

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности  
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2019

УДК 658.5: 625.7/.8  
ББК 65.291.8: 39.31/32  
О 64

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «28» марта 2019 г.,  
протокол № 8

Составитель ст. преподаватель Е. А. Шаройкина

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

Методические рекомендации предназначены к практическим занятиям  
для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги».

Учебно-методическое издание

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Технический редактор	С. Н. Красовская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2019



## Содержание

Введение .....	4
1 Практическая работа № 1. Обоснование выбора организации дорожного движения .....	5
2 Практическая работа № 2. Обоснование выбора источников поставки дорожно-строительных материалов .....	7
3 Практическая работа № 3. Расчет основных технико-экономических параметров при различных методах организации работ .....	11
4 Практическая работа № 4. Поточный метод организации дорожно-строительных работ .....	15
5 Практическая работа № 5. Основные параметры дорожно-строительных потоков.....	18
6 Практическая работа № 6. Непоточная организация дорожно-строительных работ.....	21
7 Практическая работа № 7. Применение системы сетевого планирования и управления в дорожном строительстве.....	27
8 Практическая работа № 8. Расчет потребной мощности производственной базы .....	31
9 Практическая работа № 9. Обоснование технологии производства дорожно-строительных работ .....	32
10 Практическая работа № 10. Расчет потребности в материально-технических ресурсах .....	33
11 Практическая работа № 11. Изучение и разработка проекта производства работ.....	34
Список литературы .....	36
Приложение А.....	37



## Введение

Цель проведения дисциплины «Организация производства и управление предприятием» – подготовка высококвалифицированных инженеров – строителей автомобильных дорог, владеющих современными знаниями по организации, планированию и принципам управления дорожно-строительным комплексом.

В ходе выполнения практических работ студент освоит:

- основные принципы и методы организации дорожных работ;
- принципы календарного планирования;
- принципы материально-технического обеспечения дорожных работ;
- принципы организации производственной базы;
- организацию технического обслуживания дорожных работ;
- основы технического нормирования;
- принципы организации труда и заработной платы;
- основы менеджмента.

В ходе выполнения практических работ студент научится:

- разрабатывать календарные планы строительства;
- разрабатывать проекты организации строительства и проекты производства работ;
- рассчитывать материально-технические потребности производства;
- нормировать технические и трудовые затраты;
- планировать производственно-экономическую деятельность дорожной организации;
- оперативно управлять дорожной организацией.



## 1 Практическая работа № 1. Обоснование выбора организации дорожного движения

Для обеспечения безопасности движения и информации проезжающих об условиях и режимах движения на автомобильной дороге и улицах служат дорожные знаки.

Дорожные знаки изготавливаются и устанавливаются в соответствии с государственным стандартом (СТБ 1140–14).

Знаки подразделяются на следующие виды: постоянные и временные; предупреждающие, знаки приоритета, запрещающие, предписывающие, информационно-указательные, знаки сервиса и знаки дополнительной информации.

**Описание дорожных знаков.** Знаки на желтом фоне относятся к временным и применяются как отдельно, так и в сочетании с другими временными техническими средствами организации дорожного движения в местах производства ремонтных и других работ на дороге, а также в случаях оперативного изменения в организации дорожного движения, связанного с обеспечением его безопасности или проведением специальных мероприятий.

В случаях, когда значения временных и постоянных знаков противоречат друг другу, участники дорожного движения должны руководствоваться временными знаками.

Предупреждающие знаки информируют водителей о приближении к опасному участку дороги, движение по которому требует принятия мер, соответствующих дорожной обстановке.

Знаки приоритета устанавливают очередность проезда перекрестков, пересечений отдельных проезжих частей дорог, узких участков дорог, движение на которых не регулируется сигналами регулировщика или светофора.

Запрещающие знаки вводят или отменяют определенные ограничения дорожного движения.

Предписывающие знаки применяются для обозначения необходимых направлений, условий и режимов движения.

Информационно-указательными знаками вводятся или отменяются определенные режимы движения, а также информируются участники дорожного движения о расположении населенных пунктов и других объектов.

Знаки сервиса информируют о расположении соответствующих объектов.

Знаки дополнительной информации (таблички) уточняют или ограничивают действие других дорожных знаков.

Согласно полученному заданию по участку дороги следует расставить дорожные знаки и заполнить ведомость потребности в дорожных знаках в табличной форме (таблица 1).

Обустройство – это последний, завершающий этап строительства автомобильной дороги, который занимает определенное время.

В таблице 2 производится расчет трудозатрат, необходимых для выполнения всех работ по обустройству дороги.

В соответствии с полученным количеством необходимых машиномен



и расчетным сроком строительства комплектуются специализированные звенья, которые представлены в таблице 3.

Таблица 1 – Ведомость потребности в дорожных знаках

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Количество
Предупреждающие	1.11.1; 1.11.2	шт.	8
	1.21	шт.	2
	1.31.3	шт.	2

Таблица 2 – Расчет трудозатрат на обустройство автомобильной дороги

Ссылка на нормы	Описание рабочих процессов и операций	Единица измерения	Объем	На единицу измерения		На весь объем	
				чел.-дн.	маш.-см.	чел.-дн.	маш.-см.
E27-83-1, E27-84-1	Установка стоек стальных трубчатых с готовым бетонным фундаментом для дорожных знаков	100 стоек	0,95	381,82	13,13	45,34	1,56
E70-46-1	Установка одностороннего металлического оценкованного барьерного ограждения	1 т	31,841	29,14	289	11598	11,50
E27-61-1	Установка травмобезопасных сигнальных столбиков	100 шт	0,31	90,86	14,32	3,51	0,55

Таблица 3 – Состав звеньев для обустройства дороги

Состав звена	Количество машин и коэффициент их использования
Машина бурильная на базе трактора МТЗ-80	1; 0,69
Автомобильный кран КС-2561	1; 0,53
...	...

Дорожные знаки запроектированы в соответствии с государственным стандартом СТБ 1140–14 *Знаки дорожные. Общие технические условия* и «Правилами дорожного движения». Разметка запроектирована в соответствии с СТБ 1231–2000 *Разметка дорожная. Общие технические условия*.

Расстановка знаков и нанесение дорожной разметки выполнены в соответствии с СТБ 1300–2007 *Технические средства организации дорожного движения. Правила применения*.

### Задание

По выданному преподавателем участку автомобильной дороги расставить дорожные знаки в соответствии со стандартом СТБ 1140–14 *Знаки дорожные. Общие технические условия* и «Правилами дорожного движения» и рассчитать трудозатраты на обустройство автомобильной дороги.

## 2 Практическая работа № 2. Обоснование выбора источников поставки дорожно-строительных материалов

Экономное хозяйствование в строительстве неразрывно связано с совершенствованием нормирования, планирования, снабжения и учета использования материальных ресурсов. Для этого строительные предприятия:

- проводят маркетинговые исследования рынка поставщиков материалов, изделий и конструкций;
- нормируют потребность в конкретных материально-технических ресурсах;
- планируют и организуют материально-техническое обеспечение строительного производства;
- учитывают и контролируют использование всех материальных затрат в процессе строительства.

Система материально-технического обеспечения строительства должна строго увязываться с последовательностью операций на стройплощадке, с проектами производства работ и технологическими картами. Именно при такой согласованности достигается сокращение продолжительности и снижение себестоимости строительства.

Подрядные организации, выполняющие работы по генеральным и суб-подрядным договорам, и организации–заказчики должны обеспечивать объекты строительства всеми видами материально–технических ресурсов в строгом соответствии с технической последовательностью производства строительного-монтажных работ в сроки, установленные календарными планами и графиками строительства. Организация транспортирования, складирования и хранения материалов, конструкций и оборудования должна соответствовать требованиям стандартов и технических условий и исключать возможность их повреждения, порчи и потерь.

Общую проблему материально-технического обеспечения дорожного строительства можно условно разделить на три составляющие части:

- 1) обеспечение материалами, изделиями, конструкциями и полуфабрикатами;
- 2) обеспечение дорожно-строительной техникой, оборудованием, транспортными средствами и горючесмазочными материалами для их работы;
- 3) обеспечение необходимыми энергоресурсами.

Так как уровень технического прогресса в дорожном строительстве, как и в других отраслях строительства, определяется прежде всего степенью индустриализации производства, при производстве дорожно-строительных работ предусматривается, как правило, обеспечение всех участков и мест произ-

водства работ готовыми материалами, изделиями, конструкциями и полуфабрикатами. Приготовление полуфабрикатов (асфальтобетонной и цементобетонной смесей, строительного раствора, цементогрунтовой смеси и т. д.) осуществляется на специальных передвижных (или стационарных) производственных базах, имеющих современное высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее надлежащее качество приготавливаемых полуфабрикатов. Получение местных дорожно-строительных материалов (песка, гравийно-песчаной смеси, грунта) осуществляется путем разработки местных карьеров силами подрядчика или субподрядчиков.

Возможность снабжения строительства автомобильной дороги материалами во многом зависит от наличия в районе строительства местных строительных материалов и наличия разрешения на их использование. В случае отсутствия местных дорожно-строительных материалов их получают путем доставки от ближайших действующих предприятий и карьеров по железной дороге, морским, речным, автомобильным транспортом или их сочетаниями.

Обеспечение дорожного строительства готовыми материалами, изделиями и конструкциями промышленного производства, в числе которых металлоконструкции для обстановки дороги, кирпич, битум, цемент и т. д., осуществляется с доставкой от ближайших поставщиков. При строительстве автомобильных дорог значительной протяженности возможна также организация в составе производственной базы строительства временных полигонов по изготовлению бетонных и железобетонных конструкций.

Не менее важной составляющей в общей задаче организации снабжения дорожного строительства является его обеспечение строительной техникой, оборудованием и транспортными средствами, а также поддержание работоспособности указанной техники, включая ее ремонт и снабжение горючесмазочными материалами.

Задача по содержанию и ремонту техники решается путем организации в составе производственной базы строительства баз механизации, дорожно-ремонтных мастерских, а также использования передвижных мастерских, смонтированных на автомобилях, для обслуживания техники непосредственно на местах производства работ. Обеспечение техники горючесмазочными материалами осуществляется путем их оптового получения от ближайших поставщиков с доставкой к местам производства работ автомобильными заправщиками.

Обеспечение строительства необходимой дорожно-строительной техникой, оборудованием и транспортными средствами происходит за счет использования собственной техники подрядчика и субподрядчиков, аренды недостающих видов техники на период строительства или приобретения новых машин, оборудования или транспортных средств, в том числе на лизинговой основе.

Изучение организации труда строителей при возведении зарубежными фирмами сооружений в РБ показало, что их высокая выработка достигается прежде всего за счет четкого, своевременного обеспечения объектов качественными материалами, конструкциями и изделиями высокой заводской готовности, а также за счет эффективных орудий труда. Высокое качество деталей и конструкций не требует дополнительных затрат труда на их исправление и доводку на строительной площадке.

Рассмотрим пример.

### Задание

Обеспечить материалами автомобильную дорогу М4 Минск–Могилев, 167,0...176,0 км, заполнить таблицу 4 источников получения и дальности транспортировки строительных материалов и изделий автомобильной дороги.

Таблица 4 – Источники получения и транспортировки строительных материалов и изделий

Наименование материалов и изделий	Поставщик	Станция отправления	Станция назначения	Автоперевозки до пункта, км
Асфальтобетон	АБЗ ДСУ-14 «Вейно»	–	–	41
Щебень, песок дробленый	РУПП «Гранит»	Ситница	Луполово промбаза ДСТ-3	44
Битум вязкий	НПЗ «Новополоцк»	Новополоцк	Луполово промбаза ДСТ-3	10
Минеральный порошок	ОАО «Доломит»	Ситница	Луполово промбаза ДСТ-3	10

Источники получения, расстояния, транспортировки строительных конструкций согласованы с заказчиком РУП «Могилевавтодор».

Материалы и изделия на проектируемый участок предусматривается поставлять следующим образом.

Приготовление щебеночно-гравийно-песчаной смеси С5 (30 % щебня фракции 20...40 мм) предусматривается на площадке справа от ПК 1748+50 внутри съезда № 1 транспортной развязки. Щебень для приготовления щебеночно-гравийно-песчаной смеси поступает с РУПП «Гранит» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на расстояние 39 км.

Песчано-гравийная смесь природная для приготовления щебеночно-гравийно-песчаной смеси поступает из карьера «Дубровка» автотранспортом на расстояние 65 км. Щебеночно-гравийная смесь С5 поступает с площадки на объект автотранспортом на среднее расстояние 8 км.

Изделия железобетонные мелкие и бетон поступают с базы «Дорсервис» автотранспортом на среднее расстояние 44 км.

Изделия железобетонные крупные поступают с ЗЖБМК «Фаниполь» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на среднее расстояние 44 км.

Щебень и песок дробленый поступают с РУПП «Гранит» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на среднее расстояние 44 км.

Асфальтобетонные смеси на объект поступают с АБЗ «Вейно» автотранспортом на среднее расстояние 41 км. При транспортировке асфальтобетонных смесей кузова автосамосвалов должны быть с обогревом и укрыты

сверху брезентом.

Битумная эмульсия поступает из ДРСУ–128 автотранспортом на среднее расстояние 55 км.

Песчано-гравийная смесь природная и гравийно-песчаная смесь С2 поступают из карьера «Дубровка» автотранспортом на среднее расстояние 70 км.

Песок поступает из порта «Могилев» автотранспортом на среднее расстояние 37 км.

Водопропускные круглые железобетонные звенья поступают с завода «Спец-железобетон» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на среднее расстояние 44 км.

Водопропускные прямоугольные железобетонные звенья поступают с ЗЖБМК «Фаниполь» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на среднее расстояние 40 км.

Приготовление грунтощебня (50 % гранитного щебня фракции 20...40 мм) предусматривается на площадке справа от ПК 1748+50 внутри съезда № 1 транспортной развязки. Щебень для приготовления грунтощебня поступает с РУУП «Гранит» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на расстояние 39 км.

Плодородный грунт для приготовления грунтощебня поступает на площадку от срезки на расстояние 1 км. Грунтощебень поступает с площадки на объект автотранспортом на среднее расстояние 12 км.

Бетонный борт 100 × 30 × 15 поступает с базы «Радекплюс» автотранспортом на среднее расстояние 44 км.

Воду на объект предусматривается поставлять из местных водоемов и реки Вабич автотранспортом на среднее расстояние 3 км.

Материалы для приготовления асфальтобетонных смесей на АБЗ «Вейно» предусматривается поставлять следующим образом:

- минеральный порошок с завода ОАО «Доломит» по железной дороге на станцию Луполово и далее автотранспортом на расстояние 10 км;
- битум с НПЗ «Новополоцк» по железной дороге на станцию Луполово и далее автотранспортом на расстояние 10 км;
- песок дробленый с РУПП «Гранит» по железной дороге на станцию Аульс и далее автотранспортом на расстояние 1 км;
- песок из карьера «Дубровка» автотранспортом на расстояние 67 км;
- щебень с РУПП «Гранит» по железной дороге на станцию Луполово (промбаза ДСТ-3) и далее автотранспортом на расстояние 4 км.

### Задание

По рассмотренному примеру заполнить таблицу 4. Изучить источники получения и транспортировку строительных материалов при строительстве автомобильной дороги М4 Минск – Могилев, км 167,0–176,0.



## 3 Практическая работа № 3. Расчет основных технико-экономических параметров при различных методах организации работ

### 3.1 Постановка задачи календарного планирования

Необходимость календарного планирования возникает на всех стадиях проектирования автомобильной дороги, организации строительства и при управлении дорожным строительством.

Результатом календарного планирования являются графики процесса строительства, обеспечивающие увязку всех исполнителей и различных ресурсов во времени и пространстве и удовлетворяющие ряду ограничений, с учетом которых должно осуществляться строительство.

Общая задача календарного планирования:

- заданы: перечень объектов – участков дорог, состав выполняемых на них видов работ и их характеристики;
- известна ситуация: общее количество наличных ресурсов на каждый отрезок планируемого периода, возможность использования каждого вида ресурсов на разных объектах, их производительность и пределы интенсивности использования на каждой работе;
- требуется: разработать расписание работ, удовлетворяющее постановке задачи.

Построение такого расписания эквивалентно определению неизвестных величин – сроков начал  $t_{i,j}^H$  и окончаний  $t_{i,j}^0$  работ, где  $i = 1, 2, \dots, n$  – номер захватки (участка);  $j = 1, 2, \dots, m$  – номер вида работ. Совокупность чисел  $\{t_{i,j}^H; t_{i,j}^0\}$  будем называть календарным планом и обозначать символом П.

Если  $t_{i,j}$  – известная продолжительность  $j$ -й работы на  $i$ -м участке, то справедливо равенство

$$t_{i,j}^0 = t_{i,j}^H + \tau_{i,j}. \quad (1)$$

### 3.2 Методы организации работ

В случае, когда на общем фронте одновременно выполняются разные виды работ (совмещение разнотипных работ), методы организации работ называются поточными, при отсутствии таких работ – непоточными. Степень совмещения разнотипных работ может быть различна. Непоточные подразделяют, в свою очередь, на последовательные и параллельные методы организации работ.

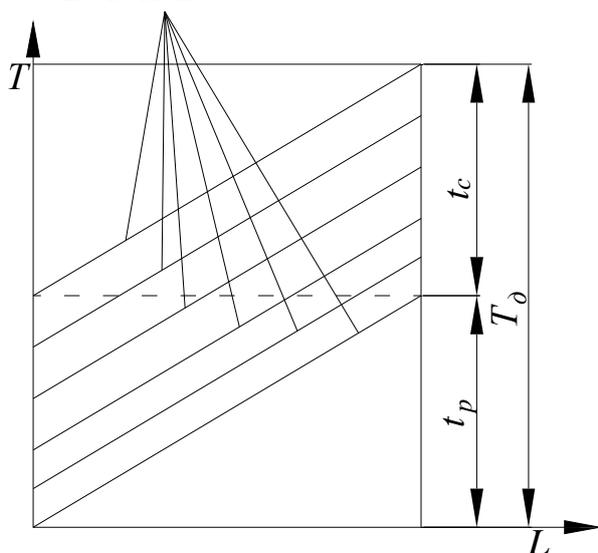
Последовательный метод предусматривает последовательное (без совмещения) выполнение разнотипных работ на участке (общем или частном фронте) и последовательное выполнение однотипных работ на общем фронте (рисунок 1), где срок строительства наибольший.

Параллельный (участковый) метод организации работ предусматривает

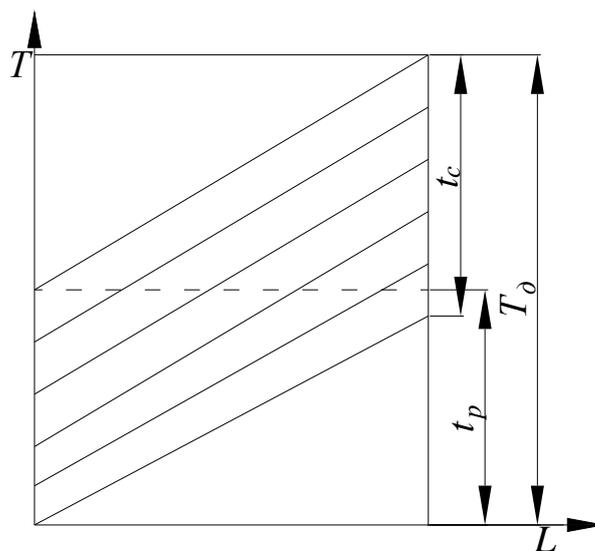


одновременное (параллельное) выполнение однотипных работ и последовательное выполнение разнотипных работ (рисунок 2). При последовательном развертывании работ на частном фронте наблюдается параллельно-последовательная организация работ (рисунок 3). Параллельный метод организации работ может использоваться при наличии универсальных ресурсов. Применение этого метода при синхронной работе может дать значительное сокращение сроков строительства.

а) Линии специализированных потоков



б)



а – с разбивкой общего фронта на частные; б – без разбивки общего фронта на частные

Рисунок 1 – График организации работ последовательным методом

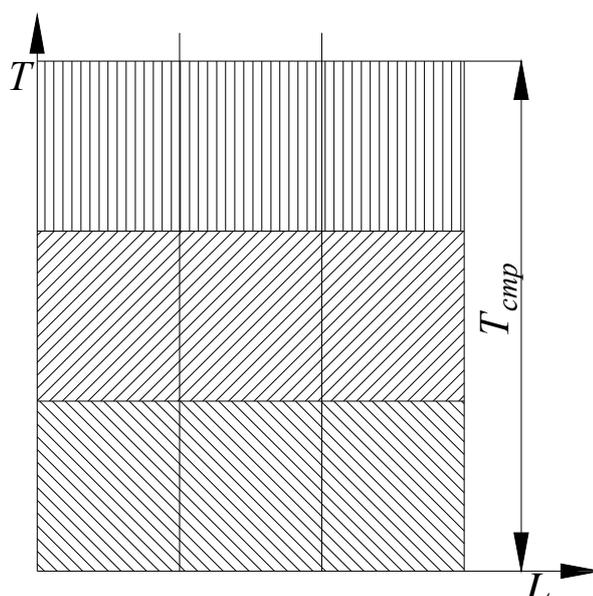


Рисунок 2 – График организации работ параллельным методом

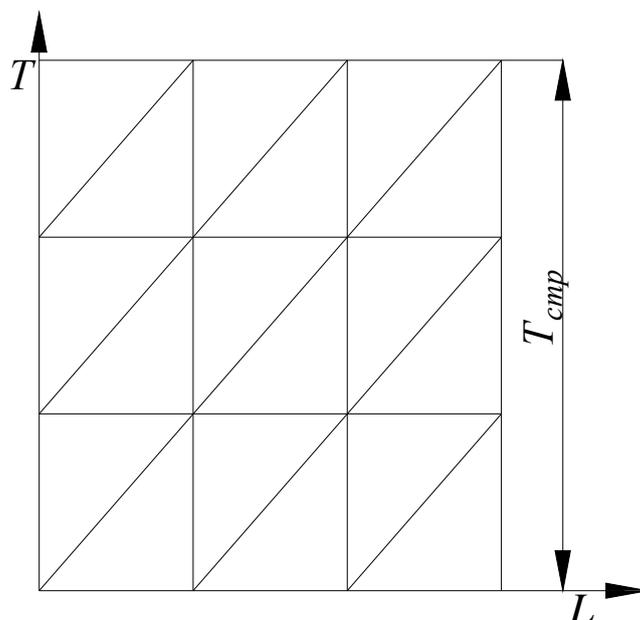


Рисунок 3 – График параллельно-последовательной организации работ

Как отмечено выше, при одновременном выполнении различных видов работ на общем фронте имеют место поточные методы организации работ (рисунок 4). Если при этом осуществляется еще и параллельное выполнение некоторых однотипных работ, метод называется параллельно-поточным (рисунок 5). Важным параметром потока является ритм  $\tau$  – время выполнения работ данного вида на частном фронте. В зависимости от ритмов различных видов работ потоки подразделяются на ритмичные, разноритмичные и неритмичные.

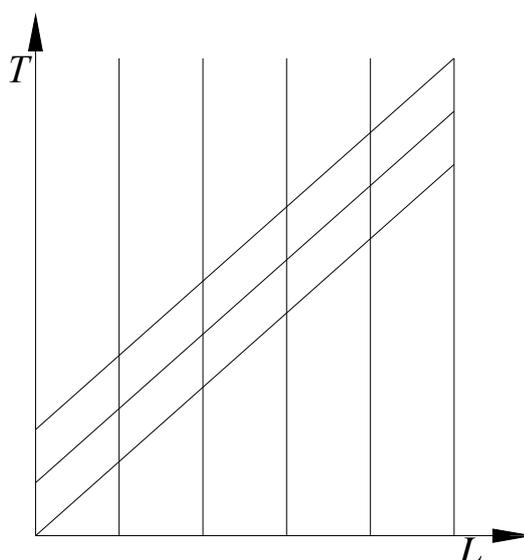


Рисунок 4 – График организации работ поточным методом

Ритмичный поток имеет одинаковые ритмы всех видов работ на всех частных фронтах, т. е. для ритмичного потока при всех  $i = 1, 2, \dots, n$  – число

частных фронтов работ и  $j = 1, 2, \dots, m$  – число видов работ выполняется условие:

$$\tau_{i,j} = \tau = \text{const}, \quad (2)$$

где  $\tau_{i,j}$  – ритм  $j$ -го вида работ на  $i$ -м частном фронте;

$\tau$  – общий ритм всего потока.

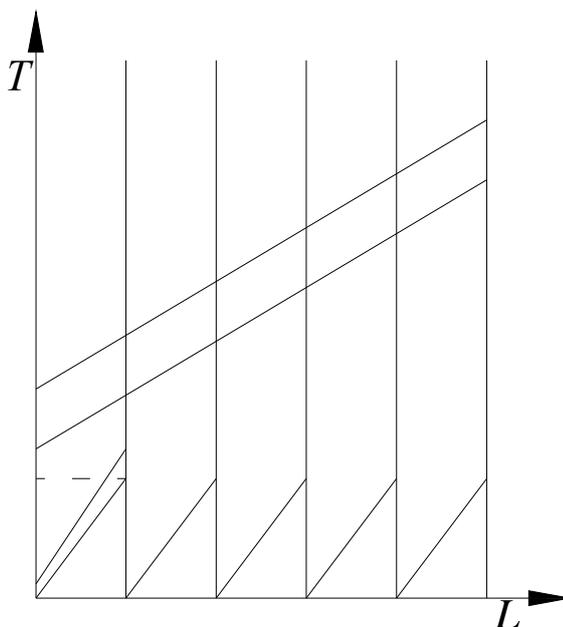


Рисунок 5 – График параллельно-поточной организации работ

Разноритмичный поток имеет одинаковые ритмы однотипных работ на всех частных фронтах, но ритмы различных видов работ разные при  $i = 1, 2, \dots, n$ :

$$\tau_{i,j}^q = \tau_j^q = \text{const}; \quad \tau_j^q \neq \tau_j^k, \quad (3)$$

где  $\tau_j^q, \tau_j^k$  – ритмы  $q$ -го и  $k$ -го видов работ.

Неритмичный поток имеет разные ритмы однотипных работ и различных видов работ при  $i = 1, 2, \dots, n$  и  $j = 1, 2, \dots, m$ :

$$\tau_{i,j}^q \neq \tau_{i,j}^q; \quad \tau_{i,j}^q \neq \tau_{j,i}^k. \quad (4)$$

### Задание

Изучить полученные у преподавателя графики, пояснить производство работ, время проведения работ, количество и состав бригад, выполняющих работы.

## 4 Практическая работа № 4. Поточный метод организации дорожно-строительных работ

Метод организации работ определяет принципиальную направленность решения основных организационных вопросов: последовательность производства работ и их взаимную увязку, структуру специализированных подразделений, расстановку, порядок перемещения и взаимодействия трудовых и материально-технических ресурсов, систему поставок материалов, порядок ввода дороги в эксплуатацию и т. д.

Поточный метод обеспечивает непрерывное использование трудовых и материально-технических ресурсов.

Сущность поточного метода в специфических условиях дорожного строительства состоит в следующем:

- в равные промежутки времени (смену, сутки) заканчивается строительство равных по длине участков дороги, причем готовая дорога наращивается непрерывной лентой в одном направлении;
- все работы выполняют механизированные отряды, специализированные по основным видам работ и оснащенные соответствующим образом подобранными комплектами дорожно-строительных машин;
- специализированные отряды равномерно друг за другом передвигаются по строящейся дороге и последовательно выполняют все строительномонтажные работы;
- после прохода последнего отряда дорога полностью готова к сдаче в эксплуатацию.

Основные виды работ при строительстве автомобильных дорог поточным методом выполняют в следующей технологической последовательности:

- подготовительные работы;
- постройка зданий и сооружений дорожной линейной и автотранспортной служб;
- строительство средних и больших мостов и других инженерных сооружений;
- строительство малых искусственных сооружений;
- производство сосредоточенных работ по возведению земляного полотна;
- устройство земляного полотна и укрепительные работы;
- устройство дорожной одежды;
- обстановка пути и отделочные работы.

Преимущества поточного метода организации работ.

1 Ввод дороги в действие осуществляют непрерывно и равномерно с первых дней развертывания всех работ потока. Благодаря этому улучшаются условия работы строительного транспорта, использующего готовые участки дороги для подвозки строительных материалов. Транспорт общего пользования также сможет задолго до конца строительства передвигаться по законченной части дороги, что ускоряет её окупаемость в народном хозяйстве.

2 Концентрация средств механизации в специализированных отрядах



обеспечивает лучшее их использование, создает благоприятные условия для обслуживания и ремонта, облегчает контроль над работой машин. Всё это в конечном счете приводит к повышению производительности каждой машины и снижению себестоимости механизированных работ.

3 Сосредоточение производства работ на относительно небольшом участке дороги облегчает оперативное руководство работами и контроль за их качеством.

4 Вся система поточного строительства обеспечивает повышение общей культуры производства работ, облегчает учет выполнения планов работ, сокращает сроки оборачиваемости материальных и денежных средств и объем незавершенного производства.

Основной организационной единицей при поточном строительстве автомобильной дороги является специализированный поток-комплекс всех материально-технических и трудовых ресурсов, необходимых для строительства отдельной дорожной конструкции или выполнения отдельного вида работ. В специализированных потоках работу выполняют механизированные отряды, которые имеют обычно постоянный состав машин и рабочих.

Различают потоки с постоянной и переменной скоростью (темпом).

В потоках с постоянной скоростью специализированные отряды в равные промежутки времени проходят в процессе производства работ равные по длине участки дороги. В потоках с переменной скоростью специализированные отряды в равные промежутки времени проходят в процессе производства работ различные по длине участки дороги.

Объединение в непрерывном и ритмичном строительном процессе всех специализированных линейных потоков, выполняющих сосредоточенные работы, образует комплексный поток по строительству автомобильной дороги.

Поточную организацию строительства автомобильных дорог можно характеризовать линейным календарным графиком в плоской системе координат. Схематический график строительства автомобильной дороги поточным методом показан на рисунке 6.

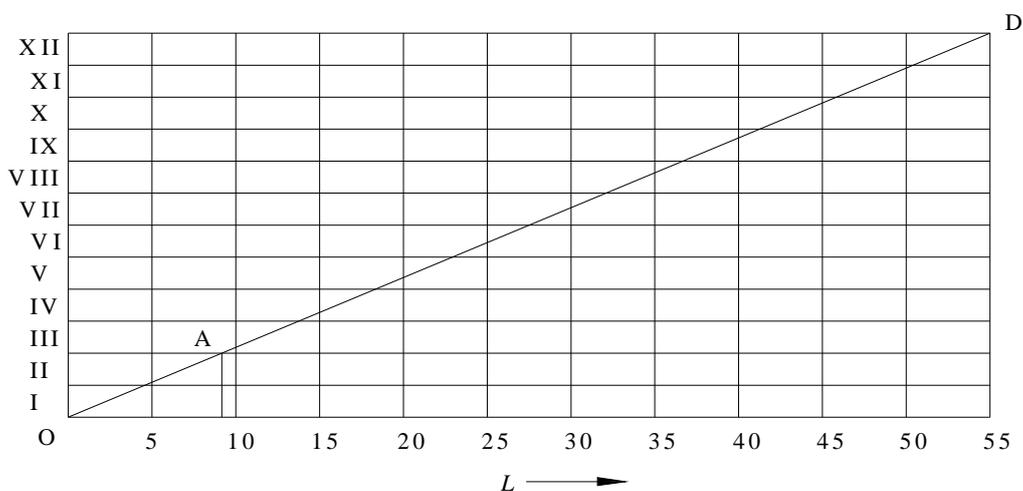


Рисунок 6 – Линейный календарный график строительства автомобильной дороги поточным методом при постоянной скорости потока

На графике по вертикали откладывают время производства работ в сутках или в рабочих сменах, а по горизонтали – протяженность строящейся дороги в километрах. На рисунке 6 точка В, соответствующая двум месяцам производства работ, связана через точку А с точкой С. Отрезок ОС, равный 9 км, показывает готовый участок дороги, а точка С на 9 км – условное местонахождение механизированных отрядов. График потока на рисунке 6 представлен прямой линией OD. Это говорит о том, что поток имеет постоянную скорость.

Графики потоков с переменными скоростями различного характера представлены на рисунках 7 и 8.

На рисунке 7 линия, характеризующая темп вывозки материала, представляет собой плавную кривую,  $\operatorname{tg}\alpha$  наибольший в точке выхода на строящуюся дорогу подъездного пути из карьера и постепенно уменьшающиеся по мере удаления из нее (с увеличением дальности возки).

На рисунке 8 ломаной линией показано периодическое изменение темпов работ по возведению земляного полотна, вызванное неравномерным распределением объемов земляных работ по трассе. Между переломами скорость потока остается постоянной. В каждой точке графика скорость потока характеризуется тангенсом угла между линией потока и вертикалью  $\operatorname{tg}\alpha$ .

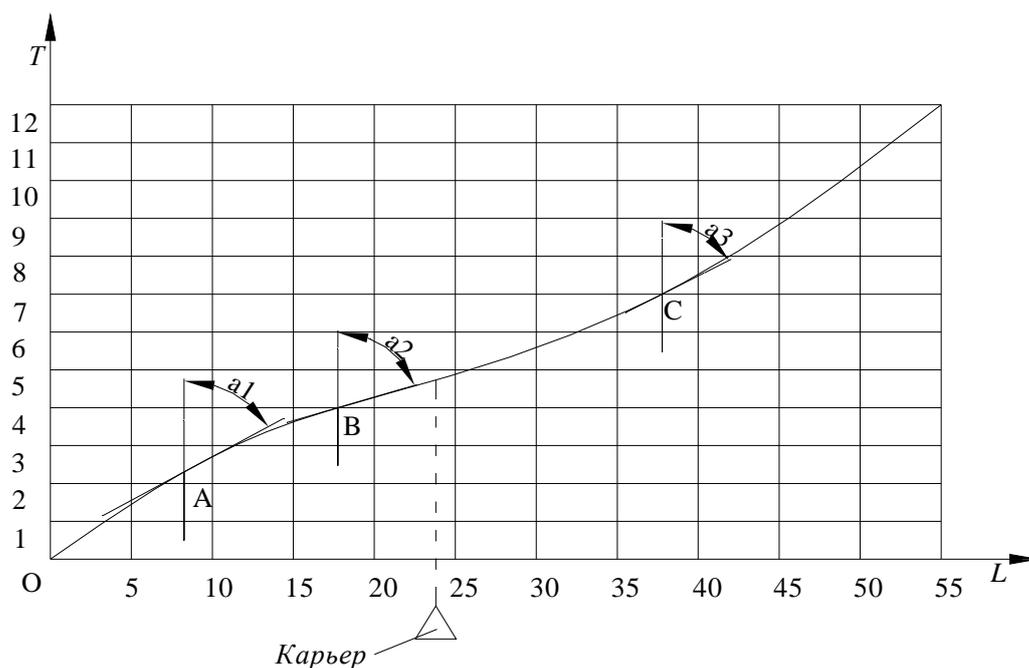


Рисунок 7 – Линейный календарный график вывозки гравийного материала на дорогу из одного карьера автомобильной колонной постоянного состава

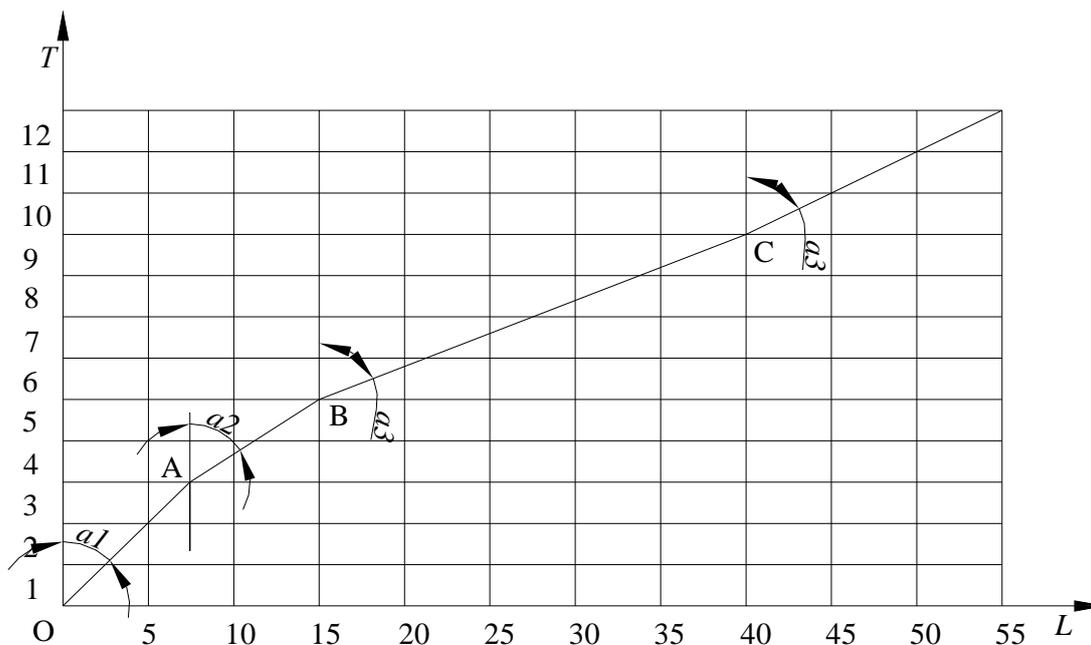


Рисунок 8 – Линейный календарный график потока земляных работ с периодически меняющейся скоростью

### Задание

Изучить полученные у преподавателя графики, пояснить производство работ, время проведения работ, количество и состав бригад, выполняющих работы.

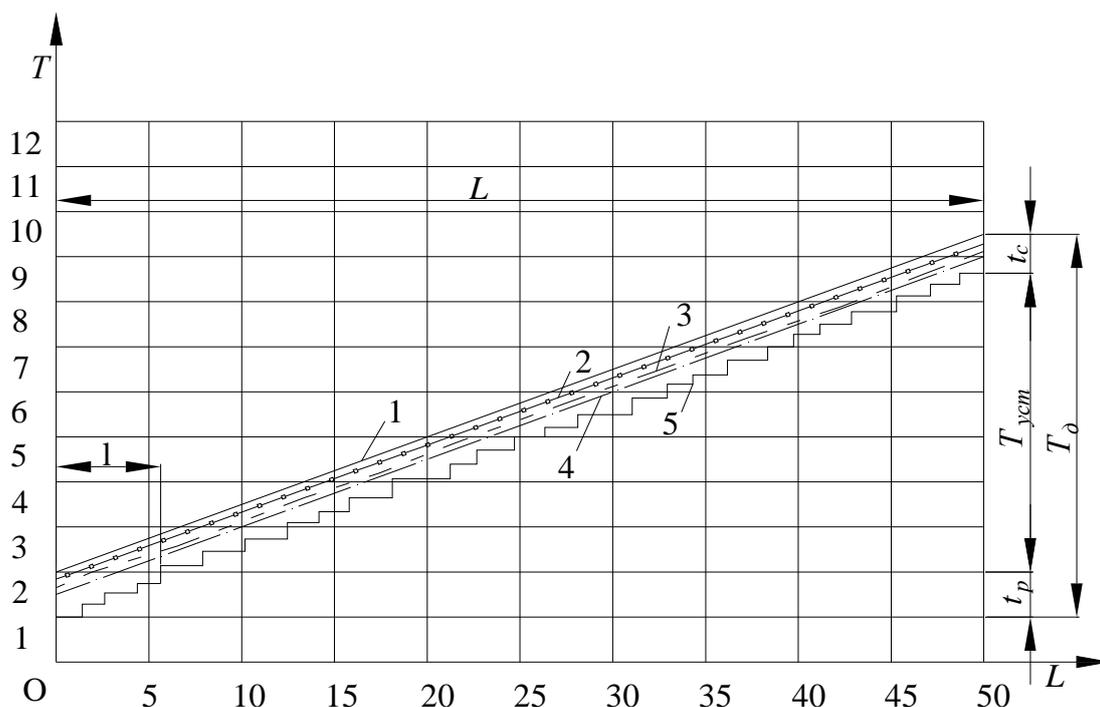
## 5 Практическая работа № 5. Основные параметры дорожно-строительных потоков

Для взаимной увязки действия всех специализированных потоков строят линейные календарные графики комплексного потока с выделением линий специализированных потоков.

На рисунке 9 показан пример графика комплексного потока с постоянной скоростью специализированных потоков.

Поточное строительство автомобильных дорог характеризуется численным значением ряда параметров. Величины этих параметров зависят от уровня организации строительства и конкретных условий производства работ на каждом объекте.

Время действия потока – продолжительность работы всех средств потока. Для специализированного потока это продолжительность работы одного специализированного отряда, включая периоды разворачивания и свертывания. Для комплексного потока это время работы от начала работы первого специализированного отряда до конца работы последнего. Время действия потока должно быть увязано с заданными сроками строительства – его началом и сдачей дороги в эксплуатацию. Следует учитывать также изменения состава работ и их технологии в различные климатические периоды.



1 – линия потока по устройству покрытия; 2 – то же по устройству основания; 3 – то же по вывозке материала для основания; 4 – то же по строительству земляного полотна; 5 – то же по строительству малых искусственных сооружений;  $T_{уст}$  – период установившегося потока;  $t_p$  – период развертывания потока;  $t_c$  – период свертывания потока;  $L$  – годовой участок работы потока;  $l$  – длина потока (фронт работ);  $T_d$  – время действия потока

Рисунок 9 – Линейный календарный график комплексного потока по строительству автомобильной дороги с выделением специализированных потоков по основным видам работ

Период развертывания потока – период времени, необходимый по технологическим и организационным условиям для последовательного ввода в работу всех средств механизации потока. Для специализированного потока время развертывания обычно ограничено несколькими часами, реже – несколькими сменами. Для комплексного потока период развертывания равен времени, необходимому для ввода в работу всех специализированных отрядов.

Период свертывания потока – период времени, необходимый для последовательного вывода из работы всех средств механизации потока после полного окончания заданных работ. Для специализированного потока этот период обычно равен нескольким часам, реже – нескольким сменам. Для комплексного потока период свертывания равен промежутку времени от конца работы первой машины первого специализированного отряда до конца работы последней машины последнего специализированного отряда. При одинаковой и постоянной скорости всех специализированных потоков период свертывания комплексного потока равен периоду его развертывания.

Участок работы потока – участок дороги, который может быть построен одним потоком. Различают годовой (сезонный) и суммарный (общий) участки

работы потока. Годовым называют участок дороги, который может быть построен одним потоком в течение одного года или одного сезона, а суммарным – в течение нескольких лет.

Скорость (темп) специализированного потока – протяженность участка дороги в погонных метрах или километрах, на котором специализированный отряд выполняет все возложенные на него работы в единицу времени (смену или сутки). Скорость комплексного потока – протяженность участка дороги, полностью законченного в течение смены или суток. Скорость – основной показатель потока, характеризующий производительность механизированных отрядов. Чем больше скорость потока, тем меньше сроки строительства. Скорость потока можно определить по формуле

$$V = \frac{L}{T_{\partial} - t_p}, \quad (5)$$

где  $V$  – скорость потока, км/смену;

$L$  – протяженность участка работы потока, км;

$T_{\partial}$  – время действия потока;

$t_p$  – продолжительность развертывания потока.

Длина (захватка) специализированного потока – участок дороги, на котором работают все средства механизированного потока.

Длина (фронт работ) комплексного потока – участок дороги, занятый всеми специализированными отрядами, входящими в состав комплексного потока. Всегда следует стремиться к минимальной длине комплексного потока. Она характеризует собой участок дороги, находящейся в процессе производства: чем он длиннее, тем больше объемы незавершенных работ.

Период установившегося потока  $T_{уст}$  – это время одновременного действия всех составляющих специализированных потоков.

Период установившегося потока должен стремиться к максимальному значению.

Коэффициент эффективности потока  $K_{эф}$  – показатель, характеризующий эффективность применения поточной организации строительства. Его можно определить по формуле

$$K_{эф} = \frac{T_{уст}}{T_{\partial}},$$

где  $T_{уст}$  – период установившегося потока;

$T_{\partial}$  – время действия потока.

При  $K_{эф} > 0,7$  поточная организация строительства даст положительный эффект.

При  $0,3 < K_{эф} < 0,7$  возможно применение как поточной, так и непоточной организации работ.



При  $K_{эф} < 0,3$  поточная организация неэкономична.

Основные параметры потока можно графически показать на линейном календарном графике (см. рисунок 9).

Для расчетов можно использовать следующие формулы:

$$V_k = \frac{L}{T},$$

где  $L$  – длина дороги, м;

$T$  – количество рабочих смен в строительном сезоне с учетом заданных сроков:

$$T = [T_{кал} - (t_{раз} + T_{мет} + T_{вых})] \cdot K_{см},$$

где  $T_{кал}$  – число календарных дней в сезоне;

$T_{мет}$  – число нерабочих дней по метеоусловиям (с количеством осадков более 10 мм);

$t_{раз}$  – время развертывания потока:

$$t_{раз} = t_1 + t_n.$$

В каждом частном случае окончательное решение принимают после детального рассмотрения всех технико-экономических показателей уровня организации работ.

### Задание

Изучить полученные у преподавателя графики, пояснить производство работ, время проведения работ, количество и состав бригад, выполняющих работы.

## 6 Практическая работа № 6. Непоточная организация дорожно-строительных работ

Несмотря на все преимущества поточной организации строительства и ее широкое распространение, на отдельных дорожных объектах все еще имеет место непоточная организация работ. В этих случаях работы производят на широком фронте (рассредоточение) с распределением строителей и средств механизации по всей дороге. Иногда для облегчения контроля и руководства работами строящуюся дорогу разбивают на участки. На каждом из них работы организуют самостоятельно с учетом конкретных местных условий и независимо от работ на соседних участках. Отказ от поточной организации работ может быть допущен только как исключение в отдельных случаях:

– при строительстве коротких участков дорог, на которых нельзя орга-



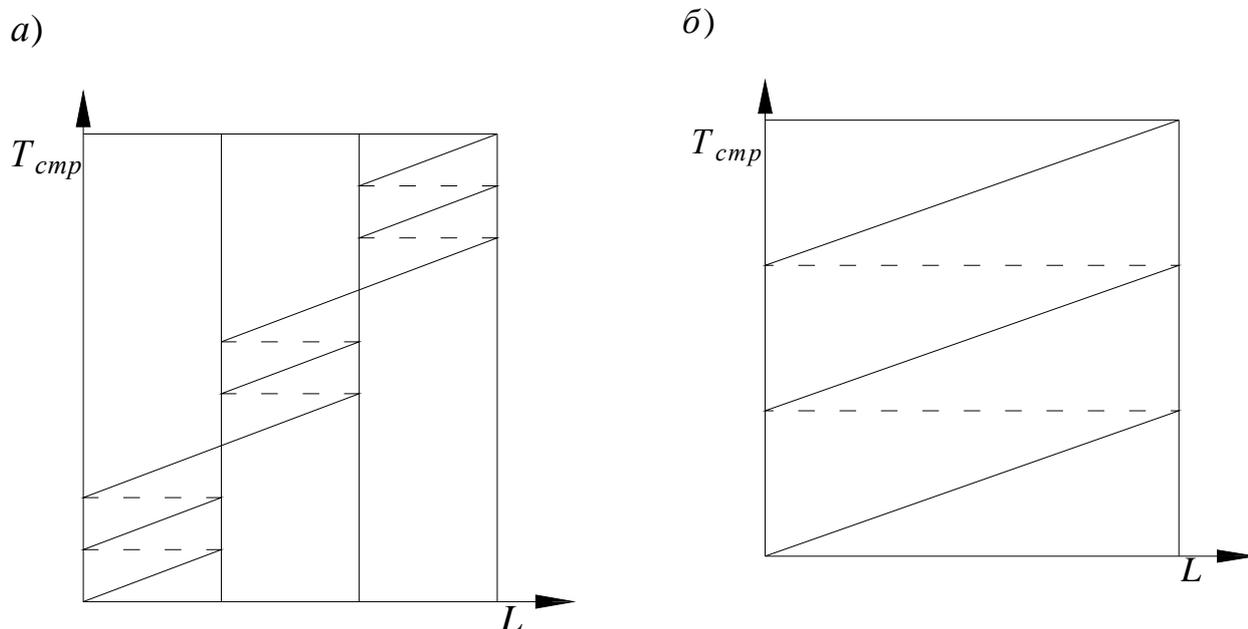
низовать установившийся комплексный поток из-за недостаточной протяженности дороги, т. е. когда время действия потока будет равно сумме периодов развертывания и свертывания потока или будет близко к ней (графики неустановившихся потоков на коротких участках дорог показаны на рисунке 10);

– при необходимости выполнения крупных объемов сосредоточенных работ;

– при восстановительных работах, характеризующихся разнообразием видов работ и чрезвычайной неравномерностью распределения их по километрам дороги;

– при строительстве сельских дорог с сезонным использованием машин и транспортных средств, временно освобождающихся от сельскохозяйственных работ, и массовым привлечением на короткие сроки местного населения.

В этих условиях может оказаться более целесообразной организация производства работ сразу на всей дороге (рассредоточение на широком фронте). Все виды работ выполняют поочередно на всем протяжении строящейся дороги. Вначале строят искусственные сооружения, зачастую одновременно с земляным полотном, затем – слои основания и покрытия. Специализация, как правило, отсутствует, и все работы, начиная с расчистки дорожной полосы и кончая отделочными работами, выполняет один и тот же коллектив рабочих и инженерно-технических работников. Для удобства административного управления работами строящуюся дорогу иногда разбивают на несколько строительных или прорабских участков. Организация работ при этом по существу не меняется – на всех участках одновременно выполняют одни и те же работы.



$$a - T_0 = t_p + t_{ce}; T_{ycm} = 0;$$

$$\bar{b} - T_0 < t_p + t_{ce}; T_{ycm} = 0$$

Рисунок 10 – Графики неустановившихся потоков на коротких участках дороги

Продолжительность строительства (в сутках) автомобильной дороги при непоточной организации работ можно определить по формуле

$$T = t_{подг} + t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_{зав}, \quad (6)$$

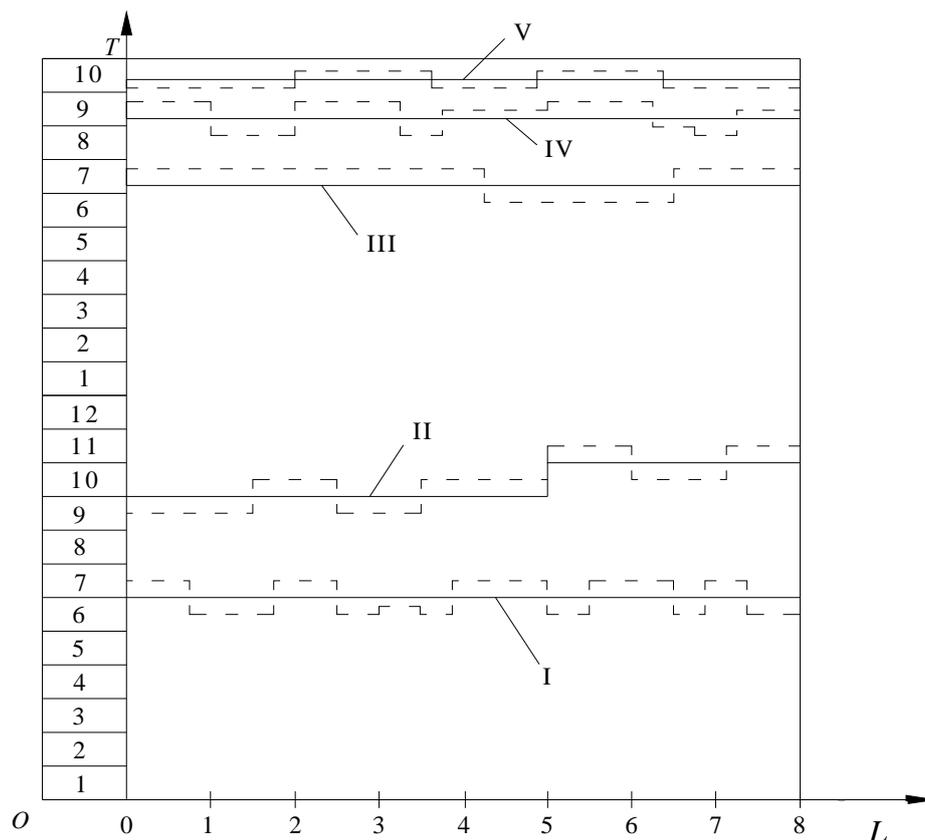
где  $t_{подг}$  – продолжительность подготовительного периода;

$t_1 + t_2 + \dots + t_n$  – продолжительность выполнения отдельных видов работ;

$t_{зав}$  – продолжительность завершающего периода строительства.

Продолжительность строительства автомобильной дороги при такой организации всегда больше, чем при поточном методе.

Схематический график непоточной организации строительства автомобильной дороги показан на рисунке 11.



I – строительство искусственных сооружений; II – то же земляного полотна; III – то же основания дорожной одежды; IV – то же покрытия; V – отделочные работы

Рисунок 11 – Схематический график непоточной организации строительства автомобильной дороги

Горизонтальные прямые линии на графике условно показывают средние заданные сроки окончания отдельных видов работ, верхняя горизонтальная линия – заданный срок ввода дороги в эксплуатацию. На исполнительных графиках строительства дороги соответствующие линии обычно бывают ломаными, а не прямыми горизонтальными. На рисунке 11 пример фактического выполнения работ показан пунктиром. Такие отклонения объясняются различной производительностью бригад на разных участках дороги.

Из графика, представленного на рисунке 11, видно, что на каждом

километре дороги работы проводят столько же времени, сколько отведено для строительства всей дороги в целом. Дорогу вводят в эксплуатацию одновременно на всем протяжении после завершения всех строительных работ.

При такой организации строительства в работе участвуют поочередно большие группы машин одного назначения (например, землеройные или комплекты для строительства определенного вида дорожных одежд и т. д.). В то же время группы машин другого назначения будут длительное время не использоваться. В конечном итоге общая потребность в средствах механизации все же возрастает (по сравнению с потребностью при поточной организации работ), т. к. однотипные строительные работы развертываются одновременно во многих местах. В то же время из-за рассредоточенности машин ухудшается их техническое обслуживание, ремонт и соответственно производительность.

Время, необходимое для выполнения одного вида работ при непоточной их организации (например, устройство земляного полотна, основания или покрытия дорожной одежды и т. д.), можно определить по формуле

$$T = \frac{Q}{N \cdot П \cdot K_{см}}, \quad (7)$$

где  $T$  – продолжительность работ (за вычетом дней отдыха, праздников и простоев по погодным условиям), сут;

$Q$  – объем работ в физических единицах;

$N$  – количество одновременно работающих машин; если работы выполняются одинаковыми машинами, то  $N$  равно общему количеству всех машин; если несколькими комплектами различных машин (например, бульдозерами, автогрейдерами и катками), то  $N$  принимают равным суммарному числу ведущих машин.  $N$  определяют по технологическим картам или по фактическому наличию машин в данной строительной организации;

$П$  – сменная производительность машин, м<sup>3</sup> или т;

$K_{см}$  – коэффициент сменности, показывающий, сколько смен в сутки используется машина.

Для случая, когда срок выполнения работ определен заранее, количество машин находят по формуле

$$N = \frac{Q}{T_3 \cdot П \cdot K_{см}}, \quad (8)$$

где  $T_3$  – заданный срок производства работ, сут.

Затем по технологическим картам проверяют возможность размещения и работ на участке найденного по формуле количества машин  $N$ . Если эффективное использование их по условиям размещения невозможно, необходимо пересмотреть заданный срок окончания работ.

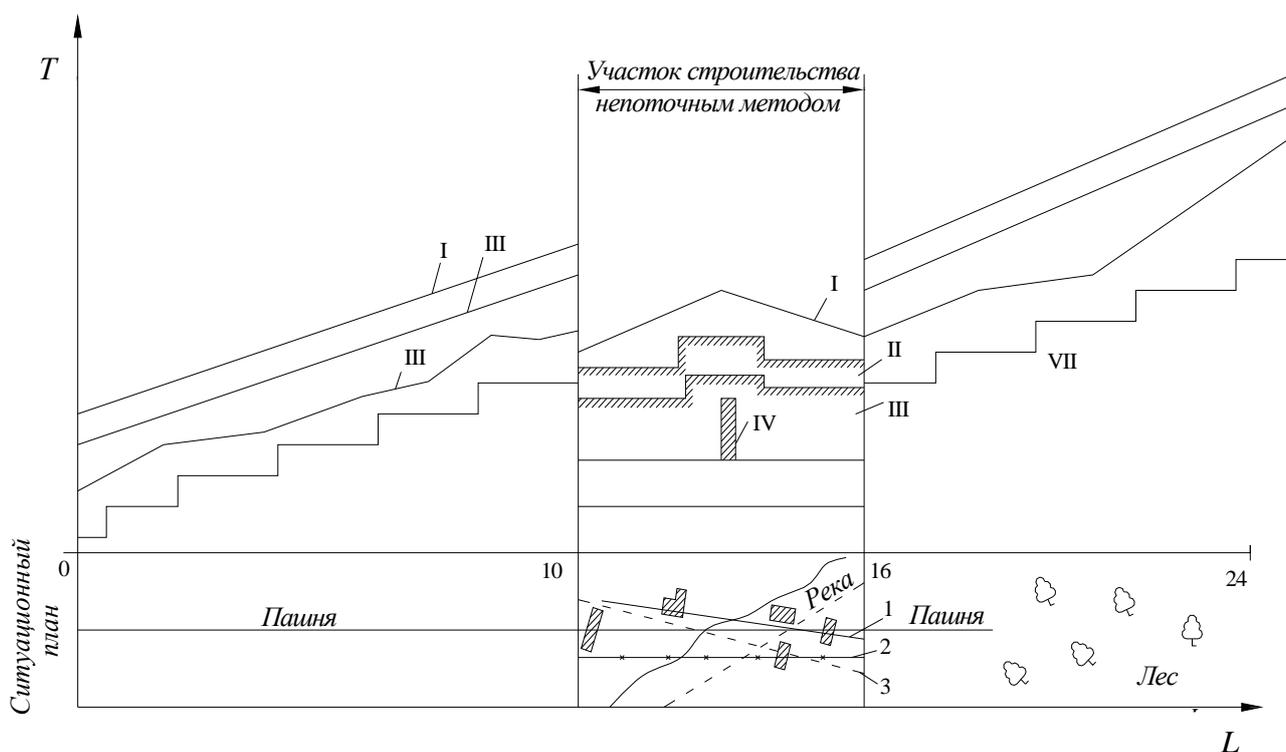
Непоточная организация производства отдельных видов работ на коротких участках может найти применение и на дорогах, строительство которых в

целом осуществляют поточным методом. На строительстве большинства автомобильных дорог II–V категорий до 10...20 % работ по своим объемам и условиям выполнения относятся к сосредоточенным (крупные насыпи и выемки, скальные работы, переходы через болота и т. д.).

Для выполнения сосредоточенных работ в составе комплексных потоков создают механизированные отряды, оснащенные специализированными средствами механизации. Выполнение этими отрядами сосредоточенных работ зачастую целесообразно организовывать методом широкого фронта сразу на протяжении всего участка. Такая организация работ позволяет выполнять их в наиболее короткие сроки.

Выделение из общего потока участков для организации работ широким фронтом может иметь место также при строительстве дорог в пределах населенных пунктов, на территории крупных промышленных предприятий, в горах и т. д.

На рисунке 12 показан линейный календарный график организации поточного строительства автомобильной дороги с выделением участка для работ широким фронтом.



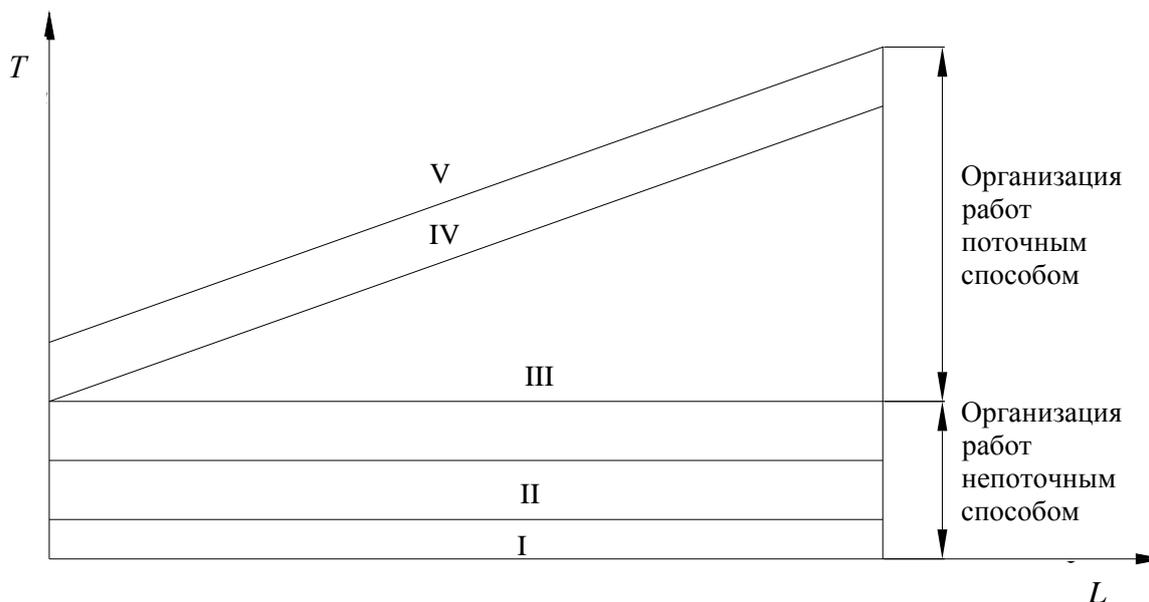
I – устройство покрытия; II – устройство основания; III – возведение земляного полотна; IV – строительство моста; V – перенос подземных коммуникаций; VI – снос строений; VII – строительство труб; 1 – газопровод; 2 – водопровод; 3 – канализация

Рисунок 12 – Линейный календарный график организации поточного строительства дороги с выделением участка сосредоточенных работ

Сосредоточение на 6 км дороги значительного количества сложных и разнообразных работ заставило отказаться на этом участке от поточного метода организации большей части работ. Поток соблюдается только на

устройстве покрытия.

На рисунке 13 показан линейный календарный график организации строительства, на котором производство всех подготовительных работ, постройка линейных зданий, строительство искусственных сооружений и земляного полотна производят рассредоточение на широком фронте. Устройство всех слоев дорожной одежды как конструкции, наиболее отвечающей требованиям поточного метода организации работ, осуществляют потоком.



I – подготовительные работы; II – строительство искусственных сооружений; III – возведение земляного полотна; IV – устройство основания дорожной одежды; V – устройство покрытия

Рисунок 13 – Линейный календарный график организации строительства при сочетании поточного и непоточного методов работ

Расчет необходимых ресурсов и определение сроков окончания производят отдельно для каждой группы работ, намеченной к выполнению одним организационным методом.

Такое объединение различных форм организации работ применяют наиболее часто при использовании на строительстве одновременно со специализированной дорожной организацией значительного количества рабочих, различного рода машин и транспорта, привлекаемых на дорожные работы на короткие сроки из других организаций. Привлекаемым со стороны рабочим, как правило, поручают выполнение наиболее простых видов работ на коротких участках дороги, возможно ближе к постоянному месту жительства. Производство этих работ организуют на широком фронте. Специализированная дорожная организация берет на себя выполнение поточным методом более сложных работ. Однако и при производстве работ с массовым участием населения следует добиваться максимального применения поточных форм организации работ как наиболее прогрессивных и рентабельных. Отказ от них и переход к смешанным формам должен быть в каждом случае достаточно

обоснован сроками работ различных организаций, сроками выделения транспорта, возможностями размещения или доставки к месту работ всех работающих, сроками и объемами поставок материалов и т. д.

### **Задание**

Изучить полученные у преподавателя графики, пояснить производство работ, время проведения работ, количество и состав бригад, выполняющих работы.

## **7 Практическая работа № 7. Применение системы сетевого планирования и управления в дорожном строительстве**

Системой сетевого планирования и управления (СПУ) называют комплекс расчетных методов и организационных мероприятий, базирующихся на использовании математических моделей управляемого процесса. Такие модели, представленные в графическом виде, называют сетевыми графиками.

Существенным достоинством сетевых графиков является возможность графического изображения взаимных связей и организационного взаимодействия самых различных сфер человеческой деятельности (проектирования, снабжения, подготовки кадров, производства работ и т. д.).

Сетевые графики позволяют более точно рассчитывать сроки заполнения всех видов работ, учитывать их отклонение от средних нормативных данных, определять потребные ресурсы для их выполнения, а также их взаимную увязку во времени. Организационные решения, отражаемые в сетевых графиках, могут быть разработаны с любой степенью детализации, требуемой для различных уровней руководства.

Преимущества сетевых графиков особенно наглядны при проектировании организации строительства и производства работ на сложных объектах, например, дорог I категории, дорог в пределах крупных населенных пунктов, в горной местности и т. д.

Под термином «работа» при составлении сетевого графика понимают:

- любой трудовой процесс, связанный с затратой времени и некоторых ресурсов (например, возведение насыпи, заготовка и транспортировка материалов, расчет искусственных сооружений и т. д.);
- «ожидание» – процесс, не требующий специальных затрат труда, но занимающий время (например, процесс твердения растворов и бетонов);
- «зависимость» или «фиктивную работу», т. е. логическую связь между различными событиями, не требующую затрат времени и ресурсов, но указывающую, что возможность начала одной работы непосредственно зависит от другой (например, уборка взорванной породы в карьере может быть выполнена только после производства взрыва).

Существует два способа графического изображения работ на сетевых графиках и, соответственно, два метода их построения. По одному способу все

виды работ на сетевых графиках изображают в виде стрелок: действительные работы изображают сплошными линиями, зависимости (фиктивные работы) и ожидание – пунктирными. По второму способу работы на сетевых графиках изображают кружками, а логические связи между ними – стрелками.

Логическую последовательность работ в обоих случаях обычно изображают на графиках слева направо: начальное событие изображается на чертеже крайним слева, завершающее – крайним справа. Каждый метод построения сетевых графиков имеет свои преимущества и недостатки. Применение того или другого метода не вызывает принципиальных изменений всей системы в целом. Однако большее распространение имеет изображение работ стрелками. На рисунке 14 даны примеры построения графиков обоими методами.

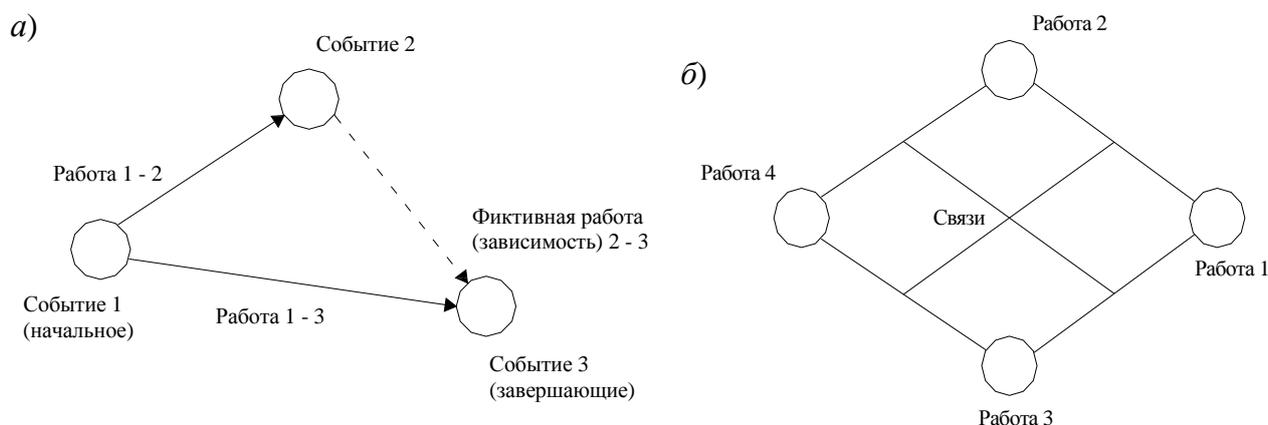


Рисунок 14 – Простейшие сетевые графики с изображением работ стрелками (а) и кружками (б)

Все работы, включаемые в сетевой график, должны иметь количественную оценку. В большинстве случаев основной оценкой считают продолжительность производства работ, необходимую для ее выполнения и выраженную в единицах времени – сутках, сменах или часах (временная оценка этих работ).

Факт начала или окончания каждой работы называют событием и условно изображают кружками. Всякая работа (стрелка) сетевого графика соединяет два события (круга): начальное и конечное. Одно и то же событие является для одной работы конечным и для другой – начальным. Событие шифруется одним номером (цифрой), работа – номерами двух событий: предшествующего и последующего. Самое первое событие называют исходным, последнее – завершающим.

Непрерывную логическую последовательность работ в сети называют *путем*. Длину пути измеряют суммой количественных оценок всех составляющих его работ: временем, необходимым для производства работ, их стоимостью, трудоемкостью и т. д.

Путь, имеющий наибольшую длину между исходным и завершающими событиями (в одноцелевой сети), называют критическим. В отдельных случаях в составе одной сети может быть несколько критических путей равной длины. На сетевых графиках работы критического пути обычно выделяют двойными или жирными стрелками. Это позволяет наглядно выделить работы, требующие

для выполнения наибольшего времени, а в ряде случаев – и сосредоточения большей части специализированных ресурсов. Такой наглядности нет у обычных линейных и календарных графиков.

Длина критического пути, рассчитанная по временным оценкам, определяет сроки строительства. Следовательно, для сокращения сроков строительства необходимо изыскивать способы сокращения продолжительности производства работ, лежащих на критическом пути.

Разность между продолжительностью критического пути  $t_{kp}$  и продолжительностью любого пути  $t(L)$  называют резервом времени пути, обозначают обычно  $R(L)$  и вычисляют по формуле

$$R(L) = t_{kp} - t(L). \quad (9)$$

В общем случае начальное событие работы обычно обозначают буквой  $i$ , конечное – буквой  $j$ . Общий резерв времени работы  $R_{i-j}$  равен разности между одноименными поздними и ранними параметрами этой работы и определяется по формуле

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{n.o} - T_{i-j}^{p.o} = T_{i-j}^{n.n} - T_{i-j}^{p.n}, \quad (10)$$

где  $T_{i-j}^{n.o}$  – позднее окончание работы;

$T_{i-j}^{p.o}$  – раннее окончание работы;

$T_{i-j}^{n.n}$  – позднее начало работы;

$T_{i-j}^{p.n}$  – раннее начало работы.

Общий резерв времени работы показывает, насколько может быть увеличена ее продолжительность или отсрочено начало при соблюдении условия: продолжительность проходящего через нее пути не превысит продолжительности критического пути.

Частный резерв времени работы  $r_{i-j}$  равен разности между ранним началом последующих работ и ранним окончанием данной работы и определяется по формуле

$$r_{i-j} = T_{i-k}^{p.n} - T_{i-j}^{p.o}, \quad (11)$$

где  $T_{i-k}^{p.n}$  – раннее начало последующей работы.

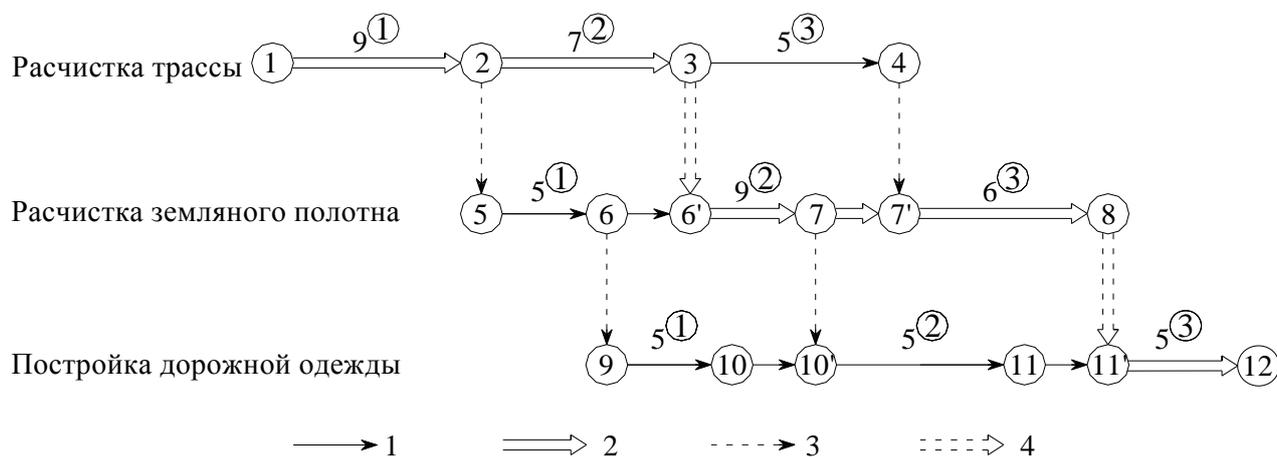
При вычерчивании сетевых графиков в масштабе времени, резервы времени работ, можно определить также графически. Этот способ дает достаточную для практических целей точность при вычерчивании в крупном масштабе графиков с небольшим количеством событий.

Знание резервов времени отдельных работ, событий и путей необходимо для продуманного и определяемого расчетом маневрирования ресурсами. Наличие значительных запасов времени свидетельствует о избыточности выделенных для данных работ ресурсов. Улучшение их использования может



быть достигнуто переводом на другие работы, в первую очередь на работы, лежащие на критическом пути.

В процессе объединения частных графиков производят их корректировку с целью взаимной увязки всех работ. Пример сетевого графика строительства автомобильной дороги протяженностью 3 км показан на рисунке 15, на котором цифры над стрелкой обозначают продолжительность данной работы в днях, индекс цифры в кружке – номер километра, на котором выполняют работы.



1 – работа; 2 – работа, лежащая на критическом пути; 3 – зависимость; 4 – зависимость, лежащая на критическом пути

Рисунок 15 – Сетевой график поточного строительства участка дороги протяженностью 3 км

В качестве отдельных работ на этом графике приняты километровые объемы работ по расчистке трассы (1–2–3–4), возведению земляного полотна (5–6–7–8) и устройству дорожной одежды (9–10–11–12). Построение сети графика отражает поточную организацию работ. Потоки по отдельным видам работ – расчистке трассы, возведению земляного полотна, устройству дорожной одежды – изображены горизонтальными параллельными линиями. Увязка специализированных потоков в единый комплексный поток произведена путем введения в сеть фиктивных работ (показаны пунктирными стрелками).

После вычерчивания сетевого графика рассчитывают его параметры.

- 1 Определяют ожидаемую продолжительность выполнения всех работ.
- 2 Рассчитывают наиболее ранние и наиболее поздние сроки начала и окончания каждой работы. Ранние сроки вычисляют последовательно от начального к завершающему событию, а поздние – в обратном порядке.
- 3 Определяют критические пути (один или несколько).
- 4 Вычисляют резервы времени работ и событий, лежащих на некритических путях, а также резервы времени каждого некритического пути.

### Задание

Изучить полученные у преподавателя графики, пояснить производство работ, время проведения работ, количество и состав бригад, выполняющих работы.

## 8 Практическая работа № 8. Расчет потребной мощности производственной базы

Производственная мощность предприятия – это максимально возможный выпуск продукции при полном использовании оборудования и площадей в соответствии с установленным режимом работы предприятия.

Производственная мощность является одновременно функцией средств производства и уровня квалификации рабочих кадров.

Методика расчета производственной мощности предприятия приведена в примере решения задачи.

**Задача.** На участке строительной организации при производстве земляных работ принят двухсменный режим работы. До начала планируемого года имелось 19 экскаваторов, по плану намечалось с 1 июля увеличить парк машин на восемь новых экскаваторов и с 1 октября этого же года списать четыре экскаватора в связи с их износом.

Планируемые текущие простои экскаваторов составляют 20 %. Расчетная средняя производительность экскаватора с прямой лопатой при работе на транспорт 85 м<sup>3</sup>/ч грунта.

### Решение

Эксплуатационный годовой режим работы машины определяется по формуле

$$t_y = [(t_k - \sum t_{n.n.}) \cdot n \cdot 1] \cdot (1 - a_n / 100) \quad , \quad (12)$$

где  $t_k$  – календарный годовой фонд времени;

$t_{n.n.}$  – плановые потери времени (выходные, праздничные и плановые ремонты);

$n$  – число смен в сутки;

$l$  – продолжительность смены, ч;

$a_n$  – планируемый текущий простой, %.

$$t_y = (365 - 120) \cdot 2 \cdot 8 \cdot (1 - 20 / 100) = 3136 \text{ ч.}$$

Среднегодовое количество экскаваторов в работе

$$N = 19 + 8 \cdot 6 / 12 - 4 \cdot 3 / 12 = 22 \text{ шт.}$$

Годовая производственная мощность экскаваторов определяется как

$$M = N \cdot t_y \cdot H \quad , \quad (13)$$

где  $N$  – среднегодовое количество одноименных машин;

$t_y$  – эксплуатационный годовой режим работы одной машины;



$H$  – норма производительности одной машины в единицу времени.

$$M = 22 \cdot 3136 \cdot 85 = 5864,3 \text{ тыс. м}^3.$$

Кроме того, планировочные работы выполняет группа бульдозеров, их годовая мощность равна 1200 тыс. м<sup>3</sup> грунта.

Годовая производственная мощность участка строительной организации составит

$$M = 5864,3 + 1200 = 7064,3 \text{ тыс. м}^3 \text{ грунта.}$$

### **Задачи для самостоятельной работы**

1 Определить производственную мощность предприятия при строительстве земляного полотна на участке строительства автомобильной дороги. Строительство ведется в двухсменном режиме с продолжительностью 2 года. До начала планируемого года строительства имелось 25 бульдозеров, по плану намечалось списать 1 марта три бульдозера, планируемые текущие простои – 25 %.

2 Определить производственную мощность предприятия при строительстве земляного полотна на участке строительства автомобильной дороги. Строительство ведется в двухсменном режиме работы с продолжительностью три года. В рабочем процессе задействовано: 21 бульдозер, восемь экскаваторов и 10 автогрейдеров. На первом году работы списали 1 апреля четыре бульдозера и приобрели восемь 23 сентября. На третьем году работы списали по плану 10 февраля два экскаватора и два автогрейдера, приобрели 30 мая два экскаватора и четыре автогрейдера. Планируемые текущие простои экскаваторов – 18 %, автогрейдеров и бульдозеров – 20 %.

3 По данным задачи 1 и 2 рассчитать производственную мощность управления по строительству автомобильных дорог за 3 года.

## **9 Практическая работа № 9. Обоснование технологии производства дорожно-строительных работ**

Данную работу рекомендуется проводить в виде деловой игры, направленной на изучение и выбор технологий производства дорожно-строительных работ. Работу можно выполнить по следующей схеме.

Группа студентов разбивается на подгруппы по 5–7 человек. В каждой подгруппе распределяются должности. Предлагается на выбор должность директора дорожно-строительного управления, главного инженера, главного механика, начальника планово-экономического отдела, инженера по качеству, инженера по охране труда и т. п. Необходимо разработать должностную инструкцию и определить круг обязанностей для каждого участника деловой игры.

Для выполнения работы преподавателем выдаются проекты организации



строительства на определенные участки строящейся дороги. Студентам необходимо ознакомиться с документацией, рассчитать потребность в материалах, технике и трудозатратах и построить оптимальные линейные календарные графики, разработать технологические карты по данным рабочих проектов, обеспечить данное строительство материалами, энергоресурсами и механизмами, т. е. следует спланировать и организовать производственный процесс таким образом, чтобы обеспечить своевременный ввод объекта в действие, высокое качество работ, снижение затрат на проведение дорожно-строительных работ.

## 10 Практическая работа № 10. Расчёт потребности в материально-технических ресурсах

Своевременное и бесперебойное материально-техническое обеспечение производства зависит от правильного определения потребности в материальных и технических ресурсах.

Для асфальтобетонных, цементобетонных, песчаных, песчано-гравийных и других слоев потребность в материалах определяется по действующим нормам (ННР). Для железобетонных труб – по типовому проекту.

Для расчетов вычерчивают поперечный профиль дорожной одежды со всеми необходимыми размерами и вычисляют площади конструктивных слоев (или объемы слоя). По нормам расхода соответствующего материала определяют потребность в основных дорожно-строительных материалах.

Составляется сводная ведомость объемов работ согласно исходным данным, выданным преподавателем в практической работе № 9, результаты заносятся в таблицы 5–7.

Таблица 7 – Ведомость подсчета объемов работ

Конструктивный слой	Наименование материала	Единица измерения	Вычисление	Объем работ
Верхний слой покрытия	Асфальтобетонная смесь плотная мелкозернистая тип А	м <sup>2</sup>	8 · 14000	112000

Используя действующие нормы расхода материалов [3], определяют потребность в материалах и полуфабрикатах. Расчет ведется в табличной форме (см. таблицу 6).

Следует учесть, что потребность в асфальтобетонной смеси определяется в тоннах, для остальных материалов – в кубических метрах.

Затем по нормам ННР определяется потребность в исходных материалах для приготовления полуфабрикатов. Расчет сводят в таблицу 7.



Таблица 2 – Ведомость потребности в строительных материалах и полуфабрикатах

Наименование материала	Единица измерения	Потребность в материале		Ссылка на нормы
		по нормам	на всю дорогу	
Асфальтобетонная смесь плотная мелкозернистая тип А толщиной 4 см	т/1000м <sup>2</sup>	98,8	11066	E27-53-1

Таблица 3 – Ведомость потребности в материалах для приготовления смеси на асфальтобетонном заводе

Наименование смеси	Количество, т	Потребность в исходных материалах				
		Щебень, м <sup>3</sup>	Песок, м <sup>3</sup>	Битум, т	Минеральный порошок, т	ПАВ, т
Асфальтобетонная плотная мелкозернистая тип А	11066	$\frac{38,1}{4216,15}$	$\frac{22,8}{2523,05}$	$\frac{5,61}{620,8}$	$\frac{6,68}{739,21}$	$\frac{0,42}{46,48}$

*Примечание* – В числителе приводится потребность в исходных материалах по нормам на единицу измерения смеси, в знаменателе – на всю дорогу

**Задача.** По полученным в практической работе № 9 данным студенты должны рассчитать потребность в материалах, дорожной технике, автосамосвалах, дизельном топливе.

Нормы расхода топлива:

- МАЗ-5551 – 28 л на 100 км;
- асфальтоукладчик – 7,4 л на 1 маш.-ч;
- каток 6 т – 5,1 л на 1 маш.-ч;
- каток 10 т – 18,9 л на 1 маш.-ч.

## 11 Практическая работа № 11. Изучение и разработка проекта производства работ

Проект производства работ (ППР) – технический документ, разрабатываемый генеральной подрядной организацией в соответствии с ТКП 45.1.03–161 *Организация строительного производства*. Служит руководством для производителей работ при выполнении наиболее сложных производственных процессов на строительстве земляного полотна, дорожных одежд, мостов и других сооружений и при оперативном планировании с указанием сроков ввода в эксплуатацию готовых участков строительства.

Исходными данными для разработки ППР являются: ПОС; задание на разработку ППР с объемами и сроками составления проекта; сводная смета; рабочие чертежи; сведения о сроках и порядке поставки материалов, полуфабрикатов, конструкций и изделий; количество и типы намечаемых к использованию машин; сведения об обеспечении транспортными средствами;



данные о рабочих кадрах по основным профессиям. ППР уточняет и детализирует решения, принятые в ПОС.

При составлении ППР особое внимание уделяется разделам, посвященным:

- распределению земляных масс с учетом изменения условий отвода земель;
- методам работы, выбору средств механизации и комплектования отрядов с учетом состава и структуры парка машин, имеющихся в строительной организации;
- расчетам потребности в трудовых и материально-технических ресурсах;
- разработке детальных календарных планов;
- применению типовых технологических карт и разработке новых на сложные виды работ, выполняемые с применением новых материалов, технологий, машин и механизмов;
- схемам операционного контроля качества;
- мероприятиям по защите окружающей среды и охране труда.

ППР включает:

- – строительный генеральный план с расположением транспортных путей, сетей водоснабжения, заводов, карьеров, складов, зданий;
- линейный календарный график производства работ поточным методом несложных и средней сложности объектов. Для сложных объектов вместо календарного плана производства работ разрабатываются комплексные сетевые графики;
- график поступления стройматериалов, изделий, полуфабрикатов и оборудования с указанием их наименования, количества и сроков поступления по дням, неделям, месяцам;
- график потребности в рабочих кадрах (с указанием среднесуточной потребности по профессиям);
- график потребности в основных строительных машинах с указанием наименования машин, количества по дням, неделям, месяцам;
- типовые технологические карты, привязанные к объекту и местным условиям, с определением сроков и стоимости работ, трудовых затрат и потребности в материалах и машинах по этапам;
- схемы размещения геодезических знаков;
- указания по охране труда и технике безопасности;
- порядок оценки качества работ, схем операционного контроля качества;
- мероприятия по обеспечению необходимыми материалами, инструментами, оснасткой, приспособлениями и машинами.

В пояснительной записке приводят: обоснование решений по производству работ; расчеты потребности в электроэнергии, воде, газе; перечень временных (инвентарных) зданий и сооружений с обоснованием условий привязки их к участкам строительства; мероприятия по защите действующих коммуникаций от повреждений; технико-экономические показатели решений, принятых в ППР.

ППР на подготовительный период составляется в сокращенном объеме с краткой пояснительной запиской и включением в него дополнительно рабочих чертежей.

Разработанный ППР выносится на рассмотрение технического совета строительной организации и утверждается главным инженером.

**Задача.** Для выполнения работы преподавателем выдаются проекты производства работ на участки строящейся дороги. Студентам необходимо ознакомиться с документацией. И по данным практической работы № 10 разработать проект производства работ, и по [3] заполнить таблицы А.1–А.8

## Список литературы

- 1 **Могилевич, В. М.** Основы организации дорожно-строительных работ / В. М. Могилевич. – Москва: Высшая школа, 1975. – 285 с.
- 2 Организация строительного производства: учебник / Под ред. П. Г. Грабового. – Москва. : АСВ, 1999. – 432 с.
- 3 **ТКП 45-1.03-161–2009.** Организация строительного производства. Введен 07.12.09. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры РБ, 2010. – 54 с.
- 4 **ТКП 059-2012.** Автомобильные дороги. Правила устройства. Введен 22.03.12. – Минск: Белавтодор, 2010. – 72 с.
- 5 **ТКП 45-1.03-213–2010.** Нормы продолжительности строительства объектов транспорта и транспортной инфраструктуры. Введен 01.01.11. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры РБ, 2011. – 86 с.
- 6 **ТКП 45-1.03-207–2010.** Авторский надзор в строительстве. Порядок проведения. Введен 01.01.11. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры РБ, 2011. – 120 с.
- 7 **ТКП 45-1.02-100–2010.** Проектная документация для строительства автомобильных дорог. Правила разработки. Введен 01.01.11. – Минск: М-во стр-ва и архитектуры РБ, 2011. – 180 с.
- 8 **НРР 8.03.127–2017.** Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сб. 27. Автомобильные дороги. – Минск, 2016. – 386 с..
- 9 **СТБ 1140-14.** Знаки дорожные. Общие технические условия. – Москва: Госстандарт, 2014. – 120 с.



## Приложение А (рекомендуемое)

Таблица А.1 – Сводная ведомость потребности машин и механизмов

Наименование работ	Количество смен	Рабочие чел.-см.	Машины чел.-см.	Продолжительность работы машин, маш.-см/кол-во машин, шт.											
				Пила механическая	Тракторы на гусеничном ходу 79 (108) кВт (л. с.)										
Подготовительные работы	5	28,3	15,3	3	1										

Таблица А.2 – Потребность в автотранспорте

Наименование груза	Количество, м <sup>3</sup>	Расстояние перевозок, м	Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	Количество, т	Производительность автосамосвала, т/см	Грузоподъемность, т	Количество, авт./см.
<i>Земляное полотно</i>							
Грунт	3047	1	1,77	5394	135,59	20	40
<i>Дорожная одежда</i>							
Песок	19870	48	1,5	29805	30,47	20	978
<i>Доставка на ЦБЗ</i>							
Песок	3712	39	1,5	5568	40,86	20	136

Таблица А.3 – Источники получения и транспортировки строительных материалов и изделий

Наименование материалов и изделий	Поставщик	Железнодорожные перевозки			Автоперевозки	
		Станция отправления	Станция назначения	км	До пункта	км
<i>Материалы на трассу</i>						
Щебень	РУПП «Гранит»	Ситница	Луполово, промбаза ДСТ-3	55		
<i>Материалы на АБЗ</i>						
Щебень	РУПП «Гранит»	Ситница	Луполово, промбаза ДСТ-3	32		



Таблица А.4 – Сводная ведомость потребности в строительных конструкциях, материалах и изделиях для строящейся дороги

Наименование материала	Единица измерения	Потребность в материалах						Всего
		Подготовительные работы	Земляные и укрепительные работы	Водопрпускные трубы	Дорожная одежда	Обстановка дороги	АБЗ	
Грунт растительный	м <sup>3</sup>		9423,44					

Таблица А.5 – Календарный график производства работ по объекту

Наименование работы	Объем работ		Затраты труда чел.-см.	Требуемая машина		Продолжительность работы, дн.	Число смен	Численность рабочих в смену	Состав бригады	График работ, дн., мес.					
	Единица измерения	Количество		Наименование	Число маш.-см.					Апрель	Май	Июнь			5
Подготовительные работы	100 дер.	0,59	17,12	Пила механическая	1,49	8	3	3,48	0,6	–	–				

Таблица А.6 – График поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов

Наименование строительных конструкций, изделий, материалов	Единица измерения	Количество	График работ, дн., мес.				
			Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Сборные железобетонные конструкции (звенья трубы диаметром 1 и 1,2 м)	Звенья	шт.	$\frac{1}{-}$	$\frac{1}{-}$	$\frac{=}{2}$	–	–
<i>Примечание – В числителе полученные материалы, в знаменателе расходуемые</i>							

Таблица А.7 – График движения основных строительных машин по объекту

Наименование машин	Наименование работ	Объем работ		График работ, дн., мес.		
		Единица измерения	Число машин	Апрель	Май	Июнь
Пила механическая	Валка деревьев	100 дер.	3	–	–	
	Разделка древесины					



Таблица А.8 – График движения рабочих кадров по объекту

Вид работ	Наименование профессий рабочих	Численность рабочих	График работ, дн., мес.		
			Апрель	Май	Июнь
Подготовительные работы	Рабочие-строители	12	–	–	
	Машинисты	4			

