

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

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. Бортакровский, В.П. Горошевский, А.Б. Итейман.

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

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

1.2. 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 1 июля 1980 г.
---------------------	---	---

Ресурсный состав специализированных потоков может изменяться и каждому его варианту соответствует темп, характеризующийся 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 траншей 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. Суместивенной 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 трассовым).

2.3. Коэффициенты относительных изменений сменных выработок ведущих видов работ в соответствии с категориями местности, определенные на базе широкого статистического анализа, НИИРез 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;
 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:

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

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

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

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

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 μ_N , 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

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

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

N_K - 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:

1) 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

$$\mu_H \cdot \frac{e_H \cdot V_H}{eV}, \quad (5)$$

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

e - длина участка планировки;

V - объем планировочных работ;

$V_H = 1000 \text{ м}^3$; $e_H = 100 \text{ м}$ - 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

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

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

Значение коэффициента ξ рассчитывают по формуле

$$\xi = \frac{V_{пер}}{V_{пер} + P}, \quad (7)$$

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

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

4. АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ МОДЕЛЕЙ

4.1. для определения границ осуществления линейных потоков и разнесения их по трассе сооружаемого трубопровода раз-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 определяются 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, 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 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 траншей в задел (случай наиболее часто встречающийся на углах поворота трассы, при разработке траншей роторными и одноковшовыми экскаваторами).

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

а) разработка траншей 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.

П р и м е ч а н и е . 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

5.1. Количество календарных дней, определяют в соответствии со схемой развертывания потоков по трассе, исходя из срока начала производства первого по технологическому графу вида работ (расчетка 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

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

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

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

$$КОЛР = 15-20.$$

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.21-26 прил.3, коэффициенты растяжения (μ) рассчитывают в соответствии с п.3.5 и табл.21-26 прил.3, интервал изменения равномерных случайных чисел ν , необходимых для получения значений сменных выработок, определяют по табл.21-26 прил.3 и показатель количества целосменных простоев μZ рассчитывают по формуле

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

№ уча- стка	Границы участков для различных видов работ и категорий местности														
	Расчистка (планировка)			Разработка траншеи			Сварочно-мон- тажные работы			изоляционно-укла- дочные работы			Засыпка трубопро- вода		
	нача- ло уча- стка	ко- нец уча- стка	кате- гория мест- ности	нача- ло уча- стка	ко- нец уча- стка	кате- гория мест- ности	нача- ло уча- стка	ко- нец уча- стка	кате- го- рия мест- ности	нача- ло уча- стка	ко- нец уча- стка	кате- гория мест- ности	нача- ло уча- стка	ко- нец уча- стка	кате- 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

$$З = C + E_n K, \quad (9)$$

где *C* - себестоимость работы технологических модулей;
E_n - нормативный коэффициент;
K - капитальные вложения.

5.8. Логическая константа *LOGS* 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 *LOGT* 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 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

6.1. Оптимизацию составов линейных потоков и их размещение по трассе сооружаемого трубопровода производят 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 $\frac{Z_i}{P_i}$ является наименьшим,

а здесь Z_i — приведенные затраты на один технологический модуль на единицу выполненного объема, на 1 км;

P_i — 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 (оближение 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

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.

Категориям 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

Категориям 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 вырубki леса	КР-I	I,0
Расчистка лесорастительности с вырубкой леса	КР-2	0,2

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

Таблица 3

Категории местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
---------------------	----------------------------	---

По грунтам, разрабатываемым однокосовыми экскаваторами

Группа грунтов I-II	КТ-1	1,00
Группа грунтов III-IV	КТ-2	0,61
Мерзлые грунты групп III-IV	КТ-3	0,42
Мерзлые грунты групп III-IV с предварительным рыхлением	КТ-4	0,60
Скальные грунты (группа VI)	КТ-5	0,11
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 (КС) показаны в табл.4.

Таблица 4

Категории местности	Индекс категории местности	Относительные изменения сменных выработок
Устойчивые грунты	КС-1	1,00
Болота	КС-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-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

Влияние рельефа местности на темпы работ, выраженное во
менении 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 ра-
бот, внедрении новой техники, а также при строительстве в но-
вых районах приведенную систему категорий местности и коэффи-
циенты относительных изменений темпов необходимо уточнить.

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-I ϕ I420, где М - технологический модуль, П - планировочные работы, I - порядковый номер модуля, ϕ 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-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	

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

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

Таблица II

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

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 12

Состав технологических модулей	Количество сварщиков в головной группе	Обозначение модуля
Поточно-групповой метод (ПГМ):		
головная 1-я группа	2	МС-1 -1 Ø
головная 2-я группа	3	МС-2 -2 Ø
головная 3-я группа	4	МС-3 -3 Ø
Поточно-расчлененный метод (ПРМ):		
головная 1-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
Газовоэлектрическая автоматическая сварка	-	МС-8 -8 Ø

Технологические модули на изоляционно-укладочные работы (МИУ) даны в табл. 13.

Таблица 13

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 14, 17-19.

Таблица 14

Состав модуля	Состав специализированной колонны для различных модулей				
	ММУ-10720	ММУ-10820	ММУ-101020	ММУ-101220	ММУ-101420
Трубоукладчики грузо- подъемностью, т:					
15	3	3	2	-	-
30	-	-	2	2	-
90	-	-	-	3	7
Очистные машины	1	1	1	1	1
Изоляционные машины	1	1	1	1	1
Экскаватор с грейфером	1	1	1	1	1
Персонал (общая чис- ленность)	14	21	23	24	26

Таблица 15

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей														
	МС-10720	МС-20720	МС-30720	МС-10820	МС-20820	МС-30820	МС-101020	МС-201020	МС-301020	МС-101220	МС-201220	МС-301220	МС-101420	МС-201420	МС-301420
Грубоукладчики 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	16
Персонал,	30	31	-	30	31	-	30	31	37	30	33	37	30	33	39
в том числе сварщики	6	8	-	6	8	-	8	10	14	8	10	14	10	12	16

Таблица 16

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

Таблица 17

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-20720	МИУ-20820	МИУ-201020	МИУ-201220	МИУ-201420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:					
15	3	3	1	-	-
30	-	-	2	4	-
90	-	-	-	-	-
Очистная машина	1	1	1	1	4
Изоляционная машина	1	1	1	1	1
Персонал (общая численность)	19	20	20	24	27

Таблица 18

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-30720	МИУ-30820	МИУ-301020	МИУ-301220	МИУ-301420
Трубоукладчики грузоподъемностью, т:					
15	4	4	-	-	-
30	-	-	4	5	-
90	-	-	-	-	6
Персонал (общая численность)	10	10	12	14	15

Таблица 19

Состав модуля	Состав специализированных бригад для различных модулей				
	МИУ-40720	МИУ-40820	МИУ-401020	МИУ-401220	МИУ-401420
Трубоукладчик грузоподъемность, т:					
15	-	-	I	I	I
30	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-
Комплект ручных инструментов	I	I	-	-	-
Комплект машин:					
ИС-101	-	-	I	-	-
ИС-122	-	-	-	I	-
ИС-142	-	-	-	-	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-22 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;

μ_n - 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-1ФI420, где М - технологический модуль, П - планировочные работы, I - порядковый номер модуля, ФI420 - 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	μ_n	α	ν
<u>Индекс категории местности КП-2</u>					
МП-1ФI420	1,6	1,6	2,0	1,0	0,1
МП-2ФI420	2,3	3,5	3,0	1,0	0,02
<u>Индекс категории местности КП-I</u>					
МП-3ФI420	2,3	3,5	1,7	0,8	0,002

Таблица 22

Тип модуля на расчистку трассы от леса (МР)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ_H	α	γ

Индекс категории местности КР-2

МР-1Ф1420	4,75	4,75	1,7	1,0	0,02
МР-2Ф1420	4,75	4,75	1,0	1,0	0,02

Индекс категории местности КР-1

МР-3Ф1420	2,26	3,53	0,5	0,8	
МР-4Ф1420	0,8	3,9	0,6	0,8	

Таблица 23

Тип модуля на разра- ботку траншеи (МТ)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ_H	α	γ

МТ-1Ф1420	1,2	19,3	1,0	1,0	0,017
МТ-2Ф1420	2,0	1,0	1,0	1,0	0,03
МТ-3Ф1420	2,8	14,0	1,0	0,9	0,023
МТ-4Ф1420	2,6	2,6	0,9	0,8	0,02
МТ-5Ф1420	3,2	1,8	1,7	0,8	0,1
МТ-6Ф1420	5,6	3,4	2,5	0,7	0,013
МТ-7Ф1420	5,6	3,4	2,0	0,7	0,013
МТ-8Ф1420	2,6	2,6	1,0	1,2	0,017

Примечания: 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 потолочной сварке (МС)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ	α	γ
МС-1 \varnothing 1420	1,2	19,3	1,0	0,8	0,02
МС-2 \varnothing 1420	1,2	19,3	1,2	0,8	0,02
МС-3 \varnothing 1420	1,2	19,3	1,5	0,8	0,02
МС-4 \varnothing 1420	2,26	3,53	1,1	0,9	0,02
МС-5 \varnothing 1420	2,26	3,53	1,8	0,9	0,02
МС-6 \varnothing 1420	2,26	3,53	3,0	0,9	0,02

Таблица 25

Тип модуля на изоляционно-укладочные работы (МИУ)	Значения статистических характеристик				
	B_1	B_2	μ	α	γ
МИУ-1 \varnothing 1420	4,75	4,75	2,2	1,2	0,04
МИУ-2 \varnothing 1420	4,75	4,75	3,0	1,2	0,04
МИУ-3 \varnothing 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	γ
МЗ-1 \varnothing 1420	2,6	2,6	1,0	0,8	0,03
МЗ-2 \varnothing 1420	2,6	2,6	1,6	0,7	0,03
МЗ-3 \varnothing 1420	2,6	2,6	1,6	0,7	0,03
МЗ-4 \varnothing 1420	2,6	2,6	0,5	0,8	0,03

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОДПРОГРАММ "ВВОД"
и "АЛГОРИТМ"

В подпрограмме "ВВОД" принят пакет следующих данных
(рис.1):

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

Рис.1. Пакет данных подпрограммы "МОДЕЛЬ";
I-II - номера карт

1. 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.1);

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, 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* переезда землеройной техники на следующие участки (в случае разработки траншеи в задел).

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

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

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

777	7
<i>PTR2</i>	6
<i>SATP</i>	5
<i>ETA</i>	4
<i>NPER</i>	3
<i>NMAX</i>	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 β , учитывающие увеличение организационно-технологических перерывов с ростом числа модулей - массив $E\tau A$.

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

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, 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:

1) вид работы имитационной модели $TIPRAB = 1$;

2) $KOLP = 25$; $KOLS = 170$;

3) $N_{10} = 20$; $N_{11} = 0,5$; $N_{12} = 20$; $N_{13} = 0,5$; $N_{14} = 08$;

4) $LOGS = 010101010101010101$;

5) $LOGT = 11010$;

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

7) $SP = 11211$;

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.31.

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 траншей		Сварка		Изоляция		Засыпка траншей	
	категория местности	значения массива DLV	категория местности	значения массива DLV	категория местности	значения массива DLV	категория местности	значения массива DLV	категория местности	значения массива DLV
I.	Нет	6,2	КТ-2	2,4	КС-1	46,4	КИУ-1	46,4	КЗ-1	46,4
2.	КР-1	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.	КР-1	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.	КР-1	26,5	КТ-9	69,3						
7.	Нет	33,2	КТ-7	80,1						
8.	КР-1	36,2	КТ-9	86,2						
9.	Нет	38,6								
10.	КР-1	39,8								
II.	Нет	44,7								
12.	КР-1	46,2								
13.	Нет	56,2								
14.	КР-1	57,2								
15.	Нет	60,0								
16.	КР-1	66,2								
17.	Нет	67,7								
18.	КР-1	78,2								
19.	Нет	79,8								
20.	КР-1	86,2								

Примечание. Массив заполняют последовательно по строкам.

Таблица 28

Вид работ	Расчистка трассы от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
Тип модуля	MP-3ΦI220	MT-IΦI220 MT-2ΦI220	MC-2ΦI220	MMY-IΦI220	MЗ-IΦI220 MЗ-3ΦI220

Таблица 29

№ уча- стки	Значения коэффициентов в зависимости от вида работ									
	Расчистка трас- сы от леса		Разработка траншей		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
1	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
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	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 стро-
чек совпадают с первой строчкой.

Таблица 30

№ участка	Значения μ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трасс от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
I	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 ν в зависимости от вида работ				
	Расчистка трасс от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
I	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 μZ в зависимости от вида работ				
	Расчистка трасс от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
I	1,8	2,0	1,8	2,2	1,8
2	1,8	2,0	1,8	2,2	1,8

№ участ- ка	Значения μ 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				

10) карта 77III;

11) N_{MAX} 3,3,4,1,5;

12) N_{PER} 1,1,1,1,1;

13) $\eta_A = 0,8; 0,98; 0,74; 0,80; 0,95;$

14) $Z_{ATR} = 29,7; 15,61; 117,22; 362,14; 8,14;$

15) $PTPI = 1;$

16) карта 777;

17) сформированный пакет данных представлен на перфокар-
тах;

18) в пакет программы вводятся значения управляющих пере-
менных $SADEL = 0$ (задельная разработка траншей не прово-
дится) $LOGF = 0$.

3. В результате проведения расчетов на ЭВМ по программе
ТРУБА' получен оптимальный (для сооружения данного участ-
ка трубопровода в директивные сроки) ресурсный состав линейно-
го потока, который приведен в табл.33.

Таблица 33

Виды работ	Расчистка трассы от леса	Разработка траншей	Сварка	Изоляция	Засыпка траншей
Число модулей	2	2	3	1	2

ПРОГРАММА ТРУБА

```

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),KOLP,KOLS
COMMON /BHE/ FMT(5),O[SP(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.',16)
CALL BBOD(1)
LOGF=0
PRINT 900,SADEL,LOGF
900 FORMAT(10X,'РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕЛИ:/'
*10X,'SADEL ',11,' СВЯЗЬ С.-Т. ',11)
CALL MODEL(SADEL,LOGF)
GO TO 77
21 PRINT 211,TIPRAB
211 FORMAT(10X,'ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ПОТОНКА.',16)
CALL ALGOR
77 CONTINUE
STOP
END

SUBROUTINE BBOD(PETSCN)
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(I,1)=0.
  KR(I,2)=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) ((OLV(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,J1),I=1,2),J=1,N10),
  * (MR(I1),I1=1,N10), (VR(I2),I2=1,N10),
  * (MZR(I3),I3=1,N10)
  PRINT R01
801 FORMAT(50X,'ТРАССА')
  PRINT 002,N10,N11,N12,N13,N14,N15
802 FORMAT(10X,'КОЛ. УЧАСТКОВ ПО ВИДАМ РАБОТЫ ',6I4)
806 FORMAT(10X,'КОЛ. СМЕН ПЕРЕЕЗДА'/10X,20I5)
807 FORMAT(10X,'ДОП. ОПЕРЕЖЕНИЕ НА УЧАСТКЕ'/10X,20F5,2)
  WRITE (3,006) (SP(I),I=1,N13)
  WRITE (3,007) (DL(I),I=1,N11)
  PRINT 012,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(120),NZR(100),VR(100),DLV(5,20),LOGS(20)
* LOGT(20),DL(20),SP(20),KOLP,KOLS
COMMON /BHE/ FMAT(5),DISP(5),FMP(13),DMP(13)
COMMON /ISP/ MU(6),MUZB(6),V1(6),K(2,6),C,V,P(13)
COMMON /SPE/ ,PLS(5)
DIMENSION NHAX(5),NPER(5),ETA(5),SATR(5),MSOS(5),NSATR(5),
* PROI(100),PROST(13)
REAL KK,MR,NZR
INTEGER SP
INTEGER SACL
CALL BBOD(1)
DO 831 I=1,100
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.NF.77)11: GO TO 1000
READ (1,201) NHAX(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(J)
1000 KMS=KMS+NHAX(I)
202 FORMAT(5F8.2)
READ (1,202) SATR(I),I=1,5)
READ (1,203) PTP1,PTP2
203 FORMAT(2I6,3)
PRINT 205,NPER
PRINT 204,NHAX
PRINT 206,ETA
PRINT 207,SATR
PRINT 208,FT=1,PTP2

```

```

205 FORMAT(10X,'ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ СОСТАВ',3X,514
224 FORMAT(10X,'МАКС. КОЛ. РЕСУРСОВ',5,4)
206 FORMAT(10X,'КОЭФ. ОПР. ПРОИЗВ.',5F6,2)
227 FORMAT(10X,'ЗАТРАТЫ НА ЕД. РЕСУРСА:',5F8,2)
208 FORMAT(10X,'ИНТЕРВАЛ БЕЗРАЗЛИЧИЯ',F8,3/
+10X,'ИНТЕРВАЛ НЕЗНАЧИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЕВ',F8,3)
      SADEL=0
      LOGF=0
      PRINT 209,7EMA
209 FORMAT(10X,'ЧЕНА IVГО КМ',F8,2)
      PRINT 900,SADEL,LOGF
900 FORMAT(10X,'РЕЖИМ РАБОТЫ МОДЕЛИ*'/
+10X,'ЗАДЕЛ',11,' СВЯЗЬ С. - Т.',11)
      JJ=0
      JR=0
      EFEKTS=-1.F06
      CALL UPOR(SATR,NSATR)
      PTP1=PTP1+0.5/5
      Z=0.0001
      LVAR=1
      GOTO 7200
1 CONTINUE
      PRINT 214,NPER
      CALL MODEL(SADEL,LOGF)
      PV2=FNP(1)+FNP(2)+FNP(6)
      PV3=FNP(3)+FNP(5)
      PH=PV2

      IF(PV2.LT.PV3) PH=PV3
      IF((PH-FNP(7)+FNP(8)).LE.>PTP2) GO TO 70
3 CONTINUE
      SIS=0.
      DO 2 J=1,5
2 SIS=SIS+SATR(J)+NPER(J)
      EFECTN=FMAT(5)/SIS
      IF(EFECTN-EFEKTS) 20,20,30

```

```

20 CONTINUE
J=JJ
CALL VARIA( J,Z, LVAR)
IF( LVAR.1) GOTO 7231
IF( Z.GF.PTP) NPER(JJ)=NPER(JJ)-1
7231 CONTINUE
LW=2
IF( PV3.L7.PV2) LW=3
12 CALL BPRI( NSATR, JR, LW)
IF( LW.NE.6) GO TO 4
PRINT 221
221 FORMAT( 10X, 'МЗМ. РЕСУРСА НЕ ДОСТ. 300-МО.')
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
7236 CONTINUE
DO 6 I=1,20
DO 6 II=1,5
MM=(I-1)*5+II
6 MR(MM)=PRO(44)*NPER(II)*ETA(II)*NPER(II)
LV=6
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 7000,EFEKTS,NPER
7000 FORMAT(10X,'ЭФФЕКТ ',E12.5,', СОСТАВ ',5I4
   PRINT '001,PROST
7001 FORMAT(10X,'ПРОСТОМ ',13F7.2)
   GO TO 20
   76 PRINT 212,EFEKTS
212 FORMAT(10X,'ПАРАМЕТРЫ ОПТИМАЛЬНОГО ПОТОКА'/10X,'ЭФФЕКТ',E12.5)
   PRINT 214,NSCS
214 FORMAT(10X,'СОСТАВ:',5I4)
   PRINT 312,PROST
312 FORMAT(10X,'ПРОСТОМ:',13F7.2)
   GO TO 77
70 CONTINUE
   PRINT 780,NPER,FMP
780 FORMAT(10X,'ПОТОК, ОБНУЛЯЮЩИЙ ПРОСТОМ.',2X/10X,'СОСТАВ:',5I4/

      010X,'ПРОСТОМ:',13F7.2)
      GO TO 76
77 CONTINUE
777 RETURN
   END
IN IV V.M 2.0          ALGOR

```

```

      SUBROUTINE MODEL SADEL,LOGF)
C *****MCH-AR MUR06
      COMMON /BB/KR(2,20),MR(100),HZR(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/ FHAT(5),DISP(5),FHP(13),QMP(13)
      DIMENSION H(5),LSUM(5),LS(5),LS3(2)
      REAL KR,MR,HZR,MU,MUZB,K,LSUM,LS,LS3,CTV,LPER,LZU,LS
      INTEGER SP
      INTEGER PR1,PR2
      INTEGER SADEL
      INTEGER V
      IP=0
      SADEL=0
      DO 9999 J=1,5
      FHAT(J)=0.
9999 DISP(J)=0.
      DO 7930 J=1,13
      FHP(J)=0.
7930 QMP(J)=0.
      LSR=86.0
      LZU=2.0
      H1=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 SACR(J,0,1)
201 CONTINUE
      L=V/L
199 IN=IN+
      IF (IN-NDLS) 1 0,20,7792
195 DO 111 J=1,5
      CALL SLSUM(J, Y,1)
      LS(J)=YY
111 LSUM(J)=LSUM(J)+LS(J)
      IF (LOGS(M(1)) .EQ. J) LSUM(1)=LSUM(1)+LS(1)+LPER
      IF (MPR3.NE.0) GO TO 225
      IF (LSUM(2).LT.DX) GO TO 225
      LS(2)=LS(2)-(LSUM(2)-DX)
      LSUM(2)=DX
225 CONTINUE
      DO 115 J=1,5
      IF (LOGS(M(1)) .EQ.0) LS(1)=LPER
      X=1.
      IF (LSUM(J).LT.LSF) GO TO 116
      LSUM(J)=LSR
      IF (J.EQ.5) GO TO 7792
      GO TO 115
116 IF (M1.GE.M(J)) GO TO 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,7,1)
IF (J.NE.1) GO TO 922
MMM=M(J)+1
IF (LOGS(MMM).EQ.0) 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
1127 IF (LOGS(33,23,33)
232 ST=LSR
GOTO 31
33 ST=0
34 IF (LSUM(1)-LS M(2)) 36,35, 5
36 CONTINUE
IF (LS(1).EQ.0) LS(2)=LSUM(1)-LSUM(1)
P(1)=P(1)+(LSUM(1)-LSUM(1))/LS(2)
LSUM(2)=LSUM(1)
35 IF (LSUM(1)-LSUM(1)) 37,38,38
37 CONTINUE
IF (LS(1).EQ.0) LS(3)=LSUM(1)-LSUM(1)
P(3)=P(3)+(LS M(3)-LSUM(1))/LS(3)
LSUM(3)=LSUM(1)
38 IF (LSUM(2)+ST LSUM(3)) 40,39,39

```

```

40 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)) 46,47,47
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 220
  IF (LSUM(2).LT.DX) GOTO 220
  LS(2)=LS(2)+1-SUM(2)-DX
  LSUM(2)=DX
225 CONTINUE
  GOTO 24
  I1=I1+1
  IF (I1.NE.SPCL) GOTO 1
  IF (I2.EQ.0) 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(I2,I2)
  CALL SAGR(I2,I2,PR1)
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 17
9 LOGY=LOGSINUR
11 CALL SLSCHE(2,YY,2)
  LS3(2)=YY
  L3=L3+.53(2)
  IF (LS3(2).EQ.0) GOTO 14
  IF (L3-DLV(2,NUR)) 12,12,13

```

```

13 CALL SAGF(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.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)) GO TO 25
   LSUM(2):=15
   M(2)=NUZ
   PR1=1
   DLX=DLV(2,12)
   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
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(E13.3,1X))
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=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),YZR(100),VR(100),DLV(5,20),LOGS(20),
*LOGY(20),Q1(20),SP(20),XDLP,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) *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

Издатель ВНИИСТА

Редактор Т.Я.Разумовская

Корректор С.П.Михайлова

Технический редактор Т.В.Берешева

И-53626	Подписано в печать 25/УП 1980	Формат 60х84/16
Печ.л. 3,75	Уч.-изд.л. 3,0	Бум.л. 1,875
Тираж 1000 экз.	цена 30 к.	Заказ 71

Ротапринт ВНИИСТА