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

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.643.002.2

Настоящее Руководство посвящено вопросам организации 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, оно может быть использовано при составлении проектов производства работ (ППР) трестов, главков и объединений, а также при составлении проектов организации строительства (ПОС) как отдельного трубопровода, так и их системы.

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

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1980

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

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

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

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 ввиду 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, степени 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 I 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 траншеи 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.I. Существенной специфической чертой строительства линейной части магистральных трубопроводов являются вариации темпов технологических операций в связи с постоянно изменяющимся 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 трассовкам).

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

3. СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ, СОСТАВЛЯЮЩИХ РЕСУРСЫ ЛИНЕЙНЫХ ПОТОКОВ

3.I. 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:

$$f(P)=\frac{1}{M-M_0}\,\frac{1}{F(B_1+1,B_2+1)}\left(\frac{P-M_0}{M-M_0}\right)^{B_1}\left(1-\frac{P-M_0}{M_1-M_0}\right)^{B_2}, \qquad (I)$$

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;

P - значения сменной выработки, принимаем $\mu_0 \leq P \leq \mu$;

μ, μ_0 - соответственно максимальное и минимальное значения сменных выработок, причем $\mu_0 = 0$.

Коэффициенты B_1, B_2 рассчитывают по методу моментов:

$$B_1 = \frac{SP(K_2+1)}{1-SP}; \qquad (2)$$

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

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

$\sigma^2 = \frac{N\sum_{i=1}^{N} P_i - \left(\sum_{i=1}^{N} P_i\right)^2}{N(N-1)}$ - 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-I, а также коэффициентов растяжения μ_H, с помощью которых получают реальные величины производительностей модулей, даны в табл.21-26 прил.3.

В прил.3 также указан коэффициент α, который учитывает целосменные простои, рассчитываемые по формуле

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

где $N_{ц.п}$ - количество целосменных простоев;

$N_к$ - количество календарных дней.

В табл.2I–26 прил.3 все значения приведены для базовых условий, соответствующих категориям с индексом I.

3.5. Изменение линейных темпов ведущих работ учитывают следующим образом:

I) умножением коэффициента μ_H на соответствующий показатель относительного изменения темпов в зависимости от категорий местности (см.табл.I–8 прил.I);

2) коррекцией μ_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

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

где μ_H – значения коэффициента приведены в табл.2I–26 прил.3;

ℓ – длина участка планировки;

V – объем планировочных работ;

$V_H = 1000\,м^3$; $\ell_H = 100\,м$ – нормативные значения соответственно объема и длины участка трассы;

б) для расчистки – отношением ширины полосы отвода;

в) для разработки и засыпки траншеи – 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

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

где j – номер работы;

N_j – число модулей;

b_j – показатель потерь рабочего времени, связанных с организационно-технологическими перерывами, которые растут при увеличении числа модулей.

Значение коэффициента η рассчитывают по формуле

$$\eta = \frac{V_{пер}}{V_{пер} + P}, \qquad (7)$$

где $V_{пер}$ – скорость перебазировки технологических модулей;

P – математическое ожидание производительностей технологического модуля.

Численное значение η можно принимать в интервале 0,80-0,98.

4. АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ МОДЕЛЕЙ

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

Имитационная модель функционирования линейного потока оформлена в виде программы TRUBA 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 "ПРОТЯЖЕННОСТЬ", 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 определяется протяженностью трассы, пройден-

ной колоннами и бригадами специализированных потоков за фиксированное количество смен.

Технологический граф представлен в виде системы неравенств, членами которых являются суммарные протяженности, поступаемые 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 простои, вызванные отсутствием открытого фронта работ, и производится выравнивание таких протяженностей;

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

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

а) разработка траншеи 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.

Примечание. 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 ФОРТРАН и предназначена для использования на ЭВМ типа ЕС (прил.6).

5. ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

5.I. 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 (засыпке трубопровода в траншее).

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

$$KOLP = \left(\frac{\sigma_x}{\varepsilon}\right)^2 \left[\Phi^{-1}\left(\frac{1}{2}\,Q\right)\right]^2, \qquad (8)$$

где Q - уровень доверия;
σ_x - среднее квадратичное отклонение;
ε - точность;
Φ^{-1} - функция - обратная функция Лапласа.

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

$$KOLP = 15\text{-}20.$$

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 началу участка с номером I 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.2I-26 прил.3, коэффициенты растяжения (μ) рассчитывают в соответствии с п.3.5 и табл.2I-26 прил.3, интервал изменения равномерных случайных чисел ν, необходимых для получения значений сменных выработок, определяют по табл.2I-26 прил.3 и показатель количества целосменных простоев μ_Z рассчитывают по формуле

$$\mu_Z = 1 + \alpha.$$

Форма

№ участка	Границы участков для различных видов работ и категорий местности														
	Расчистка (планировка)			Разработка траншеи			Сварочно-монтажные работы			Изоляционно-укладочные работы			Засыпка трубопровода		
	начало участка	конец участка	категория местности	начало участка	конец участка	категория местности	начало участка	конец участка	категория местности	начало участка	конец участка	категория местности	начало участка	конец участка	категория местности

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

$$З = С + E_н K \,, \qquad (9)$$

где $С$ - себестоимость работы технологических модулей;
$E_н$ - нормативный коэффициент;
K - капитальные вложения.

5.8. Логическая константа *LOGS* принимает значения 0 или I и определяет участки трассы, на которых следует (I) 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 *LOBT* определяют тип основной машины (роторный или одноковшовый экскаватор), ведущей разработку траншеи в случае работы блока "ЗАДЕЛ".

5.IO. 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.II. Для определения допустимых опережений работ по рытью 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.I. Оптимизацию составов линейных потоков и их размещение по трассе сооружаемого трубопровода производят в несколько этапов:

I) 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 $\frac{З_j}{P_j}$ является наименьшим,

здесь $З_j$ - приведенные затраты на один технологический модуль на единицу выполненного объема, на I 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;

простои 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 (сближение 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-I, где К – категория местности, П – планировочные работы; I – первый тип категории местности.

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

Таблица I

Категория местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
Равнинно-холмистая	КП-I	I,0
Барханные гряды	КП-2	0,05

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

Таблица 2

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

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

Таблица 3

Категории местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
По грунтам, разрабатываемым одноковшовыми экскаваторами		
Группа грунтов I-II	КТ-I	1,00
Группа грунтов III-IУ	КТ-2	0,61
Мерзлые грунты групп III-IУ	КТ-3	0,42
Мерзлые грунты групп III-IУ с предварительным рыхлением	КТ-4	0,60
Скальные грунты (группа УI)	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	I,0
Группа грунтов III-IУ	КТ-I0	0,55
Мерзлые грунты	КТ-II	0,32
Мерзлые грунты с предварительным рыхлением	КТ-I2	0,55

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

Таблица 4

Категории местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
Устойчивые грунты	κC-I	I,00
Болота	κC-2	0,83
Пески	КС-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-I	1,00
Болота	КИУ-2	0,7I
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	I,0
усиленного типа	0,9I
Битумно-резиновые покрытия:	
нормального типа	0,8I
усиленного типа	0,7I

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-I	I,00
Пески	КЗ-2	0,75
Грунты с наличием булыг и валунов в отвале	КЗ-3	0,86
Мерзлые грунты в отвале	КЗ-4	0,5I

Влияние рельефа местности на темпы работ, выраженное по изменениям продольных уклонов, определяют в соответствии с табл.8.

Таблица 8

Величина продольных уклонов, град.	Относительные изменения сменных выработок
До 8	I,0
От 8 до I5	0,6
От I5 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 ϕ – диаметр трубопровода. За знаком ϕ можно подставлять любые значения диаметра трубопровода.

Например, МП-Iϕ1420, где М – технологический модуль, П – планировочные работы, I – порядковый номер модуля, ϕ1420 – 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-I ϕ
Бульдозер мощностью 300 л.с.	I	МП-2 ϕ
Комплект бульдозеров мощностью, л.с.*:		МП-3 ϕ
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-I ϕ
Бульдозер мощностью 300 л.с.	I	МР-2 ϕ
Звено механизированной валки леса и корчевки:		МР-3 ϕ
лесовалочные машины,	2	
трелевочный трактор	I	
корчеватель	I	

Окончание табл.IO

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

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

Таблица II

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

Технологические модули на сварочно-монтажные работы - неповоротная сварка (МС) показаны в табл. I2.

Состав специализированной бригады (МС) определяют в соответствии с типом модуля по таблицам I5 и I6.

Таблица I2

Состав технологических модулей	Количество сварщиков в головной группе	Обозначение модуля
Поточно-групповой метод (ПГМ):		
головная I-я группа	2	МС-I -I Ø
головная 2-я группа	3	МС-2 -2 Ø
головная 3-я группа	4	МС-3 -3 Ø
Поточно-расчлененный метод (ПРМ):		
головная I-я группа	4	МС-4 -4 Ø
головная 2-я группа	6	МС-5 -5 Ø
головная 3-я группа	8	МС-6 -6 Ø
Контактная сварка	-	МС-7 -7 Ø
Газоэлектрическая автоматическая сварка	-	МС-8 -8 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-I 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 I4

Состав модуля	Состав специализированной колонны для различных модулей				
	МИУ-I0720	МИУ-I0820	МИУ-I0I020	МИУ-I0I220	МИУ-I0I420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:					
I5	3	3	2	-	-
30	-	-	2	2	-
90	-	-	-	3	7
Очистные машины	I	I	I	I	I
Изоляционные машины	I	I	I	I	I
Экскаватор с грейфером	I	I	I	I	I
Персонал (общая численность)	I4	2I	23	24	26

Таблица I5

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей														
	МС-IØ720	МС-2Ø720	МС-3Ø720	МС-IØ820	МС-2Ø820	МС-3Ø820	МС-IØI020	МС-2ØI020	МС-3ØI020	МС-IØI220	МС-2ØI220	МС-3ØI220	МС-IØI420	МС-2ØI420	МС-3ØI420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:															
I5	2	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2		-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2
Сварочные агрегаты (посты)	6	8	-	6	8	-	8	I0	I4	-	I0	I4	I0	I2	I6
Персонал,	30	3I	-	30	3I	-	30	3I	37	30	33	37	30	33	39
в том числе сварщики	6	8	-	6	8	-	8	I0	I4	8	I0	I4	I0	I2	I6

Таблица I6

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей														
	МС-4Ø720	МС-5Ø720	МС-6Ø720	МС-4Ø820	МС-5Ø820	МС-6Ø820	МС-4ØI020	МС-5ØI020	МС-6ØI020	МС-4ØI220	МС-5ØI220	МС-6ØI220	МС-4ØI420	МС-5ØI420	МС-6ØI420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:															
I5	3	3	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3
Сварочные агрегаты (посты)	8	9	-	8	9	-	8	I2	I4	8	I2	I4	I2	I6	24
Персонал,	34	36	-	34	36	-	34	40	43	34	40	43	40	46	58
в том числе сварщики	8	9	-	8	9	-	8	I2	I4	8	I2	I4	I2	I6	24

Таблица I7

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-2ø720	МИУ-2ø820	МИУ-2øI020	МИУ-2øI220	МИУ-2øI420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:					
I5	3	3	I	-	-
30	-	-	2	4	-
90	-	-	-	-	-
Очистная машина	I	I	I	I	4
Изоляционная машина	I	I	I	I	I
Персонал (общая численность)	I9	20	20	24	27

Таблица I8

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-3ø720	МИУ-3ø820	МИУ-3øI020	МИУ 3øI220	МИУ-3øI420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:					
I5	4	4	-	-	-
30	-	-	4	5	-
90	-	-	-	-	6
Персонал (общая численность)	I0	I0	I2	I4	I5

Таблица I9

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	мИУ-4ø720	мИУ-4ø820	мИУ-4ø1020	мИУ-4ø1220	мИУ-4ø1420
Трубоукладчик грузоподъемностью, т:					
I5	-	-	I	I	I
30	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-
Комплект ручных инструментов	I	I	-	-	-
Комплект машин:					
ИС-I0I	-	-	I	-	-
ИС-I22	-	-	-	I	-
ИС-I42	-	-	-	-	I

Технологические модули на засыпку трубопровода (мЗ) приведены в табл.20.

Таблица 20

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

При изменении технологии 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. 2I-23 для одной категории местности и в табл.24-26 - для двух категорий местности.

В таблицах 2I-26 приняты следующие обозначения:

B_1, B_2 - параметры законов распределения;

$\mu_н$ - коэффициент растяжения;

α - коэффициент относительного числа целосменных простоев;

ν - параметр, необходимый для получения случайных чисел.

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

Например, МП-IØI420, где М - технологический модуль, П - планировочные работы, I - порядковый номер модуля, Ø I420 - диаметр трубопровода.

Обозначения категорий местности приняты как в прил.I.

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

Таблица 2I

Тип модуля на планировочные работы на трассе (МП)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	$\mu_н$	α	ν
Индекс категории местности КП-2					
МП-IØI420	I,6	I,6	2,0	I,0	0,I
МП-2ØI420	2,3	3,5	3,0	I,0	0,02
Индекс категории местности КП-I					
МП-3ØI420	2,3	3,5	I,7	0,8	0,002

Таблица 22

Тип модуля на расчистку трассы от леса (МР)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ_N	α	$\hat{\nu}$
Индекс категории местности КР-2					
МР-1ФI420	4,75	4,75	I,7	I,0	0,02
МР-2ФI420	4,75	4,75	I,0	I,0	0,02
Индекс категории местности КР-I					
МР-3ФI420	2,26	3,53	0,5	0,8	
МР-4ФI420	0,8	3,9	0,6	0,8	

Таблица 23

Тип модуля на разработку траншей (МТ)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ_N	α	$\hat{\nu}$
МТ-1ФI420	I,2	I9,3	I,0	I,0	0,0I7
МТ-2ФI420	2,0	I,0	I,0	I,0	0,03
МТ-3ФI420	2,8	I4,0	I,0	0,9	0,023
МТ-4ФI420	2,6	2,6	0,9	0,8	0,02
МТ-5ФI420	3,2	I,8	I,7	0,8	0,I
МТ-6ФI420	5,6	3,4	2,5	0,7	0,0I3
МТ-7ФI420	5,6	3,4	2,0	0,7	0,0I3
МТ-8ФI420	2,6	2,6	I,0	I,2	0,0I7

Примечания: I. Для модулей типов МТ-I, МТ-3, МТ-4, значения статистических характеристик даны для категории местности КТ-I.

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 потолочной сварке (МС)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ	α	ν
МС-1 ⌀1420	1,2	19,3	1,0	0,8	0,02
МС-2 ⌀1420	1,2	19,3	1,2	0,8	0,02
МС-3 ⌀1420	1,2	19,3	1,3	0,8	0,02
МС-4 ⌀1420	2,26	3,33	1,1	0,9	0,02
МС-5 ⌀1420	2,26	3,33	1,8	0,9	0,02
МС-6 ⌀1420	2,26	3,33	3,0	0,9	0,02

Таблица 25

Тип модуля на изоляционно-укладочные работы (МИУ)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ	α	ν
МИУ-1⌀1420	4,75	4,75	2,2	1,2	0,04
МИУ-2⌀1420	4,75	4,75	3,0	1,2	0,04
МИУ-3⌀1420	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	μ	α	ν
МЗ-1⌀1420	2,6	2,6	1,0	0,8	0,03
МЗ-2⌀1420	2,6	2,6	1,6	0,7	0,03
МЗ-3⌀1420	2,6	2,6	1,6	0,7	0,03
МЗ-4⌀1420	2,6	2,6	2,3	0,8	0,03

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОДПРОГРАММ "ВВОД" И "АЛГОРИТМ"

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

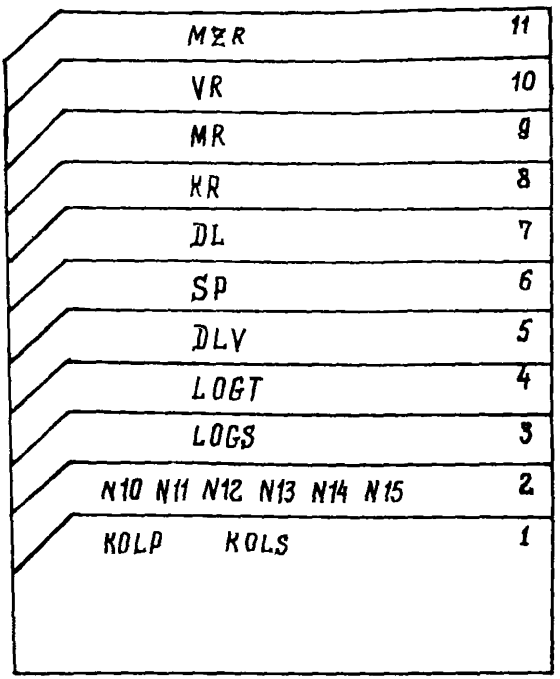

Рис.I. Пакет данных подпрограммы "МОДЕЛЬ":
I-II - номера карт

I. Количество реализаций *KOLP* и количество смен работы потока *KOLS*.

2. Ограничения массивов, 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 траншеи.

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

4. Логическая константа *LOGT*, которая определяет тип основного экскаватора (0 - роторные, I - 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* переезда землеройной техники на следующие участки (в случае разработки траншеи в забой).

7. Длины допустимых опережений *DL* (заносятся от точки 0).

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

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

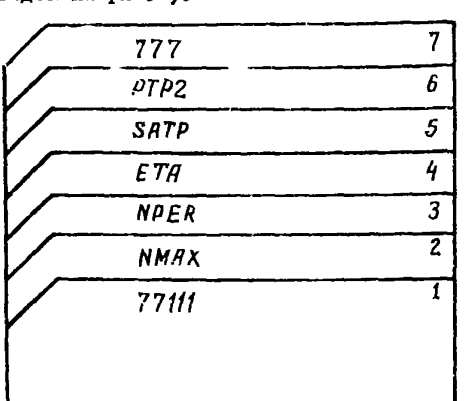

Рис.2. Пакет данных подпрограммы "АЛГОРИТМ":
I-7 - номера карт

I. 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 ζ, учитывающие увеличение организационно-технологических перерывов с ростом числа модулей - массив ETA.

5. Приведенные затраты (З) на один технологический модуль по каждому виду работ-массив $SATR$.

6. Величина незначительности простоев PTP2, определяющая конец расчета.

7. Карта 777.

КОНТРОЛЬНЫЙ ПРИМЕР

I. Для проведения расчетов был выбран участок трубопровода диаметром I220 мм, сооружаемого одной строительной организацией.

Границами осуществления одного потока (выбранного в качестве представителя из трех потоков, работающих на данном участке) являлись начало участка и большая водная преграда. Общая длина участка потока LSR = 86,2 км.

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

I) вид работы имитационной модели $TIPRAB$ = I;

2) $KOLP$ = 25; $KOLS$ = I70;

3) $NI0$ = 20; NII = 0,5; $NI2$ = 20; $NI3$ = 0,5; $N14$ = = 08;

4) $LOGS$= OIOIOIOIOIOIOIOIOIOI;

5) $LOGT$= IIOIO;

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

7) SP = II2II;

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 μ сменных выработок технологических модулей показаны в табл.30.

Значения массива $\{VR\}$ коэффициента ν функции плотности распределения сменных выработок даны в табл.3I.

Значения массива $\{MZR\}$ коэффициента μz целосменных простоев приведены в табл.32.

Таблица 27

№ участка	Значения массива в зависимости от вида работ									
	Расчистка трассы от леса		Разработка траншеи		Сварка		Изоляция		Засыпка траншеи	
	категория местности	значение массива DLV	категория местности	значение массива DLV	категория местности	значение массива DLV	категория местности	значение массива DLV	категория местности	значение массива DLV
I.	Нет	6,2	КТ-2	2,4	КС-I	46,4	КИУ-I	46,4	КЗ-I	46,4
2.	КР-I	I0,6	КТ-9	46,4	КС-2	47,5	КИУ-2	47,5	КЗ-3	47,5
3.	Нет	I2,2	КТ-7	47,5	КС-I	66,2	КИУ-I	66,2	КЗ-I	66,2
4.	КР-I	I6,2	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.	КР-I	26,5	КТ-9	69,3						
7.	Нет	33,2	КТ-7	80,I						
8.	КР-I	36,2	КТ-9	86,2						
9.	Нет	38,6								
I0.	КР-I	39,8								
II.	Нет	44,7								
I2.	КР-I	46,2								
I3.	Нет	56,2								
I4	КР-I	57,2								
I5.	Нет	60,0								
I6.	КР-I	66,2								
I7.	Нет	67,7								
I8.	КР-I	78,2								
I9.	Нет	79,8								
20.	КР-I	86,2								

Примечание. Массив заполняют последовательно по строкам.

Таблица 28

Вид работы	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
Тип модуля	МР-3ФI220	МТ-IФI220 МТ-2ФI220	МС-2ФI220	ММУ-IФI220	МЗ-IФI220 МЗ-3ФI220

Таблица 29

№ участка	Значения коэффициентов в зависимости от вида работ									
	Расчистка трассы от леса		Разработка траншеи		Сварка		Изоляция		Засыпка трубопровода	
	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	I,0	I,2	I9,3	4,75	4,75	2,6	2,6
2	2,3	3,5	2,0	I,0	I,2	I9,3	4,75	4,75	2,6	2,6
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
i	2,3	3,5	2,0	I,0	I,2	I9,3	4,75	4,75	2,6	2,6
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20	2,3	3,5	–	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. В таблице все двадцать строчек совпадают с первой строчкой.

Таблица 30

№ участка	Значения μ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
I	0,8	0,65	I,7	3,3	I,0
2	0,8	I,2	I,3	2,3	0,8
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	0,8	I,2	I,3	2,3	0,86
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
20	0,8				

Таблица 3I

№ участка	Значения ν в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
I	0,I2	0,3	0,02	0,0I	0,02
2	0,I2	0,3	0,03	0,0I	0,02
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	0,I2	0,3	0,02	0,0I	0,02
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
20	0,I2				

Таблица 32

№ участка	Значения μz в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
I	I,8	2,0	I,8	2,2	I,8
2	I,8	2,0	I,8	2,2	I,8

Окончание табл.32

№ участка	Значения μ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трассы от леса	Разработка траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
–	I,8	2,0	I,8	2,2	I,8
–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–
20	I,8				

I0) карта 77III;

II) *NMAX* 3,3,4,I,5;

I2) *NPER* I,I,I,I,I;

I3) ETA = 0,8; 0,98; 0,74; 0,80; 0,95;

I4) *ZATR* = 29,7; I5,6I; II7,22; 362,I4; 8,I4;

I5) PTPI = I;

I6) карта 777;

I7) сформированный пакет данных представлен на перфокартах;

I8) в пакет программы вводятся значения управляющих переменных *SADEL* = 0 (заделывная разработка траншеи не проводится) *LOGF* = 0.

3. В результате проведения расчетов на ЭВМ 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 траншеи	Сварка	Изоляция	Засыпка траншеи
Число модулей	2	2	3	I	2

ПРОГРАММА *TRUBA*

```
C  ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА
      COMMON /BB/KR(2,100),MR(100),MZR(100),VR(:82),OLV(5,20),LOGS(20),
     *LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KOLS
      COMMON /BHE/ FMAT(5),OISP(5),FMP(13),DMP(13)
      REAL KR,MR,MZR
      INTEGER SP          ,TIPRAB
      INTEGER SADEL
      READ (1,1) TIPRAB, NPOCTR
    1 FORMAT(2I2)
      IF(TIPRAB-1) 20,21,22
   20 PRINT 201,TIPRAB
  201 FORMAT(10X,'ПРОВЕРКА ТРАССЫ.',I6)
      CALL BROD(1)
      LOGF=0
      PRINT 900,SADEL,LOGF
  900 FORMAT(10X,'РЕЖИМРАБОТЫ 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. ',I6)
      CALL ALGOR
   77 CONTINUE
      STOP
      END

      SUBROUTINE BROD(PETSCH)
      COMMON /BB/KR(2,100),MR(100),MZR(100),VR(100),OLV(5,20),LOGS(20),
     *LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KOLS
      REAL KR,MR,MZR
      INTEGER SP
```

```
  975 FORMAT (I2,I3)
   99 FORMAT (6I2)
   96 FORMAT (20I1)
   95 FORMAT (20F4.2)
   94 FORMAT (20I1)
  966 FORMAT (20I1)
   97 FORMAT (20F4.1)
   98 FORMAT (20F4.2)
      DO 1100 I=1,100
      KR(1,I)=0.
      KR(2,I)=0.
      MZR(I)=0.
      MR(I)=0.
      VR(I)=0.
 1100 CONTINUE
      READ (1,975) KOLP,KOLS
      READ (1,99) N10,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)
      N10=N10*5
      READ (1,98) ((KR(I,J),I=1,2),J=1,N10),
     *(MR(I1),I1=1,N10),(VR(I2),I2=1,N10),
     *(MZR(I3),I3=1,N10)
      PRINT 881
  881 FORMAT(50X,'ТРАССА')
      PRINT 882,N10,N11,N12,N13,N14,N15
  882 FORMAT(10X,'КОЛ. УЧАСТКОВ ПО ВИДАМ РАБОТЫ ',6I4)
  886 FORMAT(10X,'КОЛ. СМЕН ПЕРЕЕЗДА'/10X,20I5)
  887 FORMAT(10X,'ДОП. ОПЕРЕЖЕНИЕ НА УЧАСТКЕ'/10X,20F5.2)
      WRITE (3,886) (SP(I),I=1,N13)
      WRITE (3,887) (DL(I),I=1,N11)
      PRINT 812,KOLP,KOLS
  812 FORMAT(10X,'ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ',
     *I3,' ПОТОКОВ ПО ',I3,' СМЕН')
   77 RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE ALGOR
      COMMON /BB/KR(2,100),MR(140),MZR(100),VR(,80),DLV(5,20),LOGS(20)
     *LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KOLS
      COMMON /BHE/ FMAT(5),DISP(5),DMP(13),DMP(13)
      COMMON /ISP/ MU(6),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,V,P(13)
      COMMON /SPE/ PLS(5)
      DIMENSION  NMAX(5),NPER(5),ETA(5),SATR(5),NSOS(5),NSATR(5),
     *PROI(100),PROST(13)
      REAL KR,MR,MZR
      INTEGER SP
      INTEGER SADDL
      CALL BBOD(1)
      DO 831 I=1,182
  831 PROI(I)=MR(I)
      V= 12605
      KMS=0
      KTS=0
 1001 FORMAT(I5)
 1000 READ (1,1001) I
      IF(I.EQ.777) GO TO 777
      IF(I.NE.7711) GO TO 1000
      READ (1,201)  NMAX(I),I=1,5)
  201 FORMAT (5I2)
      READ (1,201)  NPER(I),I=1,5)
      READ (1,200) (ETA(I),I=1,5)
      DO 1004 J=1,5
      KTS=KTS+NPER(I)
 1004 KMS=KMS+NMAX(I)
  202 FORMAT(5F8.2)
      READ (1,202)  SATR(I),I=1,5)
      READ (1,203) PTP1,PTP2
  203 FORMAT(2F6.3)
      PRINT 205,NPER
      PRINT 204,NMAX
      PRINT 206,ETA
      PRINT 207,SATR
      PRINT 208,PTP1,PTP2
```

```
205 FORMAT (12X,'ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ СОСТАВ',3X,5I4
224 FORMAT(12X,'МАКС. КОЛ. РЕСУРСОВ',5I4)
226 FORMAT(12X,'КОЭФ. ОПР. ПРОИЗВ  ',5F6.2)
227 FORMAT(12X,'ЗАТРАТЫ НА ЕД. РЕСУРСА: ',5F8.2)
228 FORMAT(12X,'ИНТЕРВАЛ БЕЗРАЗЛИЧИЯ ',F8.3/
   *12X,'ИНТЕРВАЛ НЕЗНАЧИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЕВ ',F8.3)
    SADEL=0
    LOGF=0
    PRINT 229,ZENA
229 FORMAT(10X,'ЦЕНА ЛУГО КМ',F8.2)
    PRINT 900,SADEL,LOGF
900 FORMAT(10X,'РЕЖИМ РАБОТЫ ЧОВЕЛИ*'/
   :10X,'ЗАДЕЛ ',I1,' СВЯЗЬ С. - Т. ',I1)
    JJ=0
    JR=0
    EFEKTS=-1.E06
    CALL UPOR(SATR,NSATR)
    PTP1=PTP1*0.875
    Z=0.0001
    LVAR=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 78
  3 CONTINUE
    SIS=0.
    DO 2 J=1,5
  2 SIS=SIS+SATR(J)*NPER(J)
    EFEKTN=FMAT(5)/SIS
    IF(EFEKTN-EFEKTS) 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 BPRI(NSATR,JR,LW)
     IF(LW.NE.0) GO TO 4
     PRINT 221
 221 FORMAT(10X, 'ИЗМ. РЕСУРСА НЕ ДОСТ. ЗФФЕКТ.')
     GO TO 76
   4 JJ=NSATR(JR)
     KTS=KTS+1
     IF(KTS-KMS) 45,45,75
  75 PRINT 411
 411 FORMAT(10X,'РЕСУРСЫ 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
7288 CONTINUE
     DO 6 I=1,20
     DO 6 II=1,5
     MM=(I-1)*5+II
   6 MR(MM)=PRO!(MM)*NPER(II)*ETA(II)**NPER(II
     LV=0
     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 NSOS(J)=NPER(J)
      PRINT 7000,EFEKTS,NPER
 7000 FORMAT(10X,'ЭФФЕКТ ',E12.5,',СОСТАВ ',5I4
      PRINT 7001,PROST
 7001 FORMAT(10X,'П ОСТОИ ',13F7.2)
      GO TO 20
   76 PRINT 212,EFEKTS
  212 FORMAT(10X,'ПАРАМЕТРЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПОТОКА'/10X,'ЭФФЕКТ',E12.5)
      PRINT 214,NSOS
  214 FORMAT(10X,'СОСТАВ:',5I4)
      PRINT 312,PROST
  312 FORMAT (10X,'ПРОСТОИ:',13F7.2)
      GO TO 77
   78 CONTINUE
      PRINT 780,NPER,FMP
  780 FORMAT(10X,'ПОТОК,ОБНУЛЯВШИЙ ПРОСТОИ,',2X/10X,'СОСТАВ:',5I4/

     *10X,'ПРОСТОИ:',13F7.2)
      GO TO 76
   77 CONTINUE
  777 RETURN
      END
(N IV V.M 2.0                ALGOR
```

```
      SUBROUTINE MODEL SADEL,LOSP)
C  ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ
      COMMON /BB/KR 2, 20),MR(100),MZR(100),VR(100),DLV(5,20),LOGS(20),
     *LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KOLS
      COMMON /ISP/ MU(6),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,V,P(13)
      COMMON /BHE/ FMAT(5),DISP(5),FMP(13),DMP(13)
      DIMENSION M(5),LSUM(5),LS(5),LS3(2)
      REAL KR,MR,MZR,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=1,15
 9735 P(J)=0.
      L=1
      PR1=1
      PR2=1
      MPR3=1
      IN=0
      L3=0.
      I2=0
      DO 201 J=1,5
      M(J)=1
      LSUM(J)=0.
      CALL SAGR(J,0.1)
  201 CONTINUE
      L=L+1
  199 IN=IN+
      IF(IN-KOLS) 198,198,7792
  198 DO 111 J=1,5
      CALL SLSCH(J,Y,I)
      LS(J)=Y
  111 LSUM(J)=LSUM(J)+LS(J)
      IF(LOGS(M(1)).EQ.0)LSUM(1)=LSUM(1)-LS(1)+.PER
      IF(MPR3.NE.0) GO TO 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(LOGS(M(I)) EQ.0)LS(I)=.PER
      X=1.
      IF(LSUM(J).LT.LSR) 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
```

```
  118 IF(LSUM(J).LE.DLV(J,M(J))) GOTO 115
   79 IF(LS(J).EQ.0  GO TO 115
      X=(LSUM(J)-DLV(J,M(J)))/LS(J)*X
      Y=DLV(J,M(J))-LSUM(J)+LS(J)
      CALL SAGR(J,M(J),1)
      CALL SLSCH(J,Z,1
      IF(J.NE.1) GO TO 922
      MMM=M(J)+1
      IF(LOGS(MMM).EQ.0)Z=1PER

  922 LSUM(J)=DLV(J,M(J))+X*Z
      LS(J)=Y+X*Z
      M(J)=M(J)+1
      GOTO 116
  115 CONTINUE
 1122 IF(LOGS(33,23 ,33
  232 ST=LSR
      GOTO 31
   33 ST=0
   34 IF(LSUM(1)-LSUM(2))36,35, 5
   36 CONTINUE
      IF(LS(1).EQ.0 LS(2)=LSUM(2)-LSUM(1)
      P(1)=P(1)+(LSUM(2)-LSUM(1))/LS(2)
      LSUM-2)=LSUM(1)
   35 IF(LSUM(1)-LSUM(3))37,38,38
   37 CONTINUE
      IF(LS(3).EQ.0 LS(3)=LSUM(3)-LSUM(1)
      P(3)=P(3)+(LSUM(3)-LSUM(1))/LS(3)
      LSUM(3)=LSUM(1)
   38 IF(LSUM(2)+ST LSUM(3))40,39,39
```

```
48 CONTINUE
   IF(LS(3).EQ.0)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.0)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.0)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.0)LS(2)=LSUM(2)-LSUM(4)-LTV
   P(2)=P(2)+(LSUM(2)-LSUM(4)-LTV)/LS(2)
   LSUM(2)=LSUM(4)+LTV
   GOTO 38
45 IF(LSUM(4)-LSUM(5)) 48,47,47
48 CONTINUE
   IF(LS(5).EQ.0 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.0)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
```

```
900 CONTINUE
    IF(MPR3.NE.0) GOTO 225
    IF(LSUM(2).LT.DX  GOTO 225
    LS(2)=LS(2)+ SUM(2)-DX
    LSUM(2)=DX
225 CONTINUE
    GOTO 24
    I1=I1+1
    IF(I1.GE.SP(  ) GOTO 1
    IF (I2.EQ.0)  GOTO 29
    GOTO 24
  1 IF (L3.NE.0) GOTO 4
  5 I2=I2+1
    IF (LOGY(I2).LE.LOGY(I2+1)) GOTO 5
    NUZ=I2-1
    PR1=0
    L3=DLV (2,I2)
    CALL SAGR (2,I2,5)
  4 IF (L3-LSUM(1)) 7,7,6
  7 LOGY=0
    GOTO 11
  6 NUR=1
 10 IF(L3-DLV(1,NUR))  9,8,8
  8 NUR=NUR+1
    GOTO 10
  9 LOGY=LOGSINUR
 11 CALL SLSCH(2,YY,2)
    LS3(2)=YY
    L3=L3+LS3(2)
    IF(LS3(2).EQ.0) GO TO 14
    IF(L3-DLV(2,NZ)) 12,12,13
```

```
13 CALL SAGP(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=0
   NU=1
22 IF(L3-DLV(1,NU)) 21,20,20
20 NU=NU+1
   GOTO 22
21 IF(LOGS(NU).EQ.0) GOTO 19
   IF(NU.EQ.1) GOTO 50
   IF(LSUM(1).LE.DLV(1,NU-1)) GO TO 32
50 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.0)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,I2)) GO TO 25
   LSUM(2)=I5
   M(2)=NUZ
   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) GO TO 29
   IF(LSUM(4).GE.DLX) GO TO 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 GO TO 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
 196 CONTINUE
1868 FORMAT ('ПРОСТОЙ',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),DMP(13)
      COMMON /SPE/ PLS(5)
      A=FMAT(5)
      IF(LOG.EQ.1) GOTO 11
      IF(J.EQ.1) Y=A
      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),DL(20),SP(20),KD_P,KOLS
      COMMON /ISP/ MU(6),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,V,P(13)
      REAL KR,MR,MZR,K,MU,MUZB
      INTEGER SP
      II=JJ
      IF(LL33.EQ.3) II=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

I. 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

А-53626 Подписано в печать 25/УП 1980 Формат 60х84/16

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

3. Цена 30 к. Заказ 71

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru