

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ВНИИСТ

---

# руководство

---

ПО ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВОВ  
И РАЗМЕЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА  
ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СООРУЖЕНИЮ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Р 389-80

Москва 1980

УДК 621.643.002.2

Настоящее Руководство посвящено вопросам организаций строительства линейной части магистральных трубопроводов. В Руководстве приведен метод определения оптимальных ресурсных составов линейных строительных потоков; с помощью имитационной модели, реализуемой на ЭВМ ЕС, рассчитываются границы осуществления каждого линейного потока с учетом конкретных природно-климатических условий трассы; рассмотрен способ синхронизации работы специализированных потоков.

Данное Руководство предназначено для строительных организаций на разных уровнях административного и функционального подчинения, что может быть использовано при составлении проектов производства работ (ШПР) трестов, глахков и объединений, а также при составлении проектов организациям строительства (ПОС) как отдельного трубопровода, так и их системы.

В разработке Руководства принимали участие кандидаты технических наук: И.И.Прокофьев, М.П.Карпенко, Р.Д.Габелая и инженеры: В.С.Бортаковский, В.П.Горомеский, А.Б.Штейман.

ВНИИСТ	Руководство по оптимизации составов и размещения строительных потоков при разработке проекта производства работ по соору- жению магистральных трубопроводов	Р 389-80 Разработано впервые
--------	---	------------------------------------

## I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. В Руководстве рассмотрен комплекс организационных задач, направленный на эффективное использование строительных ресурсов. Оптимальные решения этих задач получены исходя из экономических критерии.

I.2. Руководство разработано исходя из следующих посылок:

а). Процесс строительства трубопроводов является стохастическим в силу воздействия на него большого количества случайных факторов, главным из которых являются следующие:

технические, связанные с выходом из строя строительных машин и механизмов в случайные моменты времени;

организационно-технологические (недостаточно четкое снабжение строительства материалами и конструкциями, отсутствие открытых фронтов работ из-за отклонений линейных темпов специализированных потоков от директивных, задержки из-за исправления возможного брака и т.п.);

климатические условия;

социальные (например, нарушения трудовой дисциплины).

Совокупное влияние этих факторов отражено в линейном темпе потока.

б). По трассе сооружаемого трубопровода происходит постоянное изменение условий строительства (группы грунтов, степень обводненности, рельефа и т.п.).

в). Специализированные колонны и бригады комплектуют из имеющихся типов и марок машин и механизмов, в зависимости от этого формируют звенья обслуживающего их персонала.

Внесено ООСМ	Утверждено ВНИИСТом 20 декабря 1979 г.	Срок введения 1 июля 1980 г.
--------------	---	---------------------------------

Ресурсный состав специализированных потоков может изменяться и каждому его варианту соответствует темп, характеризуемый определенной функцией распределения сменных выработок данного вида работ.

4. Ведущими видами работ (то есть основными работами, входящими составными звеньями в технологическую цепь производства, продолжительности которых определяют общую продолжительность строительства) являются:

подготовительные работы, включающие планировочные работы и расчистку трассы от леса;

разработка траншем одноковшовыми и роторными экскаваторами;

сварочно-монтажные работы;

изоляционно-укладочные работы;

засыпка уложенного трубопровода.

Остальные виды работ рассмотрены как совмещенные и вспомогательные процессы.

## 2. СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, УЧИТЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕМПЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЕДУЩИХ ВИДОВ РАБОТ

2.1. Существенной специфической чертой строительства линейной части магистральных трубопроводов являются вариации темпов технологических операций в связи с постоянно изменяющимися по трассе природно-климатическими условиями (группы грунтов, обводненности, рельефа и др.), при этом разные условия неодинаково влияют на темпы различных видов работ.

2.2. Для учета условий строительства необходимо использовать специальную систему, дифференцирующую эти условия и позволяющую оценить изменения интенсивности работ.

В этой системе из всего многообразия характеристик трассы трубопровода выбирают основные (они определяются категориями местности) в соответствии со следующими требованиями:

на участках с различной категорией местности существенно отличаются темпы работ;

участки различных категорий местности должны быть выделены по проектной документации (рабочим чертежам и трассам - кам).

2.3. Коэффициенты относительных изменений сменных выработок ведущих видов работ в соответствии с категориями местности, определенные на базе широкого статистического анализа, ЕИМРов и ведомственных норм, приведены в табл. I-8 прил. I.

### 3. СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ, СОСТАВЛЯЮЩИХ РЕСУРСЫ ЛИНЕЙНЫХ ПОТОКОВ

3.1. Интенсивность выполнения технологических операций на строительстве линейной части трубопроводов непосредственно зависит от количества, темпов и производительности используемых ресурсов (машин, механизмов и обслуживающих их персонала), а также организации их работы.

3.2. Для учета разнообразия всех видов и типов ресурсов, используемых на строительстве, и определения интенсивности их работы служит специальная система технологических модулей.

В качестве технологических модулей принимают отдельные машины (или комплекты однотипных машин или комплекты разнотипных машин) и звенья обслуживающих их персонала. Эти модули отличаются организацией работ и могут эффективно выполнить технологические операции.

В системе модулей учитывают передовой опыт использования ресурсов строительными подразделениями, а также научно-технические достижения в области технологии и организации строительства линейной части трубопроводов.

Составы технологических модулей по ведущим видам работ даны в табл. 9-20 прил. 2.

3.3. На основании статистического анализа данных о ходе строительства установлено, что случайные значения сменных выработок технологических модулей ведущих видов работ распределены по бета-закону:

$$f(p) = \frac{1}{\mu - \mu_0} \frac{1}{F(B_1+1, B_2+1)} \left( \frac{p - \mu_0}{\mu - \mu_0} \right)^{B_1} \left( 1 - \frac{p - \mu_0}{\mu_1 - \mu_0} \right)^{B_2}, \quad (I)$$

- где  $B_1, B_2$  - значения коэффициентов законов распределения сменных выработок, рассчитанных по формулам (2) и (3);  
 $F(B_1, B_2)$  - известная бета-функция;  
 $\mu, \mu_0$  - значения сменной выработки, принимаем  $\mu_0 \leq P \leq \mu$ ;  
 $\mu, \mu_0$  - соответственно максимальное и минимальное значения сменных выработок, причем  $\mu_0 = 0$ .

Коэффициенты  $B_1, B_2$  рассчитывают по методу моментов:

$$B_1 = \frac{SP(\kappa_2 + 1)}{1 - SP} ; \quad (2)$$

$$B_2 = \frac{1 - SP}{\sigma^2} [SP(1 - SP) - \sigma^2] - 1 , \quad (3)$$

- где  $SP = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N}$  - оценка математического ожидания сменных выработок;

$$\sigma^2 = \frac{N \sum_{i=1}^N P_i - (\sum_{i=1}^N P_i)^2}{N(N-1)} - \text{оценка дисперсии сменных выработок;}$$

$P_i$  - случайное значение сменной выработки;

$N$  - число членов в статистической выборке.

3.4. Значения коэффициентов законов, приведенных к интервалу изменения выработок 0-1, а также коэффициентов растяжения  $\mu_n$ , с помощью которых получают реальные величины производительностей модулей, даны в табл.21-26 прил.3.

В прил.3 также указан коэффициент  $\alpha$ , который учитывает целосменные просты, рассчитываемые по формуле

$$\alpha = \frac{N_{ц.п}}{N_{к} - N_{ц.п}} , \quad (4)$$

- где  $N_{ц.п}$  - количество целосменных простое;
- $N_{к}$  - количество календарных дней.

В табл.21-26 прил.3 все значения приведены для базовых условий, соответствующих категориям с индексом I.

3.5. Изменение линейных темпов ведущих работ учитывают следующим образом:

1) умножением коэффициента  $\mu_H$  на соответствующий показатель относительного изменения темпов в зависимости от категории местности (см.табл.1-8 прил.1);

2) коррекцией  $\mu_H$ , коэффициентами изменения трудоемкости работ и их объемов в зависимости от диаметра сооружаемого трубопровода.

Эти коэффициенты определяют по видам работ соответственно:

а) для планировки, по формуле

$$\mu_H \cdot \frac{\ell_H \cdot V_H}{\ell V}, \quad (5)$$

где  $\mu_H$  - значения коэффициента приведены в табл.21-26 прил.3;

$\ell$  - длина участка планировки;

$V$  - объем планировочных работ;

$V_H = 1000 \text{ м}^3$ ;  $\ell_H = 100 \text{ м}$  - нормативные значения соответственно объема и длины участка трассы;

б) для расчистки - отношением ширины полосы отвода;

в) для разработки и засыпки траншей - объемом вынимаемого грунта и характеристиками роторных экскаваторов, марки которых изменяются в зависимости от диаметра сооружаемого трубопровода;

г) для сварочно-монтажных и изоляционно-укладочных работ - теми операциями, изменения объемов которых непосредственно связаны с диаметром трубопровода.

Численное значение коэффициентов, рассмотренных в подпунктах (а-г), можно определить, исходя из единых ведомственных норм и расценок на строительные и монтажные работы по отношению к соответствующим нормативным данным;

3) формулой (6) в зависимости от количества модулей

$$\mu_j = \mu_H \cdot N_j \cdot \ell_j^N, \quad (6)$$

где  $j$  - номер работы;  
 $N_j$  - число модулей;  
 $\beta_j$  - показатель потерь рабочего времени, связанный с организационно-технологическими перерывами, которые растут при увеличении числа модулей.

Значение коэффициента  $\beta$  рассчитывают по формуле

$$\beta = \frac{V_{per}}{V_{per} + P}, \quad (7)$$

где  $V_{per}$  - скорость перебазирования технологических модулей;  
 $P$  - математическое ожидание производительностей технологического модуля.

Численное значение  $\beta$  можно принимать в интервале 0,80-0,98.

#### 4. АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ МОДЕЛЕЙ

4.1. Для определения границ осуществления линейных потоков и размещения их по трассе сооружаемого трубопровода разработана имитационная модель.

Имитационная модель функционирования линейного потока оформлена в виде программы *TRUSA* в соответствии с блочным принципом она состоит из нескольких основных подпрограмм: подпрограммы ввода исходной информации - "ВВОД"; подпрограммы "МОДЕЛЬ"; подпрограммы "АЛГОРИТМ".

4.2. В подпрограмму "ВВОД" вводится пакет данных, формируемый в соответствии с прил.4. Пример пакета данных приведен в прил.5

4.3. Подпрограмма "МОДЕЛЬ" состоит из следующих блоков:

1) блока "ПРОДЛЕННОСТЬ", в котором путем суммирования случайных чисел генерируемых по заданным законам распределения сменных выработок получают значения длины трассы, выполненных рассматриваемыми в модели специализированными потоками;

2) блока "ПОТОК", имитирующего работу основного потока. В этом блоке пространственно-временное положение специализированных потоков определяются: протяженность трассы, пройден-

ной колоннами и бригадами специализированных потоков за фиксированное количество смен.

Технологический граф представлен в виде системы неравенств, членами которых являются суммарные протяженности, поступающие из блока "ПРОТЯЖЕННОСТЬ" на каждой реализации.

При невыполнении неравенств (в том случае, когда протяженность трассы, пройденная последующим по технологическому графу потоком, на данной реализации превышает соответствующую величину предыдущего потока) фиксируются простой, вызванные отсутствием открытого фронта работ, и производится выравнивание таких протяженностей;

3) блока "ЗАДЕЛ", в котором в случае необходимости осуществляется имитация выполненных работ по разработке траншей в задел (случай наиболее часто встречающийся на углах поворота трассы, при разработке траншем роторными и одноковшовыми экскаваторами).

Заданный в этом блоке технологический граф отражает следующие допустимые условия производства работ:

а) разработка траншем в задел может проводиться либо уже по расчищенной и спланированной трассе, либо в том случае, когда на данном участке трассы эти работы не нужны;

б) задел не должен превышать максимально возможного технологического опережения изоляционно-укладочных работ в момент их выхода на начало участка задела.

Причины. Пройденная протяженность задела в блоке "ЗАДЕЛ" также поступает из блока "ПРОТЯЖЕННОСТЬ".

4) блока "ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ", обеспечивающего совместную работу блоков "ПОТОК" и "ЗАДЕЛ".

4.4. Подпрограмма "АЛГОРИТМ" характерна тем, что методом направленного перебора вариантов ресурсного состава и выбора из них наилучшего по экономическому критерию определяется оптимальное количество технологических модулей по ведущим видам работ.

4.5. Программа, рассмотренная в данном разделе, выполнена на алгоритмическом языке ФОРTRAN и предназначена для использования на ЭВМ типа ЕС (прил.6).

## 5. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

5.1. Количество календарных дней, определяют в соответствии со схемой развертывания потоков по трассе, исходя из срока начала производства первого по технологическому графу вида работ (расчистка трассы) и срока окончания последнего по технологическому графу работ (засыпка трубопровода в траншее).

5.2. Количество реализаций определяют на основе принципа равенства (с точностью  $\Sigma$ ) среднего арифметического значения и математического ожидания и рассчитывают по формуле

$$KOLP = \left( \frac{G_x}{\Sigma} \right)^2 \left[ \Phi^{-1} \left( \frac{1}{2} Q \right) \right]^2, \quad (8)$$

где  $Q$  - уровень доверия;

$G_x$  - среднее квадратичное отклонение;

$\Sigma$  - точность;

$\Phi^{-1}$  - функция - обратная функция Лапласа.

Исходя из опыта проведения расчетов количество реализаций, достаточное для получения достоверных результатов, можно принять в интервале

$$KOLP = 10-20.$$

5.3. Границы участков различных категорий местности по каждому ведущему виду работ берут из рабочих чертежей и заносят в форму.

Для занесения границ участков в программу необходимо начать участка с номером 1 присвоить значение 0 километра. Путем вычитания из номера пикета конца участка номера пикета начала участка определяют границы участков в километрах.

5.4. Значения коэффициентов законов распределения производительностей технологических модулей ( $B_1$  и  $B_2$ ) определяют по табл.21-26 прил.3, коэффициенты растяжения ( $\mu$ ) рассчитывают в соответствии с п.3.5 и табл.21-26 прил.3, интервал изменения равномерных случайных чисел  $\nu$ , необходимых для получения значений сменных выработок, определяют по табл.21-26 прил.5 и показатель количества целосменных простоев  $\mu Z$  рассчитывают по формуле

$$\mu Z = 1 + \alpha.$$

№ участка	Границы участков для различных видов работ и категорий местности														
	Расчистка (планировка)			Разработка траншеи			Сварочно-монтажные работы			изоляционно-укладочные работы			Засыпка трубопровода		
	нача- ло учас- тка	ко- нец учас- тка	ката- гория мест- ности	нача- ло учас- тка	ко- нец учас- тка	ката- гория мест- ности	нача- ло учас- тка	ко- нец учас- тка	ката- гория мест- ности	нача- ло учас- тка	ко- нец учас- тка	ката- гория мест- ности	нача- ло учас- тка	ко- нец учас- тка	ката- гория мест- ности

5.5. Для каждого потока указывают также граничные точки *LSP* (конец трубопровода, крупные географические преграды, являющиеся естественными границами осуществления линейных потоков).

5.6. Начальные значения количества технологических модулей назначают для всех видов работ.

5.7. Приведенные затраты на каждый технологический модуль определяют по формуле

$$Z = C + E_H K, \quad (9)$$

где  $C$  - себестоимость работы технологических модулей;

$E_H$  - нормативный коэффициент;

$K$  - капитальные вложения.

5.8. Логическая константа *LOG5* принимает значения 0 или 1 и определяет участки трассы, на которых следует (1) или не следует (0) проводить либо расчистку, либо планировку. В последнем случае указывают скорость перебазирования колонны *LPER* на другой участок.

5.9. Значения логической константы *LOG7* определяют тип основной машины (роторный или одноковшовый экскаватор), ведущей разработку траншеи в случае работы блока "ЗАДЕЛ".

5.10. Количество смен, необходимых для переезда технологических модулей от одного участка задела к другому (в случае проведения одновременно работ двумя типами экскаваторов на разных участках), рассчитывают исходя из расстояния между задельными участками.

5.11. Для определения допустимых опережений работ по рывью траншеи изоляционно-укладочных работ в программу заносят значения, полученные суммированием километража начала данного участка категории местности и возможного опережения *DL* (в км) на рассматриваемом участке.

## 6. РАЗМЕЩЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОТОКОВ ПО ТРАССЕ СООРУЖАЕМОГО ТРУБОПРОВОДА

6.1. Оптимизацию составов линейных потоков и их размещение по трассе сооружаемого трубопровода проводят в несколько этапов:

1) снимают исходную информацию в соответствии с разделом 5, причем назначение граничных точек должно быть обосновано крайней необходимостью, так как их введение снижает возможность маневрирования ресурсами и оптимизации графика строительства;

2) задают тип модулей по каждому виду работ в соответствии с:

имеющимися в строительной организации машинами и механизмами;

наличием и квалификацией обслуживающего персонала;  
традициями и опытом производства работ.

В том случае, когда можно сформировать несколько типов технологических модулей, выбор их осуществляют по технико-экономическим соображениям, при этом выбирают такой тип, для которого показатель  $\frac{3_j}{P_j}$  является наименьшим,

здесь  $3_j$  – приведенные затраты на один технологический модуль на единицу выполненного объема, на 1 км;

$P_j$  – производительность модуля;

3) формируют пакет данных, которые набивают на перфокарты;

4) включают в работу модель *TRUBA*, в которой имитируется работа линейного строительного потока и оптимизируется его ресурсный состав;

5) выводят на печать следующие результаты:

оптимальное количество технологических модулей по ведущим видам работ;

длину сооруженного данным линейным потоком трубопровода; простом специализированных потоков, связанные с отсутствием открытых фронтов работ;

6) определяют границы осуществления линейного потока полученной длине и начальной точке, причем конечная точка принимается за начальную для следующего потока и т.д.

Таким образом, производится размещение, которое является оптимальным, так как при этом ресурсные составы каждого линейного потока наиболее эффективны.

6.2. Синхронизация работы линейного потока состоит в сокращении простоев, вызванных отсутствием фронтов работ. С целью синхронизации осуществляется временный сдвиг (обложение потоков в нулевой момент времени) двух смежных по технологическому графу потоков на величину, равную математическому ожиданию простоев последующего вида работ из-за предыдущего с учетом допустимых опережений, что позволяет синхронизировать работу линейного потока.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Приложение I

### СИСТЕМА КАТЕГОРИЙ МЕСТНОСТИ

В системе категорий местности приняты следующие обозначения:

К - категория местности, следующая буква указывает вид работы, цифра за ней определяет порядковый номер рассматриваемых категорий местности для данного вида работ.

Например, КП-1, где К - категория местности, П - планировочные работы; 1 - первый тип категории местности.

Категории местности при планировочных работах на трассе (КП) приведены в табл. I.

Таблица I

Категория местности	Индекс категорий местности	Относительные изменения сменных выработок
Равнино-холмистая	КП-1	1,0
Барханные гряды	КП-2	0,05

Категории местности при расчистке трассы от леса (КР) даны в табл. 2.

Таблица 2

Категория местности	Индекс категорий местности	Относительные изменения сменных выработок
Расчистка лесорастительности без вырубки леса	КР-1	1,0
Расчистка лесорастительности с вырубкой леса	КР-2	0,2

Категории местности при разработке траншеи (КТ) иллюстрирует табл. 3.

Таблица 3

Категории местности	Индекс категорий местности	Относительные изменения сменных выработок
<u>По грунтам, разрабатываемым одноковшовыми экскаваторами</u>		
Группа грунтов I-II	КТ-1	1,00
Группа грунтов III-IV	КТ-2	0,61
Мерзлые грунты группы III-IV	КТ-3	0,42
Мерзлые грунты группы III-IV с предварительным рыхлением	КТ-4	0,60
Скальные грунты (группа V)	КТ-5	0,17
Скальные грунты с рыхлением	КТ-6	0,35
Грунты в заболоченных местах	КТ-7	0,42
Пески	КТ-8	0,75

По грунтам, разрабатываемым роторными экскаваторами

Группа грунтов I-II	КТ-9	1,0
Группа грунтов III-IV	КТ-10	0,55
Мерзлые грунты	КТ-11	0,32
Мерзлые грунты с предварительным рыхлением	КТ-12	0,55

Категории местности при сварочно-монтажных работах на трассе - неповоротная сварка ( «С ») показаны в табл.4.

Таблица 4

Категории местности	Индекс категорий местности	Относительные изменения сменных выработок
Устойчивые грунты	«С-1	1,00
Болота	«С-2	0,83
Пески	«С-3	0,86

Категории местности при изоляционно-укладочных работах (КИУ) приведены в табл.5.

Таблица 5

Категории местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
Устойчивые грунты	КИУ-1	1,00
Болота	КИУ-2	0,71
Пески	КИУ-3	0,76

Изменение темпов работ в зависимости от типа изоляции, применяемой в соответствии с конструктивными особенностями и условиями прохождения трубопровода, приведено в табл.6.

Таблица 6

Типы изоляции	Относительные изменения сменных выработок
Полимерные липкие ленты:	
нормального типа	1,0
усиленного типа	0,91
Битумно-резиновые покрытия:	
нормального типа	0,81
усиленного типа	0,71

Категории местности при засыпке трубопровода (КЗ) даны в табл.7.

Таблица 7

Категории местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
Разрыхленный грунт в отвале	КЗ-1	1,00
Пески	КЗ-2	0,75
Грунты с наличием булыг и валунов в отвале	КЗ-3	0,86
Мерзлые грунты в отвале	КЗ-4	0,51

Величина рельефа местности на темпах работ, выраженная в изменении продольных уклонов, определяют в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

Величина продольных уклонов, град.	Относительные изменения сменных выработок
До 8	1,0
От 8 до 15	0,6
От 15 до 25	0,4
От 25 до 40	0,3
Более 40	0,25

При существенном изменении технологии и организации работ, внедрении новой техники, а также при строительстве в новых районах приведенную систему категорий местности и коэффициенты относительных изменений темпов необходимо уточнить.

## Приложение 2

## СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

В системе технологических модулей приняты следующие обозначения:

М - технологический модуль, следующая буква указывает вид работ, а цифра за ней - номер типа модуля, знак  $\phi$  - диаметр трубопровода. За знаком  $\phi$  можно подставлять любые значения диаметра трубопровода.

Например, МП-1 $\phi$  I420, где М - технологический модуль, П - планировочные работы, I - порядковый номер модуля,  $\phi$  I420 - диаметр трубопровода.

Технологические модули на планировочных работах на трассе (МП) даны в табл.9.

Таблица 9

Состав технологического модуля	Количество машин	Обозначение модуля
Бульдозер мощностью до 180 л.с.	I	МП-1 $\phi$
Бульдозер мощностью 300 л.с.	I	МП-2 $\phi$
Комплект бульдозеров мощностью, л.с.:		МП-3 $\phi$
до 180	8	
300	3	

\* Из опыта строительства в Средней Азии.

Технологические модули на расчистке трассы от леса (МР) приведены в табл.10.

Таблица 10

Состав технологического модуля	Количество машин (механизмов)	Обозначение модуля
Бульдозер мощностью до 180 л.с.	I	МР-1 $\phi$
Бульдозер мощностью 300 л.с.	I	МР-2 $\phi$
Звено механизированной валки леса и корчевки:		МР-3 $\phi$
лесосекачные машины, трелевочный трактор	2	
корчеватель	I	

## Окончание табл.10

Состав технологического модуля	Количество машин (механизмов)	Обозначение модуля
Звено ручной валки леса и корчевки пней:		МР-4 Ø
мотопила	3	
трелевщик	1	
комплект валочных приспособлений	1	
комплект погрузочных стро- пов и чокеров	1	

Технологические модули на разработку траншеи (МТ) характеризует табл. II.

Таблица II

Состав технологических модулей	Количество машин	Обозначение модуля
Одноковшовый экскаватор	1	МТ-1 Ø
Роторный экскаватор	1	МТ-2 Ø
Одноковшовый экскаватор + бульдозер	1	МТ-3 Ø
Одноковшовый экскаватор + рыхлитель	4	МТ-4 Ø
Роторный экскаватор	2	МТ-5 Ø
Роторный экскаватор	3	МТ-6 Ø
Роторный экскаватор + бульдозер	2	МТ-7 Ø
Экскаваторы, осуществляющие подкоп	1	МТ-8 Ø

Технологические модули на сварочно-монтажные работы – неповоротная сварка (МС) показаны в табл. 12.

Состав специализированной бригады (МС) определяют в соответствии с типом модуля по таблицам 15 и 16.

Таблица I2

Состав технологических модулей	Количество сварщиков в головной группе	Обозначение модуля
<b>Поточно-групповой метод (ПГМ):</b>		
головная 1-я группа	2	MC-1 -1 Ø
головная 2-я группа	3	MC-2 -2 Ø
головная 3-я группа	4	MC-3 -3 Ø
<b>Поточно-расщепленный метод (ПРМ):</b>		
головная 1-я группа	4	MC-4 -4 Ø
головная 2-я группа	6	MC-5 -5 Ø
головная 3-я группа	8	MC-6 -6 Ø
Контактная сварка	-	MC-7 -7 Ø
Газовоздушная автоматическая сварка	-	MC-8 48 Ø

Технологические модули на изоляционно-укладочные работы (МИУ) даны в табл. I3.

Таблица I3

Состав технологического модуля	Обозначение модуля
Изоляционно-укладочная колонна для совмещенного производства работ	МИУ-1 Ø
Изоляция трубопровода с укладкой на берму	МИУ-2 Ø
Колонна укладки	МИУ-3 Ø
Бригада изоляции стыков	МИУ-4 Ø

Состав специализированных колонн на изоляционно-укладочные работы (МИУ) определяют в соответствии с типом модуля по таблицам I4, I7-I9.

Таблица 14

Состав модуля	Состав специализированной колонны для различных модулей				
	МИУ-10720	МИУ-10820	МИУ-101020	МИУ-101220	МИУ-101420
<b>Трубоукладчики грузо-подъемностью, т:</b>					
15	3	3	2	-	-
30	-	-	2	2	-
90	-	-	-	3	7
Очистные машины	I	I	I	I	I
Изоляционные машины	I	I	I	I	I
Вскававтор с грейфером	I	I	I	I	I
Персонал (общая численность)	14	21	23	24	26

Таблица 15

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей													
	MC-10720	MC-20720	MC-30720	MC-10820	MC-20820	MC-30820	MC-101020	MC-201020	MC-301020	MC-101220	MC-201220	MC-301220	MC-101420	MC-201420
Трубоскладчики грузоподъемностью, т:														
15	2	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2
Сварочные агрегаты (посты)	6	8	-	6	8	-	8	10	14	-	10	14	10	12
Персонал, в том числе сварщики	30	31	-	30	31	-	30	31	37	30	33	37	30	33
	6	8	-	6	8	-	8	10	14	8	10	14	10	12
														16

Таблица 16

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей														
	MC-40720	MC-50720	MC-60720	MC-40820	MC-50820	MC-60820	MC-401020	MC-501020	MC-601020	MC-401220	MC-501220	MC-601220	MC-401420	MC-501420	MC-601420
Трубоскладчики грузоподъемностью, т:															
15	3	3	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3
Сварочные агрегаты (посты)	8	9	-	8	9	-	8	12	14	8	12	14	12	16	24
Персонал, в том числе сварщики	34	36	-	34	36	-	34	40	43	34	40	43	40	46	58
	8	9	-	8	9	-	8	12	14	8	12	14	12	16	24

Таблица 17

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-2φ720	МИУ-2φ820	МИУ-2φ1020	МИУ-2φ1220	МИУ-2φ1420

Трубоукладчики грузоподъемность, т:

15	3	3	1	-	-
30	-	-	2	4	-
90	-	-	-	-	-
Очистная машина	I	1	I	I	4
Изоляционная машина	I	I	I	I	I
Персонал (общая численность)	19	20	20	24	27

Таблица 18

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-3φ720	МИУ-3φ820	МИУ-3φ1020	МИУ-3φ1220	МИУ-3φ1420

Трубоукладчики грузоподъемность, т:

15	4	4	-	-	-
50	-	-	4	5	-
90	-	-	-	-	6
Персонал (общая численность)	10	10	12	14	15

Таблица 19

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-4Ф720	МИУ-4Ф820	МИУ-4Ф1020	МИУ-4Ф1220	МИУ-4Ф1420
Трубоукладчик грузоподъемность, т:					
15	-	-	I	I	I
50	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-
Комплект ручных инструментов	I	I	-	-	-
Комплект машин:					
МС-101	-	-	I	-	-
МС-122	-	-	-	I	-
МС-142	-	-	-	-	I

Технологические модули на засыпку трусоопровода (МЭ) приведены в табл. 20.

Таблица 20

Состав технологического модуля	Количество машин	Обозначение
Бульдозер мощностью до 180 л.с.	I	МЭ-1 Ø
Бульдозер мощностью до 300 л.с.	I	МЭ-2 Ø
Траншеезасыпатель	I	МЭ-3 Ø
Бульдозер	I	МЭ-4 Ø
Одноковшовый экскаватор	I	МЭ-5 Ø

При изменении технологий производства работ и внедрении новых машин и механизмов предлагаемая система должна быть изменена путем включения в нее новых типов модулей и исключения устаревших.

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАКОНОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

Значения статистических характеристик приведены в табл. 21-26 для одной категории местности и в табл. 24-26 - для двух категорий местности.

В таблицах 21-26 приняты следующие обозначения:

$B_1, B_2$  - параметры законов распределения;

$\mu_H$  - коэффициент растяжения;

$\alpha$  - коэффициент относительного числа целосменных простояев;

$\nu$  - параметр, необходимый для получения случайных чисел.

В системе технологических модулей приняты обозначения как в прил. 2.

Например, МП-1Ф1420, где М - технологический модуль, П - планировочные работы, 1 - порядковый номер модуля, Ф1420 - диаметр трубопровода.

Обозначения категорий местности приняты как в прил. 1.

Например, КП-1, где К - категория местности, П - планировочные работы, 1 - первый тип категорий местности.

Таблица 21

Тип модуля на планировочные работы на трассе (МП)	Значения статистических характеристик				
	$B_1$	$B_2$	$\mu_H$	$\alpha$	$\nu$
<u>Индекс категории местности КП-2</u>					
МП-1Ф1420	1,6	1,6	2,0	1,0	0,1
МП-2Ф1420	2,3	3,5	3,0	1,0	0,02
<u>Индекс категории местности КП-1</u>					
МП-3Ф1420	2,3	3,5	1,7	0,8	0,002

Таблица 22

Тип модуля на расчистку трассы от меса (МР)	Значения статистических характеристик				
	$B_1$	$B_2$	$M_H$	$\alpha$	$\gamma$
<u>Индекс категории местности КР-2</u>					
МР-1ΦΙ420	4,75	4,75	1,7	1,0	0,02
МР-2ΦΙ420	4,75	4,75	1,0	1,0	0,02
<u>Индекс категории местности КР-1</u>					
МР-3ΦΙ420	2,26	3,53	0,5	0,8	
МР-4ΦΙ420	0,8	3,9	0,6	0,8	

Таблица 23

Тип модуля на разра- ботку траншеи (МТ)	Значения статистических характеристик				
	$B_1$	$B_2$	$M_H$	$\alpha$	$\gamma$
МТ-1ΦΙ420	1,2	19,3	1,0	1,0	0,017
МТ-2ΦΙ420	2,0	1,0	1,0	1,0	0,03
МТ-3ΦΙ420	2,8	14,0	1,0	0,9	0,023
МТ-4ΦΙ420	2,6	2,6	0,9	0,8	0,02
МТ-5ΦΙ420	3,2	1,8	1,7	0,8	0,1
МТ-6ΦΙ420	5,6	3,4	2,5	0,7	0,013
МТ-7ΦΙ420	5,6	3,4	2,0	0,7	0,013
МТ-8ΦΙ420	2,6	2,6	1,0	1,2	0,017

- П р и м е ч а н и я : 1. Для модулей типов МТ-1, МТ-3, МТ-4, значения статистических характеристик даны для категории местности КТ-1.
2. Для модулей типов МТ-2, МТ-5, МТ-6, МТ-7 - значения статистических характеристик даны для категории местности КТ-2.

Таблица 24

Типы модулей на сварочно-монтажные работы при потолочном сварке (МС)	Значения статистических характеристик				
	$B_1$	$B_2$	$\mu$	$\alpha$	$\nu$
МС-1 Ø1420	1,2	19,3	1,0	0,8	0,02
МС-2 Ø1420	1,2	19,3	1,2	0,8	0,02
МС-3 Ø1420	1,2	19,3	1,2	0,8	0,02
МС-4 Ø1420	2,26	3,23	1,1	0,9	0,02
МС-5 Ø1420	2,26	3,23	1,8	0,9	0,02
МС-6 Ø1420	2,26	3,23	5,0	0,9	0,02

Таблица 25

Тип модуля на изоляционно-укладочные работы (МИУ)	Значения статистических характеристик				
	$B_1$	$B_2$	$\mu$	$\alpha$	$\nu$
МИУ-1 Ø1420	4,75	4,75	2,2	1,2	0,04
МИУ-2 Ø1420	4,75	4,75	3,0	1,2	0,04
МИУ-3 Ø1420	4,75	4,75	6,0	0,8	0,04

Таблица 26

Тип модуля на засыпку трубопровода (МЗ)	Значения статистических характеристик				
	$B_1$	$B_2$	$\mu$	$\alpha$	$\nu$
МЗ-1 Ø1420	2,6	2,6	1,0	0,8	0,03
МЗ-2 Ø1420	2,6	2,6	1,6	0,7	0,03
МЗ-3 Ø1420	2,6	2,6	1,6	0,7	0,03
МЗ-4 Ø1420	2,6	2,6	0,2	0,8	0,03

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОДПРОГРАММ "ВВОД"  
и "АЛГОРИТМ"

В подпрограмме "ВВОД" принят пакет следующих данных (рис. I):

MR	11
VR	10
MR	9
KR	8
DL	7
SP	6
DLV	5
LOGT	4
LOGS	3
N10 N11 N12 N13 N14 N15	2
KOLP      KOLS	1

Рис. I. Пакет данных подпрограммы "Одиссей";  
I-II - номера карт

1. Количество реализаций *KOLP* и количество смесей работы потока *KOLS*.

2. Ограничения массивное, вводимых данных, определяют:

а) *N10* - максимальное число участков различных категорий местности по всем видам работ (см.рис.I);

б) *N11* и *N13* - число участков, на которых траншея разрабатывается разными видами экскаваторов (одноковшовыми и роторными), т.е. число участков задела;

в)  $N12$  - число участков подготовительных работ, на которых либо производят, либо не производят расчистку или планировку;

г)  $N14$  - число участков категорий местности по разработке траншей.

3. Логическая константа  $LOGS$ , которая определяет необходимость проведения расчистки (0 - не нужна, 1 - нужна) на участках трассы.

4. Логическая константа  $LOGT$ , которая определяет тип основного экскаватора (0 - роторные, 1 - одноковшовые), работающего на участках трассы.

5. Длины каждого участка различных категорий местности по ведущим видам работ. Массив  $DLV$  заполняют по всем работам последовательно по номерам участков.

6. Продолжительность  $SP$  перееада землеройной техники на следующие участки (в случае разработки траншей в задел).

7. Длины допустимых опережений  $DL$  (заносится от точки 0).

8. Статистические характеристики законов распределения сменных выработок. Массивы  $KR$ ,  $MR$ ,  $MZR$ ,  $VR$  заполняют по видам работ последовательно по номерам участков.

В подпрограмме "АЛГОРИТМ" вводят следующие данные (пакет данных приведен на рис.2):

777	7
РРР2	6
САТР	5
ЕТА	4
НРР	3
НМРХ	2
77111	1

Рис.2. Пакет данных подпрограммы "АЛГОРИТМ":

I-7 - номера карт

1. Карта 77III.
2. Максимальное количество технологических модулей-массив  $N_{MAX}$  по всем видам работ.
3. Первоначальное количество технологических модулей-массив  $N_{PER}$  по всем видам работ.
4. Коэффициенты  $\beta$ , учитывающие увеличение организационно-технологических перерывов с ростом числа модулей - массив  $ETA$ .
5. Приведенные затраты (3) на один технологический модуль по каждому виду работ-массив  $SATR$ .
6. Величина незначительности простоев РТР2, определяющая конец расчета.
7. Карта 777.

## КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР

1. Для проведения расчетов был выбран участок трубопровода диаметром 1220 мм, сооружаемого одной строительной организацией.

Границами осуществления одного потока (выбранного в качестве представителя из трех потоков, работавших на данном участке) являлись начало участка и большая водная преграда. Общая длина участка потока  $L_{SR} = 86,2$  км.

2. Пакет данных для программы формировали в последовательности, приведенной в прил.4, следующим образом:

- 1) вид работы имитационной модели  $TIPRAB = 1$ ;
- 2)  $KOLP = 25$ ;  $KOLS = 170$ ;
- 3)  $N10 = 20$ ;  $N11 = 0,5$ ;  $N12 = 20$ ;  $N13 = 0,5$ ;  $N14 = 0,8$ ;
- 4)  $LOGS = 010101010101010101$ ;
- 5)  $LOGT = 110101$ ;

6) массив протяженностей участков категориями местности по видам работ  $DLV$  заполняют в соответствии с категориями местности по табл.27;

- 7)  $SP = 112111$ ;
- 8)  $DL = 5,0; 46,6; 48,5; 66,4; 69,0; 70,0; 82,0$ ;
- 9) выбранные типы технологических модулей по видам работ приведены в табл.28.

В соответствии с п.4 раздела 5 заполняют массивы

$$\{BR\} \{MR\} \{VR\} \{MZR\}.$$

Значения массива  $\{BR\}$  коэффициентов  $B_1, B_2$  закона распределения производительности технологических модулей приведены в табл.29.

Значения массива  $\{MR\}$  коэффициента растяжения  $\mu$  сменных выработок технологических модулей показаны в табл.30.

Значения массива  $\{VR\}$  коэффициента  $\nu$  функции плотности распределения сменных выработок даны в табл.31.

Значения массива  $\{MZR\}$  коэффициента  $\mu_2$  целосменных простоеев приведены в табл.32.

Таблица 27

№ участка	Значения массива в зависимости от вида работ									
	Расчистка трассы от леса		Разработка траншей		Сварка		Изоляция		Засыпка траншей	
	категория местности	значение места	категория местности	значение места	категория местности	значение места	категория местности	значение места	категория местности	значение места
	DLV	DLV	DLV	DLV	DLV	DLV	DLV	DLV	DLV	DLV
I.	Нет	6,2	КТ-2	2,4	КС-1	46,4	КИУ-1	46,4	КЗ-1	46,4
2.	KP-I	10,6	КТ-9	46,4	КС-2	47,5	КИУ-2	47,5	КЗ-3	47,5
3.	Нет	12,2	КТ-7	47,5	КС-1	66,2	КИУ-1	66,2	КЗ-1	66,2
4.	KP-I	16,2	КТ-9	66,2	КС-2	86,2	КИУ-2	86,2	КЗ-3	86,2
5.	Нет	20,5	КТ-7	68,3						
6.	KP-I	26,5	КТ-9	69,3						
7.	Нет	33,2	КТ-7	80,1						
8.	KP-I	36,2	КТ-9	86,2						
9.	Нет	38,6								
10.	KP-I	39,8								
II.	Нет	44,7								
I2.	KP-I	46,2								
I3.	Нет	56,2								
I4.	KP-I	57,2								
I5.	Нет	60,0								
I6.	KP-I	66,2								
I7.	Нет	67,7								
I8.	KP-I	78,2								
I9.	Нет	79,8								
20.	KP-I	86,2								

П р и м е ч а н и е . Массив заполняют последовательно по строкам.

Таблица 28

Вид работы	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
Тип модуля	МР-3Ф1220	МТ-1Ф1220	МС-2Ф1220	ММУ-1Ф1220	МЗ-1Ф1220
		МТ-2Ф1220			МЗ-3Ф1220

Таблица 29

№ ука- стка	Значения коэффициентов в зависимости от вида работ									
	Расчистка трас- сы от леса		Разработка траншеи		Сварка		Изоляция		Засыпка трубопро- вода	
	$B_1$	$B_2$	$B_1$	$B_2$	$B_1$	$B_2$	$B_1$	$B_2$	$B_1$	$B_2$
I	2,3	3,5	2,0	1,0	1,2	19,3	4,75	4,75	2,6	2,6
2	2,3	3,5	2,0	1,0	1,2	19,3	4,75	4,75	2,6	2,6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2,3	3,5	2,0	1,0	1,2	19,3	4,75	4,75	2,6	2,6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	2,3	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е . В таблице все двадцать строк совпадают с первой строчкой.

Таблица 30

№ участка	Значения $\mu$ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трас- сы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
1	0,8	0,65	1,7	3,3	1,0
2	0,8	1,2	1,3	2,3	0,8
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	0,8	1,2	1,3	2,3	0,86
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
20	0,8				

Таблица 31

№ участка	Значения $\nu$ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
1	0,12	0,3	0,02	0,01	0,02
2	0,12	0,3	0,03	0,01	0,02
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	0,12	0,3	0,02	0,01	0,02
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
20	0,12				

Таблица 32

№ участка	Значения $\mu_Z$ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
1	1,8	2,0	1,8	2,2	1,8
2	1,8	2,0	1,8	2,2	1,8

## Окончание табл.32

н участ- ка	Значения $\mu$ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	1,8	2,0	1,8	2,2	1,8
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
20	1,8				

- I0) карта 77III;  
 II)  $N_{MAX} = 3,3,4,1,5$ ;  
 I2)  $N_{PER} = 1,1,1,1,1$ ;  
 I3)  $ETA = 0,8; 0,98; 0,74; 0,80; 0,95$ ;  
 I4)  $ZATR = 29,7; 15,61; 117,22; 362,14; 8,14$ ;  
 I5)  $PTPI = 1$ ;  
 I6) карта 777;  
 I7) сформированный пакет данных представлен на перфокартах;  
 I8) в пакет программы вводятся значения управляющих переменных  $SADEL = 0$  (задельная разработка траншей не проводится)  $LOGF = 0$ .
3. В результате проведения расчетов на ВМ по программе 'TRUBA' получен оптимальный (для сооружения данного участка трубопровода в директивные сроки) ресурсный состав линейного потока, который приведен в табл.33.

Таблица 33

Виды работы	Расчистка трассы от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
Число модулей	2	2	3	I	2

ПРОГРАММА *TRUBA*

```

C ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА
COMMON /BB/KR(2,100),MR(100),MZR(100),VR(100),OLV(5+20),LOGS(20),
*LOGT(20),DL(20),SP(20),K0_P,K0LS
COMMON /BHE/ FHAT(5),DISP(5),FMP(13),DMP(13)
REAL KR,MR,MZR
INTEGER SP           ;ТИПРАВ
INTEGER SADEL
READ (1,1) TIPRAB, NPOCTR
1 FORMAT(2I2)
IF(TIPRAB-1) 29,21,21
28 PRINT 29,TIPRAB
291 FORMAT(10X,'ПРОВЕРКА ТРАССЫ.',16)
CALL BADD(1)
LOGF=8
PRINT 988,SADEL,LOGF
988 FORMAT(10X,'РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕЛИ: /'
*10X,'ЗАДЕЛ ',I1,' СВЯЗЬ С.-Т. ',I1)
CALL MODEL(SADEL,LOGF)
GO TO 77
21 PRINT 211,TIPRAB
211 FORMAT(10X,'ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ПОТОКА.',16)
CALL ALGOR
77 CONTINUE
STOP
END

SUBROUTINE BADD(PETSCH)
COMMON /BB/KR(2,100),MR(100),MZR(100),VR(100),OLV(5+20),LOGS(20),
*LOGT(20),DL(20),SP(20),K0LP,K0LS
REAL KR,MR,MZR
INTEGER SP

```

```
975 FORMAT (12,13)
99 FORMAT (6I2)
96 FORMAT (2B11)
95 FORMAT (2BF4.2)
94 FORMAT (2B11)
966 FORMAT (2B11)
97 FORMAT (2BF4.1)
98 FORMAT (2BF4.2)
DO 1100 I=1,100
KR(1,1)=0.
KR(2,1)=0.
HZR(1)=0.
MR(1)=0.
VR(1)=0.
1100 CONTINUE
READ (1,975) KOLP,KOLS
READ (1,981) N18,N11,N12,N13,N14,N15
READ (1,96) (LOGS(I5),I5=1,N12)
READ (1,966) (LOGT(I9),I9=1,N14)
READ (1,95) ((DLV(I7,J1),I7=1,5),J1=1,N12)
READ (1,94) (SP(J2),J2=1,N13)
READ (1,97) (DL(I4),I4=1,N11)
N18=N18+5
READ (1,98) ((KR(I,J1),I<1:2),J1=1,N18),
*(MR(I1),I1=1,N18),(VR(I2),I2=1,N18),
*(HZR(I3),I3=1,N18)
PRINT 861
861 FORMAT(5BX,'ПРАССА')
PRINT 882,N18,N11,N12,N13,N14,N15
882 FORMAT(10X,'КОЛ. УЧАСТКОВ ПО ВИДАМ РАБОТЫ ',6I4)
886 FORMAT(10X,'КОЛ. СМЕН ПЕРЕЕЗДА'/10X,2B15)
887 FORMAT(10X,'ДОП. ОПЕРЕЖЕНИЕ НА УЧАСТКЕ'/10X,2BF5.2)
NWRITE (3,886) (SP(I),I=1,N13)
NWRITE (3,887) (DL(I),I=1,N11)
PRINT 812,KOLP,KOLS
812 FORMAT(10X,'ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ',
*13,' ПОТОКОВ ПО ',13,' СМЕН')
77 RETURN
END
```

```

SUBROUTINE ALGOR
COMMON /BB/KR(2,100),MR(120),HZR(100),VR(1,80),DLV(5,20),LOC3(20)
*LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KOLS
COMMON /BHE/ FMAT(5),DISP(5),MP(13),DMP(13)
COMMON /ISP/ MU(c),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,V,P(13)
COMMON /SPE/ ,PLS,5)
DIMENSION NMAX(5),NPER(5),ETA(5),SATR(5),NS03(5),NSATR(5),
*PRO1(100),PROST(13)
REAL NR,MR,MZR
INTEGER SP
INTEGER SADL
CALL BBOD(1)
DO 831 I=1,100
831 PRO1(I)=MR(1)
V= 12605
KMS=0
KTS=0
1001 FORMAT(15)
1000 READ (1,1001) I
IF(I,EQ,777) GO TO 777
IF(I,NF,77111) GO TO 1000
READ (1,201) NMAX(I),I=1,5
201 FORMAT (5I2)
READ (1,201) NPER(I),I=1,5
READ (1,202) (ETA(I),I=1,5)
DO 1008 J=1,5
KTS=KTS+NPER(I)
1008 KMS=KMS+NMAX(I)
202 FORMAT(5FB.2)
READ (1,202) SATR(I),I=1,5
READ (1,203) PTP1,PTP2
203 FORMAT(2I6,3)
PRINT 205,NPER
PRINT 204,NMAX
PRINT 206,ETA
PRINT 207,SATR
PRINT 208,PTP1,PTP2

```

```

285 FORMAT(10X,'ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ СОСТАВ',3X,5I4
284 FORMAT(10X,'МАКС. КОЛ. РЕСУРСОВ',5,4)
286 FORMAT(10X,'КОЭФ. ОПР. ПРОДУК.',5F6.2)
287 FORMAT(10X,'ЗАТРАТЫ НА ЕД. РЕСУРСА',5F6.2)
288 FORMAT(10X,'ИНТЕРВАЛ БЕЗРАЗЛИЧИЯ',F8.3/
*10X,'ИНТЕРВАЛ НЕЗНАЧЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЕВ',F8.3)
SADEL=0
LOGF=0
PRINT 289,7ENA
289 FORMAT(10X,'ЧЕНА ИУГО КМ',F8.2)
PRINT 988,SADEL,LOGF
988 FORMAT(10X,'РЕЖИМ РАБОТЫ ЧАДЕЛИИ'
:10X,'ЧАДЕЛ 1111',:СВАЗЬ С. - Т. ',11)
JJ=0
JR=0
EFEKTN=-1.F86
CALL UPOR(SATR,NSATR)
PTP1=PTP1=0.075
Z=0.0001
LYAR=1
GOTO 7200
1 CONTINUE
PRINT 214,NPER
CALL MODEL(SADEL,LOGF)
PV2=FMP(1)+FMP(2)+FMP(6)
PV3=FMP(3)+FMP(5)
PN=PV2

IF(PV2.LT.PV3) PN=PV3
IF((PN+FMP(7)+FMP(8)).LE.PTP2) GO TO 70
3 CONTINUE
SIS=0.
DO 2 J=1,5
2 SIS=SIS+SATR(J)*NPER(J)
EFEKTN=FMP(5)/SIS
IF(EFEKTN-EFEKTN) 20,20,30

```

```

23 CONTINUE
J=JJ
CALL VARIAT (J,Z,LVAR)
IF(LV.EQ.1) GOTO 7231
IF(Z.GE.PTP1) NPER(JJ)=NPER(JJ)-1
7231 CONTINUE
LW=2
IF(PV3.LT.PV2) LW=3
12 CALL BPRINT(NSATR,JR,LW)
IF(LW.NE.0) GO TO 4
PRINT 221
221 FORMAT(1BX, H3M. РЕСУРСА НЕ АДТ. 300"Н0.")
GO TO 76
4 JJ=NSATR(JR)
KTS=KTS+1
IF(KTS-KM8) 45,A5,75
75 PRINT 411
411 FORMAT(1BX,"РЕСУРСИ ИСЧЕРПАНЫ")
GO TO 76
45 CONTINUE
IF(NPER(JJ)=NMAX(JJ)) 46,13,13
13 KTS=KTS-1
GO TO 12
46 CONTINUE
NPER(JJ)=NPER(JJ)+1
7260 CONTINUE
DO 6 I=1,20
DO 6 II=1,5
MM=(I-1)*5+II
6 MR(MM)=PRO1(MM)*NPER(II)*ETA(II)**NPER(II)
LV=8
GO TO 1

```

+

```
30 CONTINUE
    LV=1
    EFEKTS=EFEKTV
    LVAR=0
    JR=0
    DO 31 I=1,13
31  PROST(I)=FMP(I)
    DO 32 J=1,5
32  NSC*(J)=NPER(J)
    PRINT 7808,EFEKTS,NPER
7808 FORMAT(10X,'ЗФЕКТ',E12.5,',СОСТАВ',5I4
    PRINT 7801,PROST
7801 FORMAT(10X,'П ОСТОИ',13F7.2)
    GO TO 26
    76 PRINT 212,EFEKTS
212 FORMAT(10X,'ПАРАМЕТРЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПОТОКА',10X,'ЗФЕКТ',E12.5)
    PRINT 214,NSC
214 FORMAT(10X,'СОСТАВ:',5I4)
    PRINT 312,PROST
312 FORMAT(10X,'ПРОСТОИ:',13F7.2)
    GO TO 77
    78 CONTINUE
    PRINT 7800,NPER,FMP
7800 FORMAT(10X,'ПОТОК, ОБНУЛЯЮЩИЙ ПРОСТОИ,',2X/10X,'СОСТАВ:',5I4/
    *10X,'ПРОСТОИ:',13F7.2)
    GO TO 76
    77 CONTINUE
    777 RETURN
    END
IN IV V.M 2.0                      ALGOR
```

```

SUBROUTINE SADEL(SADEL,LOGF)
C ИМПАТИЧННАЯ МАСЛЬ
COMMON /BB/KR(2,20),MR(120),IZR(100),VR(100),DLV(5,20),LOGS(20),
*LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KJLS
COMMON /ISP/  U(6),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,V,P(13)
COMMON /BHE/  FMAT(5),DISP(5),FMP(13),QMP(13)
DIMENSION M(5),LSUM(5),LS(5),LS3(2)
REAL KR,MR,MZB,MU,MUZB,K,LSUM,LS,LS3,LTV,LPER,LZU,L3
INTEGER SP
INTEGER PR1,PR2
INTEGER SADEL
INTEGER V
IP=0
SADEL=0
DO 9999 J=1,5
FMAT(J)=0.
9999 DISP(J)=0.
DO 7930 J=1,13
FMP(J)=0.
7930 DMP(J)=0.
LSR=86.0
LZU=2.0
M1=20
LPER=2.5
7777 IP=IP+1
IF(IP-KOLP) 110,110,106

```

```
110 CONTINUE
DO 9735 J=1,13
9735 P(J)=0.
L=1
PR1=1
PR2=1
MPR3=1
IN=0
L3=0.
I2=0
DO 281 J=1,5
M(J)=1
LSUM(J)=0.
CALL SAGR(J,0,1)
281 CONTINUE
L=VE/L
199 IN=IN+
IF(IN-NOLSI .LT. 0) GO TO 7792
175 DO 111 J=1,5
CALL SLSCH(J,Y,1)
LS(J)=Y
111 LSUM(J)=LSUM(J)+LS(J)
IF(LCGS(M(1)).EQ.J) LSUM(1)=LSUM(1)-LSUM(1)-LS(1)+PER
IF(MPR3.NE.0) GOTO 225
IF(LSUM(2).LT.DX) GOTO 225
LS(2)=LS(2)-(LSUM(2)-DX)
LSUM(2)=DX
225 CONTINUE
DO 115 J=1,5
IF(LCGS(M(1)).EQ.0) LS(1)=PER
X=1.
IF(LSUM(J).LT.LSP) GOTO 116
LSUM(J)=LSR
IF(J.EQ.5) GO TO 7792
GOTO 115
116 IF(M1.GE.M(J)) GOTO 118
PRINT 119
GO TO 7777
```

FORTRAN IV V.M 2.0

MODEL

DATE 27/03/88

TIME

```

118 IF(LSUM(J).LE.DLV(J,M(J))) GOTO 115
79 IF(LS(.),EQ.4 GOTO 115
X=(LSUM(J)-DLV(J,M(J)))/LS(J)*X
Y=DLV(J,M(J))-LSUM(J)+LS(J)
CALL SACRI(J,Y,J),1)
CALL SLSCH(J,7,1)
IF(J.NE.1) GOTO 922
MMH=M(J)+1
IF(LOGS(MMH).EQ.6)Z=IPFR

922 LSUM(J)=DLV(J,M(J))+X*Z
LS(J)=Y+X*Z
M(J)=M(J)+1
GOTO 116
115 CONTINUE
116 (1(L,1,F,33,23,13
252 ST=LSR
GOTO 31
33 ST=0
34 IF(LSUM(1)-LS(M(1))36,35, 5
36 CONTINUE
IF(LS(.),EQ.4 15,2)=LSUM(2)-LSUM(1)
P(1)=P(1)+LSUM(1)-LSUM(1)/LS(2)
LSUM(2)=LSUM(1)
35 IF(LSUM(1)-LS(M(1))37,38,38
37 CONTINUE
IF(LS(.),EQ.2 LS 3)=LSUM(3)-LSUM(1)
P(3)=P(3)+LS(M(3))-LSUM(1)/LS(3)
LSUM(3)=LSUM(1)
38 IF(LSUM(2)+ST LSLY(3))48,39,39

```

```
48 CONTINUE
  IF(LS(3).EQ.3)LS(3)=LSUM(3)-LSUM(2)
  P(4)=P(4)+(LSUM(3)-LSUM(2))/LS(3)
  LSUM(3)=LSUM(2)
39 IF(LSUM(3)=LSUM(4))42,41,41
42 CONTINUE
  IF(LS(4).EQ.3)LS(4)=LSUM(4)-LSUM(3)
  P(5)=P(5)+(LSUM(4)-LSUM(3))/LS(4)
  LSUM(4)=LSUM(3)
41 IF(LSUM(2)=LSUM(4))44,43,43
44 CONTINUE
  IF(LS(4).EQ.3)LS(4)=LSUM(4)-LSUM(2)
  P(6)=P(6)+(LSUM(4)-LSUM(2))/LS(4)
  LSUM(4)=LSUM(2)
43 IF(LSUM(2)=LSUM(4)-LTV)45,45,46
46 CONTINUE
  IF(LS(2).EQ.3)LS(2)=LSUM(2)-LSUM(4)-LTV
  P(2)=P(2)+(LSUM(2)-LSUM(4)-LTV)/LS(2)
  LSUM(2)=LSUM(4)+LTV
  GOTO 3A
45 IF(LSUM(4)=LSUM(5)) 46,47,47
46 CONTINUE
  IF(LS(5).EQ.3)LS(5)=LSUM(5)-LSUM(4)
  P(8)=P(8)+(LSUM(5)-LSUM(4))/LS(5)
  LSUM(5)=LSUM(4)
47 IF(LSUM(4)=LSUM(5)-LZU)49,49,51
51 CONTINUE
  IF(LS(4).EQ.3)LS(4)=LSUM(4)-LSUM(5)-LZU
  P(7)=P(7)+(LSUM(4)-LSUM(5)-LZU)/LS(4)
  LSUM(4)=LSUM(5)+LZU
  GOTO 43
49 IF(SADEL) 988,199,988
```

```

992 CONTINUE
  IF (HPR3 .NE. R) GOTO 225
  IF (LSUM(2) .LT. DX) GOTO 1 .2
  LS(2)=LS(2)-1  SUM(2)=DX
  LSUM(2)=DX
225 CONTINUE
  GOTO 24
  II=II+1
  IF (II .GE. SP1-1) GOTO 1
  IF (II .EQ. R) GOTO 29
  GOTO 24
1 IF (L3 .NE. 0) GOTO 4
5 I2=I2+1
  IF (LOGT(I2) .LE. LOGT(I2+1)) GOTO 5
  NUZ#I2 1
  PR1#0
  L3=DLV(2,I2)
  CALL SAGR(2,I2,5)
4 IF (L3 .LT. LSUM(1)) 7,7,6
7 LOGY=0
  GOTO 11
6 NUR#1
10 IF (L3=DLV(1,N/R)) 9,8,8
8 NUR=NUR+1
  GOTO 17
9 LOGY=LOGSINR
11 CALL SLSCH(2,Y,2)
  LS3(2)=YY
  L3=L3+S3(2)
  IF (L3 .EQ. 0) 12,10,14
  IF (L3=DLV(2,Z)) 12,12,13

```

50

```
13 CALL SACR(2,NUZ,
    X=(L3-DLV(2,NUZ))/LS3(2)
    Y=DLV(2,NUZ)-L3+LS3(2)
    CALL SLSCH(2,Z,3)
    L3=DLV(2,NUZ)+X*Z
    IF(LOGY)17,14,17
14 NUZ=NUZ+1
12 IF(LOGY)17,18,17
17 P(9)=P(9)+LS3(2)
    P(10)=P(10)+1
    L3=L3-LS3(2)
    GOTO 19
18 IF(L3.LE.LSUM(1)) GOTO 19
    I1=8
    NU=1
22 IF(L3=DLV(1,NU)) 21,28,28
28 NU=NU+1
    GOTO 22
21 IF(LOCS(NU).EQ.0) GOTO 19
    IF(NU.EQ.1) GOTO 58
    IF(LSUM(1).LE.DLV(1,NU-1)) GO TO 32
58 P(9)=P(9)+L3-LSUM(1)
    IF(LS3(2).EQ.0) LS3(2)=L3-LSUM(1)
    P(10)=P(10)+(L3-LSUM(1))/LS3(2)
    L3=LSUM(1)
    GOTO 19
32 P(9)=P(9)+L3-DLV(1,NU-1)
    IF(LS3(2).EQ.0) LS3(2)=L3-DLV(1,NU-1)
    P(10)=P(10)+(L3-DLV(1,NU-1))/LS3(2)
    L3=DLV(1,NU-1)
19 IF(L3.LE.DL(L+1)) GOTO 24
    IF(LS3(2).EQ.2) LS3(2)=L3-DL(L+1)
    P(11)=P(11)+(L3-DL(L+1))/LS3(2)
    L3=DL(L+1)
```

```
24 IF(PR1.EQ.1) GOTO 25
IF(LSUM(2).LT.DLV(2,12)) GOTO 25
LSUM(2)=3
M(2)=NU2
PR1=1
DLX=DLV(2,I2)
DX=DL(L+1)
L=L+1
L3=0
I1=0
MPR3=0
DY=LTV
PR2=0
25 IF(PR2.EQ.1) GOTO 29
IF(LSUM(4).GE.DLX) GOTO 28
P(13)=P(13)+1,
LTV=(DY+(DLX-LSUM(4))+(DX-DLX)*(LSUM(2)-DLX))/(LSUM(2)-
*LSUM(4))
GOTO 29
28 LTV=DX-DLX
MPR3=1
IF(LSUM(2)-DX)30,30,31
30 P(12)=P(12)+1
GOTO 29
31 PR2=1
```

```
29 END 199
7792 CONTINUE
    DO 7712 J=1,5
    FMAT(J)=FMAT(J)+LSUM(J)
7712 DISP(J)=DISP(J)+LSUM(J)*2
    DO 7713 J=1,13
    FMP(J)=FMP(J)+P(J)
7713 DMP(J)=DMP(J)+P(J)*2
    GO TO 7777
186 CONTINUE
1868 FORMAT ('ПРОСТОМ',13F5.2)
    DO 1866 J=1,5
    FMAT(J)=FMAT(J)/KOLP
1866 DISP(J)=DISP(J)/KOLP-FMAT(J)*2
    DO 1867 J=1,13
    FMP(J)=FMP(J)/KOLP
1867 DMP(J)=DMP(J)/KOLP-FMP(J)*2
    PRINT 7186,FMAT
    PRINT 1868,FMP
7186 FORMAT(' СТАТИКА ',5(E13.5,1X))
119 FORMAT('ОШИБКА В ЗАДАНИИ УЧАСТКОВ')
    RETURN
END
```

```

SUBROUTINE VARIAN (J,Z,LOG)
COMMON /BHE/ FMAT(5),DISP(5),FMP(13),OMP(13)
COMMON /SPE/ PLS(5)
A=FMAT(5)
IF (LOG.EQ.1) GOTO 11
IF (J.EQ.1) Y=1
IF (J.EQ.2) Y=(FMP(1)+FMP(2))/A=FMAT(2)
IF (J.EQ.3) Y=FMP(3)/A=FMAT(3)
IF (J.EQ.4) Y=(FMP(5)+FMP(6)+FMP(7))/A=FMAT(4)
IF (J.EQ.5) Y= FMP(8)/A=2
Z=Y-PLS(J)
11 CONTINUE
PLS(1)=A
PLS(2)=(FMP(1)+FMP(2))/A=FMAT(2)
PLS(3)=FMP(3)/A=FMAT(3)
PLS(4)=(FMP(5)+FMP(6)+FMP(7))/A=FMAT(4)
PLS(5)=FMP(8)/A=2
RETURN
END

SUBROUTINE SAGR (JJ,MM,LL33)
COMMON /BB/KR(2,100),MR(100),MZR(100),VR(100),DLV(5+20),LOGS(20),
*LOGT(20),D1(20),SP(20),KDLP,KOLS
COMMON /ISP/ MU(6),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,VIP(13)
REAL KR,MR,MZR,K,MU,MUZB
INTEGER SP
II=JJ
IF (LL33.EQ.3)*I=6
IRA=JJ+MM*5
K(1,II)=KR(1,IRA)
K(2,II)=KR(2,IRA)
MU(II)=MR(IRA)
MUZB(II)=MZR(IRA)
V1(II)=VR(IRA)
RETURN
END

```

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения .....	3
2. Система показателей, учитывающих влияние природно-климатических условий на темпы производства ведущих видов работ .....	4
3. Система технологических модулей, составляющих ресурсы линейных потоков .....	5
4. Алгоритмы и программы моделей .....	8
5. Исходная информация .....	10
6. Размещение линейных потоков по трассе сооружаемого трубопровода .....	13
Приложения .....	15

---

### Руководство

по оптимизации составов и размещения строительных потоков при разработке проекта производства работ по сооружению магистральных трубопроводов

Р 389-80

Издание ВНИИСТА

Редактор Т.Я.Разумовская

Корректор С.П.Михайлова

Технический редактор Т.В.Беренева

---

Л-53626 Подписано в печать 25/УП 1980 Формат 60x84/16

Печ.л. 3,75 Уч.-изд.л. 3,0 Бум.л. 1,875

Тираж 1000 экз.

цена 30 к.

Заказ 71

---

Ротапринт ВНИИСТА