,I5	40,I8		I5,50	2,88
8.2									8,70	2,39	0,36
8.3								4,34	I0,67	4,48	0,67
	59,49	39,57	I7,9I	25,9I	39,33	56,60	26,75	44,47	I9,37	76,89	II,54

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРОГРАММА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПЕРИОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Руководство программиста

I. Назначение и условия применения программы

I. 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-IУ (версия V.M2.2);

библиотека стандартных программ;

вводные устройства с перфокарт;

АЦПУ;

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

3. В зависимости от исходных данных время счета от I5 мин. до 4 часов (при расчетах на ЭВМ I022).

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 - I0, количество строительных сезонов - 4.

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

главной программы;

подпрограммы "WMI 65";

подпрограммы "Рельеф";

подпрограммы "Календарь".

Ввод исходных данных осуществляется с перфокарт.

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

Ш. Обращение к программе и сообщения

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

7. В ходе расчетов предусмотрен вывод на печать промежуточных данных с помощью операторов PRINT 104, RA, PRINT 102, (KC(I), I=1, KL), PRINT 104, RA, PRINT100, M1.

IУ. 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 ЭВМ 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 ЭВМ 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 ЭВМ 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.

Выходная информация

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
IO. PRINT 155, KG, 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	тыс.руб.
	максимального времени строительства	дн.

5. Проведение расчетов

Сведения об операторах ввода

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.

Описание носителей исходных данных

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

Порядок сбора перфокарт

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

```
// OPTION LINK, LIST
// EXEC FFORTRAN
  Текст программы
/*
// EXEC LNKED
// EXEC
  Исходные данные
/*
//
```

Перфокарты с исходными данными собираются в порядке расположения операторов READ .

Текст программы

```
// JOB SIBIRIA ФОМИН В.А
   OPTION LINK,LIST
// EXEC FFORTRAN
      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)
  115 FORMAT(4I4,F8.1,2I5)
  156 FORMAT(40X,36HОБЪЕМЫ РАБОТ ПО ХАРАКТЕРНЫМ УЧАСТКАМ//
     *50X,8F6.1)
  160 FORMAT(40X,32HМИНИМАЛЬНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА  ,I4,4HДНЕЙ)
  155 FORMAT(40X,32HДИРЕКТИВНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА  ,I3,4HДНЕЙ//
     *40X,34HЧИСЛО РАБОЧИХ ДНЕЙ С НАЧАЛА ГОДА  ,I3,4HДНЕЙ//
     *40X,33HКОЛИЧЕСТВО ХАРАКТЕРНЫХ УЧАСТКОВ  ,I3)
  200 FORMAT(F8.1)
  106 FORMAT(8F6.3)
  104 FORMAT(8F6.1)
  103 FORMAT(8F3.0)
  102 FORMAT(12I2)
  105 FORMAT(5I4)
  100 FORMAT(4I4)
C     KDO-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(L,I,J),I=1,KL),L=1,KL),J=1,2)
      READ 103,(((OT(L,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
      DO93I=1,12
   93 KNB=KNB+MAP(I)
    2 K=1
      DO 10 M=1,KL
    3 K=K+M
   10 CONTINUE
C     ЗАДАЕМ НАЧАЛЬНЫЙ ПОРЯДОК
      MK=KL-1
      DO9I=1,KL
      KN(I)=I
    9 CONTINUE
      P1=0
      M3=0
      KDR=KD
      GO TO 52
   61 K=K-1
      P1=0
      M3=0
      KDR=KD
      IF(K)60,60,92
C     ОПРЕДЕЛЯЕМ ОБРЫВАЮЩЕЕ ЧИСЛО
   92 DO8LP=1,MK
      LR=MK+1-LP
      IF(KN(LR)-KN(LR+1))1,1,8
C     САМО ОБРЫВАЮЩЕЕ ЧИСЛО
    1 MP=KN(LR)
      KF=LR
      GO TO 50
    8 CONTINUE
C     ОПРЕДЕЛЯЕМ НАИМЕНЬШЕЕ,ПРЕВОСХОДЯЩЕЕ ОБРЫВАЮЩЕЕ
   50 I=1
      GO TO 23
  123 I=I+1
   23 DO124=KF,KL
      IF(KN(N)-MP-I)12,15,12
   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
      DO24J=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=1
      GO TO 24
   27 CONTINUE
   24 CONTINUE
      IF(MOL)52,52,51
   52 IA=0
C     ОПРЕДЕЛЯЕМ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ НА КАЖДОМ УЧАСТКЕ
CC    NP-ДЛИНА УЧАСТКА(ОБЪЕМ ЛИНЕЙНЫХ РАБОТ)
CC    ОПРЕДЕЛЯЕМ МЕСЯЦ НАЧАЛА РАБОТ-N
C     NAP(N)-КОЛИЧЕСТВО РАБОЧИХ ДНЕЙ В ДАННОМ МЕСЯЦЕ
      DO28I=1,KL
      IA=0
      DO30N=1,12
      IA=NAP(N)+IA
      IF(KDR-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     M2-ЛЕТНИЕ И ЗИМНИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
CC    ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ УЧАСТКОВ
CC    OG-ЗАТРАТЫ ПЕРЕБАЗИРОВКИ
C     OT-ВРЕМЯ ПЕРЕБАЗИРОВКИ
   44 KA=KN(I)
      FP(KA)=FN(KA)/T(KA,M2)
C     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 PA=P1
      M8=M3
      DO75L=1,KL
   75 KP(L)=KN(L)
   77 IF(M3-M1)74,74,11
   74 M1=M3
      PB=P1
      DO76L=1,KL
   76 KC(L)=KN(L)
   11 CONTINUE
      GO TO 61
   60 PRINT104,PA
      PRINT102,(KC(I),I=1,KL)
      PRINT100,M1
      PRINT200,PB,RA
      PRINT102,(KP(I),I=1,KL)
      PRINT200,RA
      PRINT100,M1,M8
      PRINT150,M1
      PRINT156,(FN(I),I=1,KL)
      PRINT155,K6,KD,KL
      PRINT150,(KP(I),I=1,KL),(KC(I),I=1,KL)
  150 FORMAT(//10X,32HПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА,
     *48HУЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА ПО КРИТЕРИЮ//
     *40X,26HМИНИМУМ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ,8I6,//
     *30X,34HМИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРОИТЕЛЬСТВА,8I6)
```

```
     *30X,34HМИНИМАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ СТРОИТЕЛЬСТВА,8I6)
C     ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПЕРИОДОВ ПРИ КРУГЛОГОДИЧНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
      LPR=LPR+1
      KD=KD+MAP(LPR)
      IF(KNB-KD)7,7,2
    7 STOP
      END
/*
// EXEC LNKEDT
// EXEC
000802160000
0015
1818181818181818181818
000055000025000094000154000090000081000040000093
000435000475000270000415000400000465000450000480
000345000445000425000475000275000415000475000490
000100000100000100000100000100000100000100000100
010393011296007580007701020627021965028412031139
023216024077016485017798011910012607015103016966
000000000000000122000249000375000458000520000588
000000000000000000000217000345000428000490000558
000122000000000000000000000281000364000426000494
000249000217000000000000000000000236000299000364
000375000345000281000000000000000000000173000240
000458000428000364000236000000000000000000000158
000528000490000426000299000173000000000000000000
000588000558000494000364000240000158000000000000
000000000000000103000190000296000363000414000455
000000000000000000000169000274000340000377000432
000103000000000000000000000221000288000339000380
000190000169000000000000000000000183000235000290
000296000274000221000000000000000000000146000187
000363000340000288000183000000000000000000000120
000414000377000339000235000146000000000000000000
000455000432000380000290000187000120000000000000
000000001003005006007008
000000000003005006007008
001000000000004005006007
003003000000000003004005
005005004000000000002003
006006005003000000000002
007007006004002000000000
008008007005003002000000
000000001003004005006006
000000000002004005005006
001000000000003004005005
003002000000000002003004
004004003000000000002002
005005004002000000000001

006005005003002000000000
006006005004002001000000
/*
/&
```

Вывод результатов расчета контрольного примера на печать:

минимальный срок строительства - I37 дней

объемы работ по характерным участкам - 5,5 2,5 9,4 I5,4 9,0
8,I 4,0 9,3

директивный срок строительства - I56 дней

число рабочих дней с начала года - I5 дней

количество характерных участков - 8

последовательность строительства участков трубопровода по

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

минимального времени строительства 8 7 6 5 4 3 2 I

gost.e-ecolog.ru