

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

И. М. ЦАРЕНКОВА, Р. Б. ИВУТЬ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Гомель 2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

И. М. ЦАРЕНКОВА, Р. Б. ИВУТЬ

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

*Рекомендовано УМО высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области экономики и организации производства
в качестве учебно-методического пособия*

Гомель 2014

УДК 625.7/8 (075.8)
ББК 39.311
Ц18

Рецензенты: руководитель научно-исследовательской лаборатории «Экономический анализ, методология бухгалтерского и налогового учета» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» канд. экон. наук, профессор *В. Г. Гизатуллина*;
зав. кафедрой «Экономика транспорта» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» канд. экон. наук, доцент *О. В. Липатова*

Царенкова, И. М.

Ц18 Организация производства : учеб.-метод. пособие / И. М. Царенкова, Р. Б. Ивуть ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 120 с.
ISBN 978-985-554-271-2

Изложены теоретические основы и даны практические рекомендации по организации производства, включая строительство автомобильной дороги. Приведены методики расчета экономического эффекта при выборе варианта организации строительства дороги.

Предназначено для курсового и дипломного проектирования по дисциплине «Организация производства» для инженерных и экономических специальностей.

УДК 625.7/8 (075.8)
ББК 39.311

ISBN 978-985-554-271-2

© Царенкова И.М., Ивуть Р.Б., 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Организационно-техническая подготовка к строительству автомобильной	
дороги	5
2 Основные положения по организации строительства автомобильной дороги ..	9
2.1 Общая характеристика условий строительства	9
2.2 Определение продолжительности строительства автомобильной дороги...	11
2.3 Разработка организационно-технологической схемы строительства	19
2.4 Экономическое обоснование оптимальной продолжительности строитель-	
ства автомобильной дороги	23
2.5 Определение темпов специализированных потоков	32
3 Организация работ по строительству дорожной одежды	36
3.1 Расчет потребности в материалах	36
3.2 Определение темпов ведущего потока	43
3.3 Организация работ по устройству асфальтобетонного покрытия	50
3.4 Организация работ по устройству основания	59
3.5 Организация транспортного обслуживания строительства	60
4 Календарный график организации строительства автомобильной дороги	71
5 Организация складского хозяйства при строительстве автомобильных дорог .	74
5.1 Определение запасов хранения	74
5.2 Методы управления складскими запасами	80
Список литературы	87
Приложение А Нормы продолжительности строительства автомобильных дорог	88
Приложение Б Климатические параметры различных регионов Республики	
Беларусь	90
Приложение В Укрупненные значения сметной стоимости строительных работ	98
Приложение Г Нормы расхода основных строительных материалов при строи-	
тельстве дорожных одежд автомобильных дорог	101
Приложение Д Планово-расчетные цены при производстве строительного-монтаж-	
ных работ	110
Приложение Е Нормы затрат машинного времени и трудовых ресурсов на ра-	
боты по строительству дорожной одежды автомобильных дорог	111
Приложение Ж Формулы для расчета производительности дорожно-строитель-	
ных машин	118

ВВЕДЕНИЕ

Интеграция автомобильных дорог Республики Беларусь в международную транспортную сеть, развитие национальной экономики требуют повышения темпов улучшения транспортно-эксплуатационного состояния и качества сети автомобильных дорог, являющейся важной частью инфраструктуры народного хозяйства. Одно из направлений ускорения – совершенствование организации производства, что позволит эффективнее использовать имеющиеся ресурсы предприятий, без привлечения дополнительных инвестиций. Организационные решения за счет разработки рационального комплекса мероприятий обеспечивают высокую производительность труда и наиболее эффективное использование основных фондов в течение всего периода строительства, выполнение работ в заданные сроки при минимальном количестве рабочих, высокое качество работ.

Целью дисциплины «Организация производства» является формирование у будущих специалистов автодорожного профиля знаний, умений и профессиональных компетенций по вопросам организации производства, в том числе при строительстве автомобильной дороги современными методами, организационно-технической подготовки и материально-технического обеспечения строительства, организации работы производственной базы, технического нормирования, развития и закрепления академических и социально-личностных компетенций. Основная задача дисциплины состоит в обеспечении базовой организационной подготовки будущих специалистов путем изучения теоретических основ организации производства, выработке у них навыков организаторской деятельности, обеспечивающей наиболее эффективное использование трудовых, материальных и финансовых ресурсов предприятия.

В связи с этим в данном пособии рассматриваются теоретические вопросы организации производства, а также основные положения проекта организации строительства дороги. Теоретические положения дополняются практическими примерами расчетов, которые могут использоваться при

разработке экономического обоснования дипломных и курсовых проектов по дисциплине «Организация производства».

1 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА К СТРОИТЕЛЬСТВУ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Организационно-техническая подготовка выполняется с целью обеспечения планомерного развертывания строительно-монтажных работ и взаимоувязанной деятельности всех участников строительства объекта.

Объекты, включенные в программу дорожных работ, обязательно обеспечиваются *проектно-сметной документацией*, в состав которой входит проект организации строительства. Разработкой проектов на строительство, ремонт и реконструкцию автомобильных дорог занимаются специализированные организации (проектные институты), имеющие лицензии на выполнение данного вида работ. Кроме самого процесса разработки, проектно-сметная документация проходит длительный путь утверждений и согласований. Поэтому данный этап организационной подготовки не включается в продолжительность строительства объекта. Проведенный анализ показывает, что период прохождения проектом государственной экспертизы, согласования в Министерстве экономики (для проектов строительства и реконструкции), утверждения в организации заказчика, оформления документов в местных исполнительных органах на отвод земельных участков для производства работ, получения разрешения органов государственного строительного надзора на производство работ занимает 1/3 часть всего инвестиционного цикла (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Структура согласования проектно-сметной документации на строительство (реконструкцию) автомобильной дороги

Выполнение работ на объектах без согласованной и утвержденной проектно-сметной документации и полученных разрешений на

производство работ не допускается. Заказчик передает подрядчику проектную документацию с отметками «К производству работ» на каждом листе проекта, а также соответствующие документы по вывозу строительных отходов и мусора в места их переработки и (или) утилизации.

Выбор подрядчика на проведение работ по строительству (реконструкции) объекта производится после утверждения проекта заказчиком. Согласно постановлению Совета Министров Республики Беларусь от 20.02.2007 г. № 224 выбор подрядчика осуществляется на конкурсной основе путем проведения процедуры конкурсных торгов. С победителем торгов заключается *договор строительного подряда*.

После заключения договора на строительство объекта в подрядных организациях и их структурных подразделениях приказом руководителя создаются комиссии по проверке знаний линейным персоналом проектно-сметной и технологической документации. В организации заказчика создаются комиссии по проверке знаний представителей технического надзора проектно-сметной и технологической документации, соответствия строительного-монтажных работ проектно-сметной документации, по качеству производства работ и ведению исполнительной документации.

До начала строительства объекта заказчик оформляет и передает подрядной строительной организации копию *разрешения, выданного органом контроля и надзора за строительством*, на производство строительного-монтажных работ. Подрядчик имеет право приступать к производству строительного-монтажных работ только при наличии у него разрешения.

Важным этапом организационно-технической подготовки является *организация поставки на строительную площадку оборудования, конструкций, материалов и изделий*. Основными источниками обеспечения предприятий дорожного хозяйства материальными ресурсами являются:

- централизованная поставка материальных ресурсов через РУП «Белдорресурс» на основании поданных заявок и инженерных проработок (щебень, отсев, битум, ГСМ, барьерное ограждение), предусматривающая целевое финансирование заказчиком поставки материалов на расчетные счета поставщику. В дальнейшем при оплате за выполненные работы заказчик вычитает стоимость поставленных материалов из общей стоимости выполненных работ подрядчиком;

- закупка материальных ресурсов за счёт собственных средств организаций.

На основании проектно-сметной документации заказчик определяет потребность в материальных ресурсах. Эта стадия планирования в дорожном хозяйстве называется инженерной проработкой и осуществляется в четвертом квартале года, предшествующего отчетному.

В инженерной проработке материальные ресурсы планируются по следующим позициям:

- перечень наименований материалов, конструкций и изделий с указанием их объема и стоимости;
- сводные данные о количестве и стоимости необходимых материальных ресурсов по источникам финансирования;
- сводные данные по количеству и наименованиям материалов, необходимых для выполнения работ в конкретных объектах.

Инженерная проработка защит из РУП «Управляющая компания холдинга «Белавтодор» в присутствии представителей РУП «Белдорресурс», осуществляющего централизованные поставки материалов во все организации дорожного хозяйства. Утвержденная инженерная проработка является сводным планом потребности в материальных ресурсах и основным документом, на основании которого заключаются договора на поставку материальных ресурсов на объекты дорожного строительства.

На следующем этапе инвестиционного цикла приступают к исполнению программы дорожных работ и инженерной проработки. В заключенных договорах строительного подряда между заказчиком и подрядчиком оговаривается, что поставка основных строительных материалов осуществляется централизованно заказчиком. При этом стоимость материалов заказчика вычитается из стоимости выполненных работ, которую возмещает заказчик подрядчику (зачет материалов).

РУП «Белдорресурс» на конкурсной основе выбирает поставщиков материальных ресурсов. По результатам торгов заключается *договор на поставку материалов*. В договоре может быть выбрана схема поставки материалов напрямую подрядчиком. При этом поставка материальных ресурсов производится с использованием той транспортной схемы, которая принята у данного поставщика. Оплата за выполненную работу производится РУП «Белдорресурс». Далее заказчик заключает договор на финансирование поставки материалов на объекты с РУП «Белдорресурс». При финансировании заказчика из дорожного фонда стоимость материалов, полученных по централизованной поставке, вычитается из суммы финансирования. Подрядчик, в свою очередь, заключает договор на поставку материальных ценностей с РУП «Белдорресурс».

При выполнении работ на объектах подрядчики ежемесячно подают заказчикам заявки с указанием потребности в материалах. Заказчик собирает заявки от всех подрядчиков, сводит их по источникам финансирования и объектам и передает в РУП «Белдорресурс», который сообщает поставщикам о необходимости поставки материалов подрядчиком. По окончании месяца производится контроль выполнения условий заключенных договоров. Оформляются акты сверки по количеству

поставленных материалов и финансированию между заказчиком и подрядчиком и между заказчиком и поставщиком.

Вторым этапом подготовки к строительству объекта является *техническая подготовка*, выполняемая, как правило, подрядчиком в пределах нормативной продолжительности подготовительных работ.

В подготовительный период выполняются внутривозрастные работы с оформлением акта о соответствии выполненных внутривозрастных подготовительных работ требованиям безопасности труда и готовности объекта к началу строительства 7 подписываемого заказчиком и генподрядчиком с участием субподрядной организацией, выполнявшей работы в подготовительный период, и представителя профсоюзного комитета.

Внутривозрастные подготовительные работы предусматривают:

- сдачу-приемку геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические разбивочные работы для прокладки инженерных сетей, дорог и возведения зданий и сооружений. Построение геодезической разбивочной основы выполняется по специальному проекту производства геодезических работ после срезки растительного слоя грунта и выполнения предварительной вертикальной планировки. Для выбора рациональной схемы, методов, точности построения геодезической разбивочной основы в проекте организации строительства указываются особенности геологических и природных условий строительства объекта, особенности новой технологии работ, новых строительных конструкций, а также особенности конфигурации и очередность строительства отдельных зданий, сооружений;

- освобождение строительной площадки для производства строительномонтажных работ (расчистка территории, снос строений и др.);

- планировку территории;

- искусственное понижение, при необходимости, уровня грунтовых вод;

- перекладку существующих и прокладку новых инженерных сетей;

- устройство постоянных и временных дорог, инвентарных временных ограждений строительной площадки с организацией, в необходимых случаях, контрольно-пропускного режима;

- размещение мобильных (инвентарных) зданий и сооружений производственного, складского, вспомогательного, бытового назначения;

- устройство складских площадок и помещений для материалов, конструкций и оборудования;

- организацию связи для оперативно-диспетчерского управления производством работ;

- обеспечение строительной площадки водоснабжением и противопожарным инвентарем, освещением и сигнализацией;

- решение вопросов о переселении лиц и организаций, соответственно проживающих и размещенных в подлежащих сносу зданиях.

В подготовительный период возводятся временные здания и сооружения или приспособляются существующие для бытового обслуживания строителей и их проживания при вахтовом методе. Временные здания и сооружения подразделяются на титульные и нетитульные.

К нетитульным временным зданиям, сооружениям, приспособлениям и устройствам относятся кладовые и конторы прорабов и мастеров, складские помещения и навесы, душевые, туалеты, помещения для обогрева рабочих, заборы и ограждения, настилы, приспособления по технике безопасности и др. Расходы по возведению, сборке, разборке, амортизации, ремонту и перемещению нетитульных временных зданий и сооружений учитываются нормами общепроизводственных и специальных расходов.

Средства на строительство титульных временных зданий и сооружений определяются в составе главы 8 сводного сметного расчета стоимости строительства.

На каждом объекте строительства размещается в доступном для обозрения месте информация о строящемся (реконструируемом) объекте (*паспорт объекта*) с указанием наименования заказчика, инженерной организации (при наличии), подрядчика, проектной организации и их ответственных лиц, руководителей технадзора заказчика, сроков начала и окончания строительства (реконструкции), разрешения Госстройнадзора.

Основные работы по строительству объекта начинаются только после отвода в натуре земельного участка для строительства, выполнения в полном объеме внеплощадочных и внутриплощадочных работ подготовительного периода, получения разрешения органов контроля и надзора за строительством, разработки проектов производства работ.

2 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

2.1 Общая характеристика условий строительства

В соответствии с исходными данными на проектирование необходимо:

- дать краткую характеристику района строительства с описанием его природно-климатических особенностей;

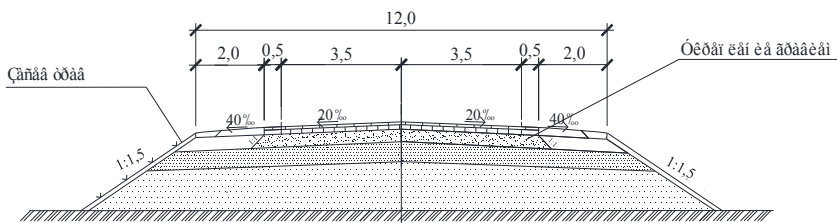
- вычертить конструктивный поперечный профиль строящейся автомобильной дороги (рисунок 2.1) в соответствии с нормами проектирования ТКП [1];

- разработать строительный генеральный план объекта строительства.

Строительный генеральный план автомобильной дороги

представляет собой план объекта строительства с нанесением на него:

- постоянных (существующих и запроектированных) зданий, сооружений и инженерных сетей;
- постоянных и временных автомобильных (железных) дорог и других путей для транспортирования оборудования (в том числе тяжеловесного и крупногабаритного), конструкций, материалов и изделий;
- мест размещения временных, в том числе мобильных (инвентарных) зданий и сооружений, включая ограждение строительной площадки;
- различных механизированных установок, мобильного асфальтобетонного завода;
- мест размещения складских площадок строительных конструкций, изделий, материалов и полуфабрика
- расположения предприятий м...льно-технической базы, внешних дорог и путей сообщения;
- существующих близлежащих населенных пунктов, железнодорожных станций.



Грунт земляного полотна – песок пылеватый

Дополнительный слой основания – песок средней крупности, $h = 0,30$ м

Основание – щебень фракции 40–70 мм, $h = 0,16$ м

Нижний слой покрытия из крупнозернистой плотной асфальтобетонной смеси типа А, $h = 0,06$ м

Верхний слой покрытия из мелкозернистой плотной

Рисунок 2.1 – Поперечный профиль автомобильной дороги III технической категории

При размещении вышеназванных объектов выбираются кратчайшие и экономичные варианты перемещения материалов, строительных изделий и конструкций при минимальном числе их перегрузок, стремятся рационально организовать территорию строительной площадки. Расстояния между временными зданиями, установками и складами должны быть минимальными и удовлетворять требованиям пожарной безопасности.

В курсовом проекте в учебных целях приводится упрощенная транспортная схема снабжения строительства основными строительными материалами. На схеме показывается спрямленная трасса в масштабе 1:100 000 участка строящейся дороги и положение относительно ее всех поставщиков основных материалов с привязкой к пикетажу трассы (рисунок 2.2).

10

10

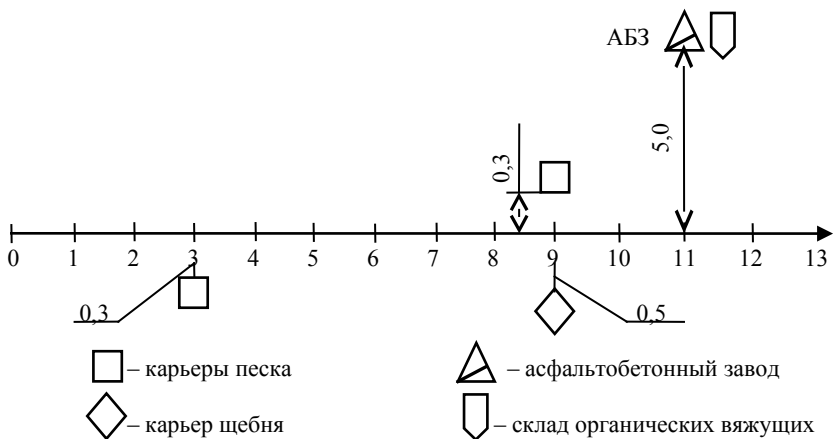


Рисунок 2.2 – Схема снабжения строительства необходимыми материалами

2.2 Определение продолжительности строительства автомобильной дороги

При определении продолжительности строительства автомобильной дороги следует руководствоваться нормами ТКП 45-1.03-122–2008 [2] и ТКП 45-1.03-213–2010 (02250) [3].

Согласно ТКП 45-1.03-122–2008 [2] **продолжительность строительства** сооружения охватывает период от даты начала выполнения внутриплощадочных подготовительных работ, состав которых устанавливается проектом организации строительства (далее – ПОС), до даты ввода объекта в эксплуатацию. Продолжительность строительства автомобильных дорог определяется нормативным и расчетным методами.

При использовании нормативного метода определяют продолжительность строительства автомобильных дорог II, III и IV технической категории, исходя из норм продолжительности строительства, установленных в ТКП 45-1.03-213–2010 (02250) [3]. Нормы продолжительности строительства объектов определяют в месяцах и устанавливают наибольшую общую продолжительность строительства автомобильной дороги, малых искусственных сооружений на ней и зданий дорожно-эксплуатационной службы, в том числе продолжительность подготовительного периода.

Продолжительность работ подготовительного периода при строительстве автомобильных дорог рассчитывается с учетом совмещения по времени

работ по перекладке инженерных коммуникаций, строительству прирельсовых или притрассовых баз, строительству зданий и сооружений взамен сносимых и нормативной продолжительности подготовительного периода.

Нормы продолжительности строительства учитывают основные характеристики объекта: тип дорожного покрытия, комплекты строительных машин, СМР, мощность, протяженность и другие показатели (приложение А).

Продолжительность строительства автомобильных дорог, протяженность которых отличается от значений, приведенных в нормах продолжительности строительства объектов, и находится в интервале между ними, определяется методом интерполяции, а за пределами максимальных или минимальных значений норм – методом экстраполяции. При расчете продолжительности строительства объектов методом экстраполяции применяется коэффициент 0,3, учитывающий изменение продолжительности строительства на каждый процент изменения протяженности.

Пример расчета продолжительности строительства автомобильной дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия III технической категории протяженностью 13 км методом интерполяции.

1 Выбирают значения протяженности дороги ближайшие к требуемому. По приложению А определяют нормативную продолжительность строительства автомобильной дороги протяженностью 10 и 15 км: 10 км – 15 мес., 15 км – 18 мес.

2 Находят продолжительность строительства на единицу прироста протяженности дороги: $(18 - 15) : (15 - 10) = 0,6$ мес.

3 Определяют прирост протяженности дороги: $13 - 10 = 3$ км.

4 Рассчитывают нормативную продолжительность строительства (T_n) автомобильной дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия III технической категории протяженностью 13 км методом интерполяции: $T_n = 15 + 0,6 \cdot 3 = 16,8$ мес.

Пример расчета продолжительности строительства автомобильной дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия III технической категории протяженностью 72 км методом экстраполяции.

1 По приложению А определяют нормативную продолжительность строительства автомобильной дороги протяженностью 70 км: 70 км – 36 мес.

2 Находят увеличение протяженности автомобильной дороги по отношению к максимальному значению: $(72 - 70) : 70 \cdot 100 = 2,8$ %.

3 Определяют изменение нормы продолжительности строительства на каждый процент изменения протяженности дороги: $2,8 \cdot 0,3 = 0,84$ %, где 0,3 – коэффициент изменения продолжительности строительства на каждый процент изменения протяженности дороги.

4 Рассчитывают нормативную продолжительность строительства (T_n) автомобильной дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия III категории протяженностью 72 км: $T_n = 36 \cdot (100 + 0,84) : 100 = 36,3$ мес.

Расчетный метод используется при определении продолжительности реконструкции, капитального и текущего ремонта дорог, а также при строительстве в следующих случаях:

- строительство дороги I категории;
- прохождение трассы дороги в сильнопересеченной местности, где средний объем земляных работ по в 12 цию 1 км земляного полотна дороги превышает для дорог: II категории – – 50; IV – 40; V – 30 тыс. м³;
- прохождение трассы дороги по болотам на протяжении более 25 % общей протяженности дороги;
- строительство участков городских автомобильных дорог (улиц);
- наличие насыпей высотой более 3 м из пылеватых или тяжелых глинистых грунтов для дорог с продолжительностью строительства по нормам менее 21 мес.;
- строительство новых производственных баз.

Расчетная продолжительность строительства

$$T_p = \frac{Ч}{aT_{см}K_{см}n},$$

(2.1)

где Ч – трудоемкость по главам 1–8 сводного сметного расчета, чел. · ч;

a – среднее количество работающих, чел.;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$K_{см}$ – коэффициент сменности (продолжительность строительства устана-

вливается с учетом выполнения строительно-монтажных работ основными строительными машинами в две смены, остальных работ – в среднем в 1,5 смены);

n – среднее количество рабочих дней в месяце.

Определив общую продолжительность строительства объекта, рассчитывают сроки выполнения основных видов работ, установленных исходными данными на проектирование. С этой целью изучают климатические факторы района строительства. При определении продолжительности строительного сезона учитывают среднемесячную температуру окружающего воздуха, количество выпадающих осадков, направление и скорость ветровых потоков, глубину залегания грунтовых вод, наступление периода с отрицательными температурами, даты начала оттаивания грунта и многие другие факторы.

Различные виды строительных работ следует выполнять в наиболее благоприятные периоды года, когда грунты находятся в незамерзшем состоянии и влажность их не слишком велика, а температура воздуха достаточно высока для работы с нагретыми материалами. Большое значение

имеет возможность передвижения техники по грунтовым дорогам. Такие благоприятные периоды зависят от географического расположения строящегося объекта. Так, при планировании сроков выполнения линейных земляных работ определяют периоды весенней и осенней распутицы, когда грунт насыщается избытком воды от растаявшего снега и затрудняет работу дорожно-строительных машин. Температура окружающего воздуха влияет на возможность использования органических вяжущих при устройстве слоев дорожной одежды, интенсивность остывания горячей асфальтобетонной смеси, следовательно, и на длину полосы укладки смеси и технологию ее уплотнения, на возможность замерзания воды, необходимой для гидратации цементных зерен при устройстве цементобетонного покрытия.

Распределение работ в зависимости от минимально допустимой среднесуточной температуры воздуха при их выполнении представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Распределение работ по группам в зависимости от рекомендуемой среднесуточной температуры воздуха их выполнения

Группа работ	Наименование работ	Рекомендуемая среднесуточная температура воздуха
0	Сосредоточенные земляные работы, разработка скальных выемок, строительство мостов, труб и зданий, покрытий из сборных плит	Не нормируется
I	Строительство слоев дорожных одежд из минеральных материалов (щебень, гравий, шлак и др.). Линейные земляные работы	Не ниже 0 °С После оттаивания
II	Строительство слоев дорожных одежд: - из грунтов, укрепленных неорганическими вяжущими; - асфальто-, цемента-, шлакобетонных смесей; - минеральных материалов, обработанных органическими вяжущими в установках	Не ниже 5 °С
III	Строительство оснований и покрытий из щебня по способу пропитки Строительство основания из щебня оптимального состава с использованием асфальтогранулята	Не ниже 10 °С
IV	Строительство слоев дорожных одежд из грунтов и минеральных материалов, обработанных органическими вяжущими смешением на дорогах Поверхностные обработки органическими вяжущими без добавок полимеров	Не ниже 15 °С

Вышеприведенное не значит, что строительство нельзя проводить за

пределами температурных ограничений. Иногда выполнение части земляных работ в зимнее время позволяет избежать простоя машин, приводящего к убыткам, и сократить объемы работ летом, когда потребность в транспортных средствах значительна. При соответствующем технико-экономическом обосновании дополнительные затраты позволяют продлить строительный сезон. В некоторых регионах, где невозможен проезд в теплое время года (например, по заболоченной местности), отдельные виды работ, особенно земляные, возможно организовать лишь в зимний период. В то же время при разработке скальных грунтов степень их промерзания практически не имеет значения. Таким образом, при соответствующем технико-экономическом обосновании практически все работы можно проводить круглогодично. Применение специальных инженерных мероприятий может потребовать изменения температурных ограничений при производстве работ как в большую, так и в меньшую сторону.

Из СНБ 2.04.05–2000 [4] выписываются необходимые климатические характеристики района строительства дороги: среднемесячные температуры воздуха, глубина промерзания грунта, средняя месячная относительная влажность воздуха. Сведения о среднемесячной температуре воздуха, влажности и глубине промерзания грунта представлены в приложении Б. Например, для метеостанции Гомель выбраны следующие климатические характеристики: средняя месячная температура воздуха (таблица 2.2), глубина промерзания грунта (таблица 2.3), средняя месячная относительная влажность (таблица 2.4).

Таблица 2.2 – Средняя месячная температура воздуха для метеостанции Гомель

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
$t, ^\circ\text{C}$	–6,0	–4,7	0,2	8,0	14,4	17,5
Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
$t, ^\circ\text{C}$	19,1	18,0	12,6	6,7	0,8	–3,7

Таблица 2.3 – Глубина промерзания грунта

Пункт	Средняя из максимальных за год, см	Наибольшая из максимальных, см	Тип грунта
Гомель	63	148	Песок

Таблица 2.4 – Средняя месячная относительная влажность воздуха для метеостанции Гомель

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
$\varphi, \%$	84	82	79	70	65	69
Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
$\varphi, \%$	71	73	77	81	86	87

По данным таблицы 2.5 определяются усредненные для областей даты перехода среднемесячной температуры воздуха через пороговые значения 0; +5; +10; +15 °С.

Для получения более точных данных строится график климатических характеристик района строительства. В верхней части графика представляются изменение температуры и влажности воздуха, глубина промерзания грунта. Для этого вычерчиваются оси:

- вертикальная – средняя месячная температура воздуха, °С; средняя месячная относительная влажность воздуха, %; глубина промерзания грунта, см;

- горизонтальная – месяцы за весь период строительства.

На графике отмечаются даты перехода температуры через 0; +5; +10; +15 °С.

Таблица 2.5 – Сроки сезонного выполнения группы работ

Область	15 на работ					
	I (переход через 0 °С)			II (переход через 5 °С)		
	весной (t_1^H)	осенью (t_1^K)	продолжительность, календ. дн. (T_1)	весной (t_2^H)	осенью (t_2^K)	продолжительность, календ. дн. (T_2)
Брестская	11.03	26.11	259	06.04	29.10	205
Витебская	26.03	11.11	231	16.04	17.10	185
Гомельская	23.03	16.11	237	11.04	22.10	193
Минская	25.03	13.11	234	16.04	18.10	186
Могилевская	26.03	11.11	231	16.04	17.10	185
Гродненская	11.03	16.11	249	06.04	22.10	198
Область	Группа работ					
	III (переход через 10 °С)			IV (переход через 15 °С)		
	весной (t_3^H)	осенью (t_3^K)	продолжительность, календ. дн. (T_3)	весной (t_4^H)	осенью (t_4^K)	продолжительность, календ. дн. (T_4)
Брестская	26.04	05.10	161	26.04	03.09	99
Витебская	06.05	21.09	139	06.06	23.08	79
Гомельская	27.04	29.09	154	21.05	03.09	104
Минская	07.05	22.09	139	07.06	23.08	78
Могилевская	06.05	21.09	139	06.06	24.08	80
Гродненская	26.04	29.09	155	26.05	02.09	98

Определяются весенний и осенний периоды, в которые нецелесообразно

выполнение работ по метеорологическим условиям [6].

Дата начала периода весенней распутицы определяется по формуле

$$Z_{\text{н}}^{\text{в}} = t_1^{\text{н}} + \frac{5}{a}, \quad (2.2)$$

где $t_1^{\text{н}}$ – дата перехода температуры воздуха весной через 0°C ;

a – климатический коэффициент, характеризующий скорость оттаивания грунта ($a = 2,5$ см/сут);

5 – размороженный слой грунта, с которого начинается распутица, см.

Дата окончания периода весенней распутицы устанавливается по формуле

$$Z_{\text{к}}^{\text{в}} = Z_{\text{н}}^{\text{в}} + \frac{0,7h_{\text{пр}}}{0,025}, \quad (2.3)$$

где $h_{\text{пр}}$ – средняя максимальная глубина промерзания почвы,

$$h_{\text{пр}} = a_0 \sqrt{M_t}, \quad (2.4)$$

где a_0 – коэффициент, учитывающий влияние размера частиц грунта на глубину его промерзания. Для крупнообломачных грунтов – 0,34, песков гравелистых, крупных и средней крупности – 0,30, супесей, песков мелких и пылеватых – 0,28, суглинков и глин – 0,23;

M_t – коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений средне-месячных отрицательных температур за зиму.

Например, для метеостанции Гомель $Z_{\text{н}}^{\text{в}} = 28.02 + \frac{5}{2,5} = 20.03$;

$$M_t = |6,0 +$$

$$+ 4,7 + 3,7| = 14,4 ; h_{\text{пр}} = 0,28 \sqrt{14,4} = 1,06 ;$$

$$Z_{\text{к}}^{\text{в}} = 20.03 + \frac{0,7 \cdot 1,06}{0,025} = 20.03 + 30 =$$

$$= 21.04 .$$

Таким образом, для метеостанции Гомель период весенней распутицы длится с 28 февраля по 1 апреля.

Дата начала осенней распутицы определяется по среднесуточной температуре воздуха в пределах от +3 до +5 °С, а дата окончания – по дате перехода через 0 °С в осенний период. Например, для метеостанции Гомель начало осенней распутицы определяется по климатическому графику местности (рисунок 2.4) и составляет 8 октября, окончание осенней распутицы – 4 ноября.

В нижней части графика изображаются периоды выполнения отдельных видов работ с учетом минимально допустимой среднесуточной температуры их выполнения. Например, график климатических характеристик местности, разработанный по данным метеостанции Гомель, представлен на рисунке 2.3. На основании этого графика, пользуясь рекомендациями таблиц 2.1 и 2.5, определяют предельные календарные сроки выполнения основных работ по строительству заданного участка автомобильной дороги. Результаты представляют в виде таблицы 2.6.

Таблица 2.6 – Предельные календарные сроки выполнения основных работ (пример для метеостанции Гомель)

Наименование работ	Группа работ	Климатические ограничения	Допустимые сроки		Продолжительность в календарных днях
			начало	окончание	
Устройство покрытия из горячей асфальтобетонной смеси	II	Не ниже 5 °С с учетом простоев по метеоусловиям	01.04	08.10	190

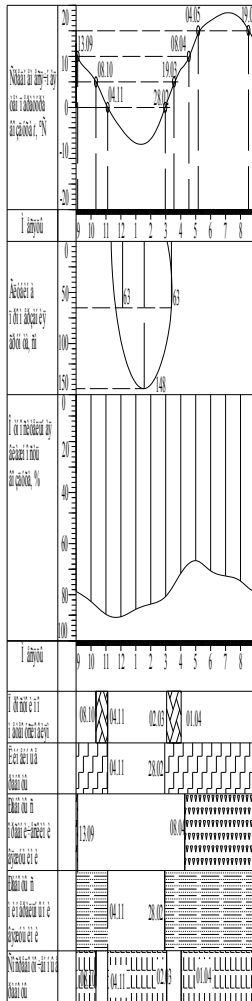


Рисунок 2.3 – График климатических характеристик района строительства

2.3 Разработка организационно-технологической схемы строительства

В основу выбора организационно-технологической схемы строительства положен **поточный метод**. При этом проектируется комплексный поток по строительству автомобильной дороги, состоящий из специализированных потоков:

- подготовительного периода;
- по строительству линейных искусственных сооружений;
- возведению земляного полотна;
- строительству дорожной одежды;
- обустройству дороги.

Если продолжительность строительства участка автомобильной дороги не превышает одного года, то все специализированные потоки функционируют в течение одного и того же сезона, причем каждый предшествующий поток должен обеспечить расчетный задел для последующего.

Планирование и увязка потоков выполняется с построением принципиальной схемы освоения объемов строительно-монтажных работ по календарным периодам. Например, при нормативной продолжительности строительства автомобильной дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия III технической категории протяженностью 4 км 11,3 месяца **порядок построения принципиальной схемы организации строительства** следующий.

Первый поток – *работы подготовительного периода*, относящиеся к нулевой группе, планируется с начала строительства в пределах нормативной продолжительности этих работ (02.01–02.02).

Сразу за работами первого потока планируются работы второго потока *по строительству искусственных сооружений*, которые также относятся к нулевой группе (03.02). Этот поток должен создать задел для следующего потока по возведению земляного полотна. Задел необходим на случай задержки в работах из-за неблагоприятных погодных условий, выхода из строя дорожной техники и по другим причинам. Величина этого задела принимается равной одному месяцу, но при этом начало работ третьего потока, относящегося к *I группе работ*, должно быть не ранее срока, указанного на рисунке 2.4 (28.02).

Третий поток должен обеспечить расчетный задел для следующего за ним четвертого потока *по строительству дорожной одежды*. Величина этого задела принимается равной одному месяцу. Однако начало четвертого потока должно быть не ранее срока, указанного на рисунке 2.3 и принятого в таблице 2.6 с учетом простоев по метеоусловиям (01.04), причем если в составе четвертого специализированного потока частные потоки имеют разные сроки начала, то за начало специализированного потока в этом случае принимают самый поздний из них.

Окончание четвертого потока по строительству дорожной одежды при-

нимается по данным рисунка 2.3 и таблицы 2.6 с учетом простоев по метеоусловиям для работ по устройству покрытия, так как эта работа последняя в этом потоке (08.10).

Пятый поток *по обустройству автодороги* включает в себя различные работы, часть из которых может быть выполнена только при положительных температурах, а другие – и при отрицательных. В первом приближении окончание этого потока планируется через месяц после окончания четвертого потока с учетом необходимого задела (08.11).

Окончание третьего потока принимается на месяц раньше четвертого (с учетом расчетной величины задела) (08.09), окончание второго потока – на месяц раньше третьего (из тех же соображений) (08.08).

Кроме того, для уменьшения потребности в транспортных средствах в период строительства дорожной одежды целесообразно планировать вывозку основных массовых материалов (песка, щебня, гравия и песчано-гравийной смеси) от прирельсовых складов к строящейся автодороге и создание вдоль трассы временных складов этих материалов. Причем эти работы желательно спланировать в период с начала строительства дороги до начала строительства дорожной одежды.

Таким образом, намечается принципиальная схема освоения объемов строительно-монтажных работ по календарным периодам из условия окончания строительства в срок и соблюдения предельных календарных сроков выполнения работ, обусловленных климатическими условиями (рисунок 2.4).

Если нормативная продолжительность строительства участка автомобильной дороги составляет более одного года, то в этом случае величина задела между третьим (земляное полотно) и четвертым (дорожная одежда) потоками увеличивается до одного года. Таким образом, в первый год строительства планируют потоки подготовительных работ, искусственных сооружений и земляного полотна, а во второй и последующие годы – потоки по строительству дорожной одежды и обустройству дороги (рисунок 2.5).

Такой расклад создает условия для стабилизации земляного полотна к моменту устройства дорожной одежды, что способствует повышению качества работ и обеспечению надежности и стабильности при дальнейшей эксплуатации дороги. Например, при нормативной продолжительности строительства автомобильной дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия III технической категории протяженностью 13 км 16,8 месяца порядок построения принципиальной схемы организации строительства следующий.

В первый год строительства поток работ подготовительного периода планируется с начала строительства (02.05) в пределах нормативного срока их выполнения (01.06). По окончании работ подготовительного периода

планируется начало работ по строительству искусственных сооружений (второй поток) (02.06). Начало работ по возведению земляного полотна (третий поток) смещается на один месяц, чтобы обеспечить задел (02.07). Окончание работ по возведению земляного полотна должно увязываться с предельными сроками, указанными в таблице 2.6 и на рисунке 2.3 (08.10 – с учетом простоев по метеоусловиям), а окончание работ по строительству искусственных сооружений смещается на один месяц раньше с учетом расчетного задела (08.09).

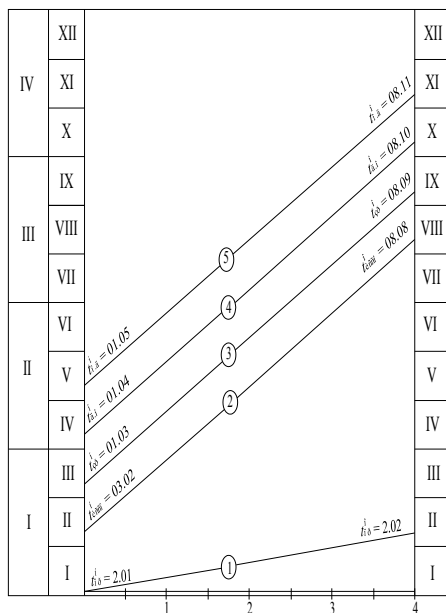


Рисунок 2.4 – Принципиальная схема освоения объемов строительно-монтажных работ по календарным периодам:

- 1 – подготовительные работы; 2 – строительство искусственных сооружений;
- 3 – возведение земляного полотна; 4 – строительство дорожной одежды;
- 5 – работы по обустройству дороги

дорожной одежды (пятый специализированный поток) и обустройству автомобильной дороги (шестой поток). Причем пятый поток должен создавать определенный задел по фронту работ для шестого, величина которого должна обеспечивать непрерывное функционирование пятого потока. Начало (01.04) и окончание (24.08) работ пятого потока согласовывается с предельными календарными сроками выполнения работ, обусловленными климатическими условиями (см. рисунок 2.3) с учетом простоев по метеоусловиям. Окончание работ шестого потока

согласовывается со сроками строительства объекта (24.09).

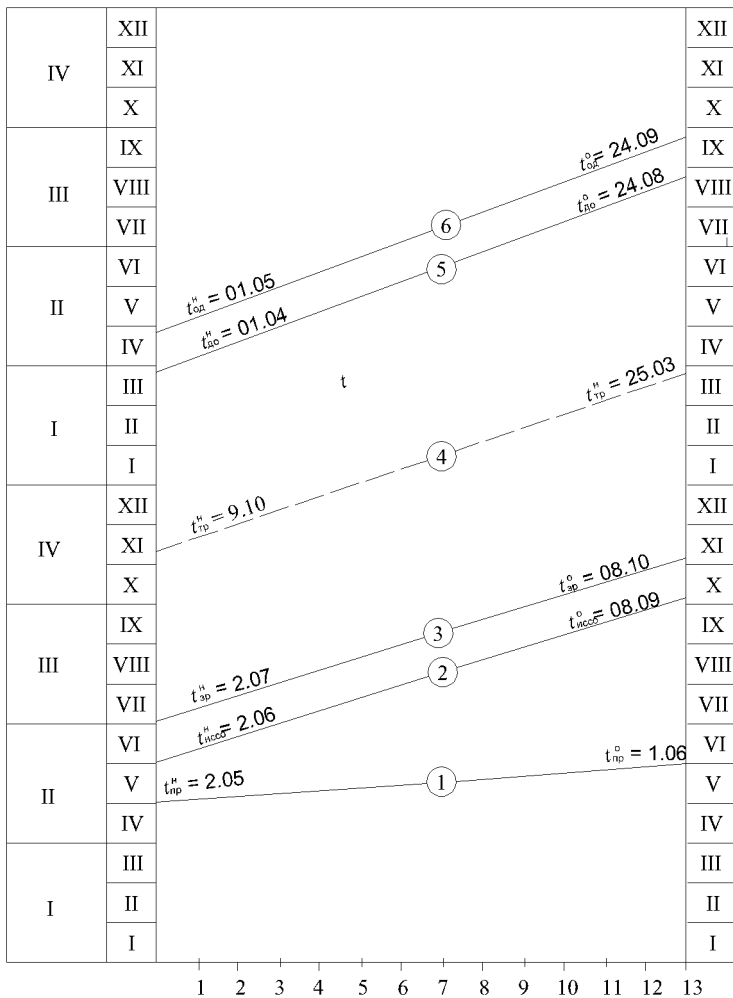


Рисунок 2.5 – Принципиальная схема освоения объемов
 строительно-монтажных работ по календарным периодам:
 1 – подготовительные работы; 2 – строительство искусственных сооружений;
 3 – возведение земляного полотна; 4 – транспортные работы;
 5 – строительство дорожной одежды; 6 – работы по обустройству дороги

Таким образом, разрабатываются организационно-технологические схемы в пределах нормативного или расчетного срока строительства объекта. Рассмотрение разных вариантов организационно-технологических схем позволяет повысить экономическую эффективность производства.

2.4 Экономическое обоснование оптимальной продолжительности строительства автомобильной дороги

Оптимальная продолжительность строительства обосновывается путем сравнения вариантов организации строительства с учетом изменения части затрат (по эксплуатации машин, по временным зданиям и сооружениям и др.) от срока строительства. Варьирование организационно-технологических схем заключается во введении разного по сменности режима работы, увеличении количества бригад на отдельных видах работ, изменении последовательности включения захваток в работу потока.

Для сравнения и выбора вариантов организации строительства используются показатели сравнительной экономической эффективности инвестиций, основными из которых являются сравнительная величина интегрального эффекта и приведенные затраты.

Сравнительная величина интегрального эффекта $\Delta \mathcal{E}_{\text{инт}}$ характеризует дополнительную величину интегрального эффекта, полученную от реализации проекта по выбранной организационно-технологической схеме, по сравнению с другими.

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{инт}} = \sum_{t=1}^{T_p} \Delta P_t \cdot \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} \Delta Z_t \cdot \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} \Delta K_t \cdot \eta_t, \quad (2.5)$$

где T_p – расчетный период (от начала строительства до года ввода объекта в

действие по варианту организационно-технологической схемы с большей продолжительностью строительства);

t – текущий расчетный шаг (месяц, год);

ΔP_t – разница результатов по сравниваемым вариантам организационно-технологических схем на t -м шаге расчета;

η_t – коэффициент дисконтирования;

ΔZ_t – разница текущих затрат по сравниваемым вариантам организационно-

технологических схем на t -м шаге расчета;

ΔK_t – разница инвестиционных затрат по сравниваемым вариантам органи-

зации строительства на t -м шаге расчета.

Критерием выбора варианта служит максимальная величина сравнительного интегрального эффекта.

Приведенные затраты $Z_{\text{прив}}$ являются частным случаем сравнительного интегрального эфф. 23 определяются, если сравниваемые варианты отличаются друг от друга только размерами инвестиционных вложений и текущими затратами. Наиболее эффективное решение будет соответствовать минимуму значения приведенных затрат с учетом экономического эффекта от сокращения продолжительности строительства объекта

$$Z_{\text{прив}} = \sum_{t=1}^{T_p} Z_t \cdot \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} K_t \cdot \eta_t, \quad (2.6)$$

где Z_t – текущие затраты, возникающие в ходе строительства по данной ор-

ганизационно-технологической схеме на t -м шаге расчета;

K_t – инвестиционные затраты для реализации строительства на t -м шаге

расчета.

На уровень эффективности организационно-технологической схемы строительства автомобильной дороги с продолжительностью T_p и одинаковой величиной инвестиционных затрат для сравниваемых вариантов оказывают влияние затраты дорожно-строительных организаций, связанные с организацией производства и распределением инвестиционных затрат в пределах расчетного периода. При этом затраты на реализацию каждого j -го варианта организационно-технологической схемы строительства автомобильной дороги с продолжительностью T_p

$$Z_j = \sum_{t=1}^{T_p} (K_t + E_n KB_t + Z_{\text{oc}_t}) \eta_t, \quad (2.7)$$

где E_n – норматив эффективности использования капитальных вложений,

$$E_n = 0,1;$$

KB_t – среднегодовые капиталовложения в основные производственные фонды дорожной организации, относимые на строящийся объект в t -м году;

$Z_{ост t}$ – затраты дорожно-строительной организации, связанные с организацией строительства объекта в t -м году.

Годовые объемы инвестиционных затрат, в т.ч. освоения сметной стоимости и другие затраты определяются в зависимости от организационно-технологической схемы строительства объекта.

Укрупненные значения сметной стоимости выполнения отдельных видов работ представлены в приложении В.

Капитальные вложения в основные производственные фонды дорожной организации зависят от балансовой стоимости дорожных машин, оборудования, транспортных средств и от фактического времени их работы на строительстве объекта:

24

$$KB_t = \Phi_6 \frac{T_\phi}{T_n},$$

(2.8)

где Φ_6 – балансовая (восстановительная) стоимость дорожных машин, оборудования и транспортных средств, занятых на строительстве объекта,

руб.;

T_ϕ – время работы дорожных машин, оборудования и транспортных средств, предусмотренное в проекте организации строительства,

маш.·см.;

T_n – среднегодовое нормативное (плановое) время работы дорожных машин, оборудования и транспортных средств, маш.·см.

При укрупненных расчетах принимается $KB_t = 0,7K_t$.

Расходы дорожно-строительной организации, связанные с организацией строительства объекта и зависящие от срока строительства объекта, включают затраты:

- по эксплуатации машин и механизмов, при необходимости привлекаемых для обеспечения выполнения соответствующих видов работ

при меньшей их продолжительности (*a*);
 - на временные здания и сооружения (при необходимости строительства) (*b*);
 - на передислокацию дополнительных производственных ресурсов на участок строительства (*c*).

При отсутствии детальных расчетов вышеприведенных затрат для приближенных расчетов используются их величины в процентах от сметной стоимости строительства (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Корректирующие коэффициенты к сметной стоимости строительства автомобильной дороги при изменении его продолжительности

Затраты, связанные с организацией строительства объекта, %	Изменение продолжительности строительства по сравнению с нормативной, %			
	до 10	до 20	до 30	до 40
<i>a</i>	1,0	2,3	4,5	6,9
<i>b</i>	0,3	0,6	1,2	1,9
<i>c</i>	0,6	1,4	2,9	4,6

Экономическая эффективность от сокращения продолжительности строительства объекта достигается также за счет снижения уровня общепроизводственных и общехозяйственных расходов (ОПиОХР) и высвобождения части основных производственных фондов, которые могут быть задействованы на других объектах [формула (2.9)].

$$\Delta Y = Y_{\text{п}} + Y_{\text{ф}}, \quad (2.9)$$

где $Y_{\text{п}}$ – показатель экономии от сокращения условно-постоянной части

ОПиОХР строительной организации, зависящих от продолжительности строительства;

$Y_{\text{ф}}$ – эффект от ускорения высвобождения основных производственных фондов.

Снижение величины ОПиОХР в результате сокращения продолжительности строительства образуется в результате сокращения административно-хозяйственных расходов, износа временных нетитульных сооружений, объемов социально-бытовых услуг, затрат на содержание охраны, проектной группы и т.д.

Экономия ОПиОХР дорожно-строительной организации в связи с сокращением продолжительности строительства объекта в результате различных организационно-технологических схем при неизменных

инвестиционных затратах

$$(2.10) \quad Y_{\Pi} = P_{\text{ОПиОХР}} \left(1 - \frac{T_{\text{P}}}{T_{\text{Pб}}} \right),$$

где $P_{\text{ОПиОХР}}$ – условно-постоянная часть ОПиОХР по базовому варианту, руб.;

$T_{\text{Pб}}, T_{\text{P}}$ – продолжительность строительства соответственно по базовому

и конкурирующему вариантам в сопоставимых единицах измерения.

В качестве базового принимается вариант с наибольшей или нормативной продолжительностью.

Условно-постоянная часть ОПиОХР дорожно-строительной организации при усредненных расчетах

$$(2.11) \quad P_{\text{ОПиОХР}} = (0,01q + 0,15m + 0,5n)K_t / 100,$$

где 0,01; 0,15 и 0,5 – доля условно-постоянных затрат соответственно в расходах на материалы, по эксплуатации машин и оборудования и в общепроизводственных и общехозяйственных расходах;

q, m, n – коэффициенты, определяющие структуру сметной себестоимости строительно-монтажных работ (соответственно затраты на материалы, по эксплуатации строительных машин и оборудования и общепроизводственные и общехозяйственные расходы), %.

В укрупненных расчетах значения коэффициентов q, m, n могут приниматься соответственно равными 0,08 и 0,14 [5].

При сокращении срока строительства часть основных производственных фондов дорожной организации высвобождается и используется для производства работ, оказания услуг на других объектах, формируя эффект от выпуска дополнительной продукции за период сокращения продолжительности строительства. Эффект от ускорения высвобождения основных производственных фондов рассчитывается по формуле

$$(2.12) \quad Y_{\Phi} = E_{\text{н}} (K_{\text{б}} \Phi_0 T_{\text{Pб}} - K_{\text{p}} \Phi_0 T_{\text{p}}),$$

где K_{σ}, K_p – сметная стоимость строительства объекта, соответственно по ба-

зовому и конкурирующему вариантам;

Φ_o – коэффициент фондоемкости, $\Phi_o = 0,7$.

Экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве от реализации проекта по выбранной организационно-технологической схеме,

$$\Theta = \left(\sum_{t=1}^{T_{p\sigma}} Z_{\sigma t} \eta_t - \sum_{t=1}^{T_p} Z_{pt} \eta_t \right) \pm \Delta Y,$$

(2.13)

где $Z_{\sigma t}$ и Z_{pt} – затраты на реализацию соответственно базового и конкурирующего вариантов организационно-технологической схемы строительства автомобильной дороги.

Пример определения оптимальной продолжительности строительства автомобильной дороги.

Длина автомобильной дороги составляет 13 км. Техническая категория – III. Рассматривается три возможных варианта организации строительства автомобильной дороги. Нормативная продолжительность строительства составляет 16,8 месяца (рисунок 2.5). В качестве первого конкурирующего варианта принимается вариант со сроком строительства 15,5 месяцев (вводится 2-сменный режим на работах по устройству дорожной одежды). В качестве второго конкурирующего варианта принимается вариант со сроком строительства 11 месяцев (вводится 2-сменный режим на работах по возведению земляного полотна и устройству дорожной одежды).

Сметная стоимость строительства по видам основных работ рассчитывается с использованием приложения В:

- подготовительные работы – 12 455 763,3 тыс. руб.;
 - строительство искусственных сооружений – 2 151 850,1 тыс. руб.;
 - земляные работы – 56 587 056,2 тыс. руб.;
 - дорожная одежда – 50 132 870,9 тыс. руб.;
 - обустройство дороги – 11 855 526,6 тыс. руб.;
 - итого сметная стоимость строительства – 133 183 067,1 тыс. руб.
- Расчеты производятся по формулам (2.6) – (2.13) в таблицах 2.8 и 2.9.

Наиболее эффективен второй конкурирующий вариант организационно-технологической схемы со сроком строительства 11 месяцев.

Таблица 2.8 – Расчет приведенных затрат по вариантам организации строительства

В тысячах рублей

Показатель	Базовый вариант									
	Всего	Кварталы						I	II	III
		I	II	III	IV	I	II			
Сметная стоимость строительства K_t	133 183 067,1	–	13 067 563,8	52 024 580,1	6 102 525,7	–	32 995 319,2	28 993 078,3		
Сметная стоимость с учетом дополнительных затрат $K_t + Z_{oc_t}$	133 183 067,1	–	13 067 563,8	52 024 580,1	6 102 525,7	–	32 995 319,2	28 993 078,3		
Стоимость основных производственных фондов (ОПФ) $E_H(K_t + Z_{oc_t}) \cdot 0,7$	9 322 814,7	–	914 729,5	3 641 720,6	427 176,8	–	2 309 672,3	2 029 515,5		
Сумма затрат	142 505 881,8	–	13 982 293,3	55 666 300,7	6 529 702,5	–	35 304 991,5	31 022 593,8		
Коэффициент дисконтирования η_t		–	1,000	0,810	0,656	–	0,430	0,348		
Затраты на реализацию принятого варианта организации строительства Z_j	89 332 490,2	–	13 982 293,3	45 089 703,6	4 283 484,8	–	15 181 146,3	10 795 862,6		

28

ант								
Сметная стоимость K_t	133 183 067,1	–	13 067 563,8	52 024 580,1	6 102 525,7	–	47 117 199,1	14 871 198,4
Дополнительные затраты Z_{oc_t}	2 530 478,3	–	248 283,7	988 467,0	115 948,0	–	895 226,8	282 552,8
В т.ч.:								
эксплуатация машин и механизмов a (1 %)	1 331 830,7	–	130 675,6	520 245,8	61 025,3	–	471 172,0	148 712,0
временные здания и сооружения b (0,3 %)	399 549,2	–	39 202,7	156 073,7	18 307,6	–	141 351,6	44 613,6
передислокация c (0,6 %)	799 098,4	–	78 405,4	312 147,5	36 615,2	–	282 703,2	89 227,2
Сметная стоимость с учетом дополнительных затрат $K_t + Z_{oc_t}$	135 713 545,4	–	13 315 847,5	53 013 047,1	6 218 473,7	–	48 012 425,9	15 153 751,2
Стоимость ОПФ $E_n (K_t + Z_{oc_t}) \cdot 0,7$	9 499 948,2	–	932 109,3	3 710 913,3	435 293,2	–	3 360 869,8	1 060 762,6
Сумма затрат	145 213 493,6	–	14 247 956,8	56 723 960,4	6 653 766,8	–	51 373 295,7	16 214 513,8
Коэффициент дисконтирования η_t		–	1,000	0,810	0,656	–	0,430	0,348
Затраты на	92 268 125,2	–	14 247 956,8	45 930 332,3	4 362 482,2	–	22 083 586,0	5 643 767,9

реализацию принятого ва-рианта организации строительства $З_j$							
---	--	--	--	--	--	--	--

Окончание таблицы 2.8

Показатель	II вариант				
	Всего	Кварталы			
		I	II	III	IV
Сметная стоимость K_t	133 183 067,1	17 723 431,5	53 984 165,9	55 595 627,3	5 879 842,4
Дополнительные затраты $З_{oc_t}$	17 846 531,0	2 374 939,8	7 233 878,2	7 449 814,1	787 898,9
В т.ч.:					
эксплуатация машин и механизмов a (6,9 %)	9 189 631,6	1 222 916,8	3 724 907,4	3 836 098,3	405 709,1
временные здания и сооружения b (1,9 %)	2 530 478,3	336 745,2	1 025 699,2	1 056 316,9	111 717,0
перемещение c (4,6 %)	6 126 421,1	815 277,8	2 483 271,6	2 557 398,9	270 472,8
Сметная стоимость с уче- том дополнительных зат- рат $K_t + З_{oc_t}$	151 029 598,1	20 098 371,3	61 218 044,1	63 045 441,4	6 667 741,3
Стоимость ОПФ $E_n (K_t + З_{oc_t}) \cdot 0,7$	10 572 071,9	1 406 886,0	4 285 263,1	4 413 180,9	466 741,9
Сумма затрат	161 601 670,0	21 505 257,3	65 503 307,2	67 458 622,3	7 134 483,2
Коэффициент		1,000	0,810	0,656	0,531

30

дисконтирования η_t					
Затраты на реализацию принятого варианта организации строительства Z_j	122 560 587,6	21 505 257,3	53 039 115,2	44 228 636,6	3 787 578,5

Таблица 2.9 – Расчет экономического эффекта от сок

одолжительности строительства

В тысячах рублей

Эффект	I вариант	II вариант
От ускорения высвобождения основных производственных фондов $Y_{\text{ф}}$	12 119 659,1	54 072 325,2
От сокращения условно-постоянной части общепроизводственных и общехозяйственных расходов $Y_{\text{п}}$	9 069,0	40 462,5
Суммарный эффект Θ	9 193 093,1	20 884 690,3

2.5 Определение темпов специализированных потоков

Для принятия решения о темпах специализированных потоков необходимо определить их минимальные значения, позволяющие выполнить работы в установленные организационно-технологической схемой строительства сроки с учетом климатических условий и взаимозависимости работ.

Минимально допустимые темпы потоков определяют с учетом выходных и праздничных дней, дней простоя машин по непредвиденным причинам, из-за проведения технического осмотра и ремонта, неблагоприятных дней по метеоусловиям.

Плановый фонд рабочего времени в пределах заданных сроков выполнения отдельных видов работ рассчитывают путем исключения из календарного периода работы потерь рабочего времени из-за непогоды, простоя, ремонта и обслуживания машин, выходных и праздничных дней:

$$(2.14) \quad T_{\text{пл}} = T_{\text{кал}} - (T_{\text{вых}} + T_{\text{нп}} + T_{\text{рм}}),$$

где $T_{\text{кал}}$ – расчетная продолжительность работы в календарных днях;

$T_{\text{вых}}$ – календарное число выходных и праздничных дней, приходящееся на расчетный период;

$T_{\text{нп}}$ – число нерабочих дней из-за непогоды;

$T_{\text{рм}}$ – число дней ремонта и ТО машин, простоя по непредвиденным причинам в расчетном периоде.

Количество выходных и праздничных дней за расчетный период устанавливают по календарю планируемого года строительства.

Количество нерабочих дней из-за непогоды связано с числом дождливых дней в сезон и находят по следующим данным [6]:

- I квартал – 0,6 дн., или по 0,2 дн. на месяц;
- II квартал – 3,9 дн., или по 1,3 дн. на месяц;
- III квартал – 4,8 дн., или по 1,6 дн. на месяц;
- IV квартал – 1,8 дн., или по 0,6 дн. на месяц.

Число дней ремонта и технического обслуживания машин, простоев по непредвиденным причинам рассчитывают с учетом принятого режима работы машин:

$$T_{\text{рм}} = [T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{нп}} - 0,03(T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}})]K_{\text{рм}} + 0,03(T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}}), \quad (2.15)$$

где 0,03 – коэффициент, учитывающий число дней простоев машин по непредвиденным причинам.

Коэффициент, учитывающий время нахождения машин в ремонте рассчитывают по формуле

$$K_{\text{рм}} = \frac{K_{\text{см}} T_{\text{см}} P}{1 + K_{\text{см}} T_{\text{см}} P}, \quad (2.16)$$

где $K_{\text{см}}$ – средний коэффициент сменности;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

P – количество дней нахождения машин в ремонте, приходящихся на 1 ч работы машин, $P = 0,0138$.

Поскольку строительные машины (при наличии людских ресурсов) могут работать и в две смены, то принимается решение о сменности работ. Режим работы машин для каждого вида работ может быть различным и определяется конкретными условиями производства работ, техническим состоянием машин, наличием машинистов и механиков. В межсезонье, как правило, принимается односменная работа из-за непродолжительности светового дня, а в сезон при работе вахтовым методом или в летние месяцы – двухсменный режим работы комплектов машин, обеспечив их необходимыми людскими ресурсами. Таким образом, принимают: односменный режим ($K_1 = 1$) – при выполнении работ в январе – марте, октябре – декабре; двухсменный ($K_2 = 2$) – при выполнении работ с апреля по сентябрь включительно.

Средний коэффициент сменности

$$K_{\text{см}} = \frac{K_1 T'_{\text{раб}} + K_2 T''_{\text{раб}}}{T_{\text{раб}}}, \quad (2.17)$$

$$T_{\text{раб}} = T'_{\text{раб}} + T''_{\text{раб}}, \quad (2.18)$$

где $T'_{\text{раб}}$, $T''_{\text{раб}}$ – число рабочих дней с односменным и двухсменным режима-

ми работы соответственно.

Планируемый фонд рабочего времени в сменах

$$(2.19) \quad T_{\text{пл}}^{\text{см}} = T_{\text{пл}} \cdot K_{\text{см}} .$$

Зная расчетный фонд рабочего времени, определяют минимальные расчетные темпы работ каждого вида из условия выполнения их в расчетные предельные сроки:

$$(2.20) \quad \tau_i^{\text{min}} = \frac{L}{T_{\text{см } i}^{\text{пл}}} ,$$

где L – длина участка дороги, для которого планируется поток, км;

$T_{\text{см } i}^{\text{пл}}$ – расчетный фонд рабочего времени i -й работы при принятом режиме работы, см.

Пример расчета темпа специализированного потока по возведению земляного полотна в период с 01.03 по 31.03

1 Рассчитывают количество календарных дней в расчетном периоде – $T_{\text{кал}} = 192$ кал. дн., в том числе: с односменным режимом работы в период с 01.03 по 31.03 – 31 кал. дн.; с двухсменным режимом работы с 1.04 по 08.09 – 161 кал. дн.

2 Определяют число выходных и праздничных дней – $T_{\text{вых}} = 61$ кал. дн., в том числе: с односменным режимом работы в период с 01.03 по 31.03 – 11 кал. дн.; с двухсменным режимом работы с 1.04 по 08.09 – 50 кал. дн.

3 Устанавливают количество нерабочих дней из-за непогоды – $T_{\text{нп}} = 0,2 + 3,9 + 1,6 + 1,6 + (8 \cdot 1,6) : 30 = 7,73$ кал. дн., в том числе: с односменным режимом работы в период с 01.03 по 31.03 – 0,2 кал. дн.; с двухсменным режимом работы с 1.04 по 08.09 – 7,53 кал. дн.

4 Рассчитывают коэффициент, учитывающий время нахождения машин в ремонте, по формуле (2.16): $T_{\text{раб}} = [31 - 11 - 0,2 - 0,03 \cdot (31 - 11)] + [161 - 50 - 7,53 - 0,03 \cdot (161 - 50)] = 119,34$ раб. дн., в том числе: с односменным режимом работы в период с 01.03 по 31.03 – $T'_{\text{раб}} = 19,2$ раб. дн.; с двухсменным режимом работы с 1.04 по 08.09 – $T''_{\text{раб}} = 100,14$ раб. дн.

Тогда $K_{\text{см}} = (1 \cdot 19,2 + 2 \cdot 100,14) : 119,34 = 1,84$;
 $K_{\text{рм}} = (1,84 \cdot 8 \cdot 0,0138) : (1 + 1,84 \times 8 \cdot 0,0138) = 0,17$.

5 Определяют число дней ремонта и ТО машин, простоев по непредвиденным причинам по формуле (2.15):

$$T_{\text{рм}} = [192 - 61 - 7,73 - 0,03 \cdot (192 - 61)] \cdot 0,17 + 0,03 \times$$

$\times (192 - 61) = 24,2$ кал. дн., в том числе: с односменным режимом работы в период с 01.03 по 31.03 – 2,5 кал. дн.; с двухсменным режимом работы с 1.04 по 08.09 – 21,7 кал. дн.

6 Находят плановый фонд рабочего времени в пределах заданных сроков выполнения работ по формуле (2.14): $T_{\text{пл}} = 192 - (61 + 7,73 + 24,2) = 99,07$ раб. дн., в том числе: с односменным режимом работы в период с 01.03 по 31.03 – 17,3 раб. дн.; с двухсменным режимом работы с 1.04 по 08.09 – 81,77 раб. дн.

7 Уточняют значение среднего коэффициента сменности с учетом всех потерь рабочего времени по формуле (2.17): $K_{\text{см}} = (1 \cdot 17,3 + 2 \cdot 81,77) : 99,07 = 1,83$.

8 Определяют по формуле (2.19) планируемый фонд рабочего времени в сменах для выполнения земляных работ: $T_{\text{пл}}^{\text{см}} = 99,07 \cdot 1,83 = 181,3 \approx 182$ см.

9 Рассчитывают по формуле (2.20) минимальный расчетный темп специализированного потока по возведению земляного полотна в период с 01 марта по 08 сентября: $\tau_i^{\text{мин}} = 4 : 182 = 0,022$ км/см.

Расчет темпов специализированных потоков представляется в табличной форме (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Расчет темпов специализированных потоков

Вид работ	Сроки производства работ			Количество нерабочих дней				Плановый фонд рабочего времени, раб. дн.	Принятая сменность работ			время, смен Планируемый фонд рабочего потока, км/смену	Минимальный расчетный темп
	начало	окончание	продолжительность, кал. дн.	выходные и праздничные	простои из-за непогоды	ремонт и ТО машин, простои по непредвиденным причинам	всего нерабочих дней		В период I–III и X–XII месяцы	В период IV–IX месяцы	сменностиСредний коэффициент		
i	t_n^i	t_o^i	$T_{\text{кал}}$	$T_{\text{вых}}$	$T_{\text{нп}}$	$T_{\text{рм}}$	$T_{\text{нр}}$	$T_{\text{пл}}$	K_1	K_2	$K_{\text{см}}$	$T_{\text{пл}}^{\text{см}}$	τ_i^{min}
Земляные работы, всего	01.03	08.09	192	61	7,73	24,20	92,93	99,07			1,83	182	0,022
В т.ч.:													
I смена	01.03	31.03	31	11	0,20	2,50	13,70	17,30	17,30	–			
II смены	01.04	08.09	161	50	7,53	21,70	79,23	81,77	–	81,77			

3 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

3.1 Расчет потребности в материалах

Необходимое количество дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды определяют с использованием нормативов расхода ресурсов (НРР) [7]. Расчеты производят по отдельным конструктивным слоям дорожной одежды. Если в НРР отсутствуют нормы расхода по каким-либо материалам, приведенным в конструктивных слоях дорожной одежды, то необходимое количество рассчитывают по геометрическим размерам конструкции с учетом коэффициента уплотнения материала и его потерь при транспортировании со склада (карьера).

Нормы расхода основных строительных материалов при строительстве дорожных одежд автомобильных дорог представлены в приложении Г.

Все расчеты ведут сначала на 1000 м² поверхности конструктивного слоя, затем на 1 км и на всю длину дороги. Результаты расчетов представляют в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Пример расчета потребности в материалах для строительства дорожной одежды

Обоснование		Е 27-53-3, Е 27-54-3 [7]
Наименование конструктивного слоя		Слой покрытия из асфальтобетонной смеси толщиной 6,0 см
Вид и характеристика материала		Смесь асфальтобетонная крупнозернистая плотная (2,5 т/м ³)
Норма на 1000 м ²	единица измерения	т
	количество	121,5
Объем в измерителях на 1 км		8,0
Количество материалов	на 1 км	972,0
	на всю длину дороги	3888,0
<i>Примечание</i> – Так как норма дается на 1000 м ² , то объем в измерителях численно равен ширине конструктивного слоя.		

Потребность в материалах (например, песка для дополнительного слоя) определяют с учетом очертания поперечного профиля дорожной одежды:

$$Q = 1000h_{\text{сл}} B_{\text{ср}} K_{\text{уп}} K_{\text{п}}, \quad (3.1)$$

где $h_{\text{сл}}$ – проектная толщина конструктивного слоя дорожной одежды, м;

$B_{\text{ср}}$ – средняя ширина конструктивного слоя, м;

$K_{\text{уп}}$ – коэффициент запаса материала в насыпном виде с учетом последую-

щего его уплотнения при укладке в дорожную одежду;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери материала при его транспортировке и укладке, $K_{\text{п}} = 1,36$.

При необходимости определения количества материала в тоннах ($Q_{\text{т}}$) полученный объем умножают на плотность материала в рыхлом состоянии:

$$Q_{\text{т}} = Q_{\text{р нас}},$$

(3.2)

где $\rho_{\text{нас}}$ – плотность материала насыпная, т/м³ (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Насыпная плотность дорожно-строительных материалов

Наименование материала	Насыпная плотность, т/м ³	Наименование материала	Насыпная плотность, т/м ³
Цемент	1,40	Шлак металлургический	1,40–1,60
Битум нефтяной	1,00	Цементогрунт	1,40–1,60
Известь	0,90–1,20	Супесь	1,41–1,47
Зола уноса	1,05–1,10	Песок	1,40–1,45
Щебень: изверженных пород осадочных пород	1,40–1,50 1,20–1,30	Щебень, обработанный цементом в установке	1,70–1,90
Гравий	1,30–1,40	Суглинок	1,37–1,44
Черный щебень и гравий	1,25–1,45	Асфальтобетонная смесь	1,65–1,90
Песчано-гравийная смесь	1,35–1,40	Цементобетонная смесь	1,90–2,05

В соответствии с рекомендациями ТКП 059–2012 [8] принимают следующие значения коэффициента запаса на уплотнение:

1,15–1,2 – для песка;

1,12–1,17 – для супеси;

1,18–1,24 – для суглинка;

- 1,25–1,3 – для песчано-гравийной и песчано-щебеночной смеси, щебня фракций 40–80(70), 25–60 и 80(70)–120 мм марки по прочности 800 и более;
- 1,22–1,32 – щебеночные смеси оптимального состава (ЩОС);
- 1,3–1,5 – для щебня марок по прочности 300–600;
- 1,3–1,5 – для шлака;
- 1,4–1,6 – для смесей с использованием отсева дробления горных пород.

Среднюю ширину конструктивного слоя определяют при помощи рисунка 3.1.

Исходя из рисунка 3.1, среднюю ширину слоя основания $B_{\text{ср.о}}$ и дополнительного слоя основания $B_{\text{ср.дс}}$ рассчитывают по следующим соотношениям:

$$B_{\text{ср.о}} = b + 2 \left(0,5 + \frac{h_o}{2} n \right); \quad (3.3)$$

$$B_{\text{ср.дс}} = B + 2m(h_{\text{п}} + h_o + 0,5h_{\text{дс}}), \quad (3.4)$$

- где b – ширина покрытия с учетом ширины укрепительных полос, м;
 0,5 – величина уширения слоя основания для нормальной работы укрепительных полос, м;
 h_o – толщина слоя основания, м;
 n – коэффициент заложения откоса основания;
 B – ширина земляного полотна поверху, м;
 m – коэффициент заложения откоса насыпи;
 $h_{\text{п}}$ – толщина двухслойного покрытия, м;
 $h_{\text{дс}}$ – толщина дополнительного слоя основания, м.

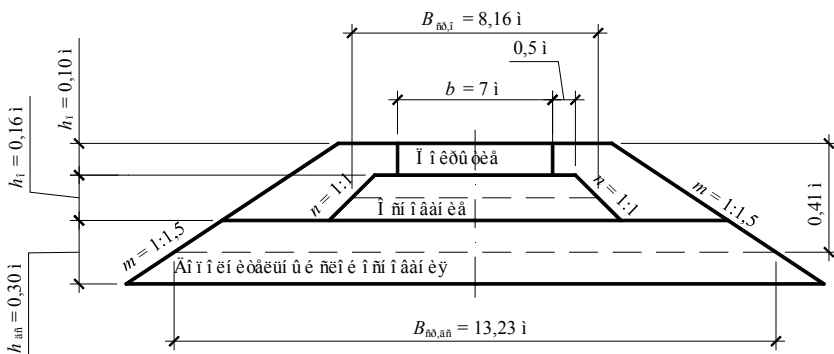


Рисунок 3.1 – Расчетная схема дорожной одежды

Количество материала на всю длину дороги

$$Q_{ад} = QL, \quad (3.5)$$

где L – длина строящегося участка автомобильной дороги, км.

Объем сопутствующих материалов (вода, цемент, известь, зола уноса, битум и т.д.) определяют с использованием норм расхода на измеритель конструктивного слоя или в процентах от массы материала конструктивного слоя.

Расход воды при устройстве конструктивных слоев дорожной одежды устанавливают с учетом оптимальной влажности материалов.

При устройстве щебеночных оснований и покрытий методом заклинки, согласно ТКП 059–2012 [8], розлив воды на первом этапе уплотнения предусматривается только для щебня второй группы, на втором этапе – для щебня всех групп. Норма розлива воды зависит от погодных условий в период строительства, способности щебня к уплотнению и уточняется в процессе выполнения работ. Смеси каменных материалов оптимального зернового состава при недостаточной влажности за 20–30 мин до уплотнения поливают водой из расчета 6–12 л/м².

При устройстве щебеночных (гравийных) оснований, обработанных не на полную глубину песчано-цементной смесью, после распределения щебень увлажняют при использовании метода перемешивания с расходом воды 10 л/м², при использовании метода пропитки (вдавливания) – из расчета расхода воды 3–10 л/м².

При устройстве оснований и покрытий из грунтов и каменных материалов, укрепленных неорганическими вяжущими:

- при смешении на дороге крупнообломочных, песчаных или пылевато-глинистых грунтов с цементом и добавками в виде битумных эмульсий или жидкого битума сначала вводят в грунт 50 % воды от требуемого количества, цемент, перемешивают с грунтом и затем последовательно вводят в смесь органическое вяжущее и оставшееся количество воды;

- при укреплении грунта цементом с добавками золы уноса или других несвязных дисперсных материалов добавки распределяют по грунту, перемешивают с грунтом, смесь планируют и затем последовательно в нее вводят цемент и воду;

- при укреплении грунтов известью совместно с добавками золы-уноса сначала вводят в грунт золу-унос, перемешивают до однородного состояния, затем вводят известь, увлажняют грунт до оптимальной влажности и через сутки смесь планируют и уплотняют.

При устройстве оснований и покрытий из щебня по способу пропитки при температуре до 20 °С щебень основной фракции уплотняют, как правило, без увлажнения. При температуре воздуха выше 20 °С щебень поливают водой в количестве 8–10 л/м².

При определении потребности в материалах для строительства укрепленных оснований и покрытий из грунтов и каменных материалов, оптимальный расход вяжущих рассчитывают экспериментально по результатам оценки показателей физико-механических свойств используемых компонентов в соответствии с требованиями ТКП 028–2006 [9], ТКП 059–2012 [8]. Ориентировочные данные о соотношении количества основных материалов и добавок представлены в таблице 3.3.

При определении количества смесей различного типа следует учитывать, что они могут применяться в естественном виде (при добыче в карьере) или создаваться как искусственный материал (приготовление в смесительной установке либо смешением на дороге). При этом следует учитывать количество составляющих компонентов смеси.

Таблица 3.3 – Количество добавок для укрепления грунтов и каменных материалов

Наименование конструктивного слоя	39 Наименование материала	Количество, % от массы смеси укрепляемых материалов и вяжущих
Песчаное и песчано-гравийное основание, укрепленное: - золой уноса с добавкой цемента (извести) - золошлаковой смесью с добавкой цемента (извести) - гранулированным шлаком с добавкой цемента (извести) - битумной эмульсией с добавкой цемента (извести)	Зола-уноса Цемент (известь)	20 4–6 (2–4)
	Золошлаковая смесь Цемент (известь)	20 4–6 (2–4)
	Гранулированный шлак Цемент (известь)	20 4–6 (2–4)
	Битумная эмульсия Цемент (известь)	5-6 4–6 (2–4)
Основание из грунтощебенистой или грунтогравийной смеси: - близкой к оптимальному составу, укрепленной цементом (известью) - неоптимального состава укрепленное цементом (известью)	Цемент (известь)	4–8 (3–6)
	Цемент (известь)	8–12 (5–10)

Основание из супеси или легкого суглинка, песка очень мелкого, мелкого, тонкого, очень тонкого, пылеватого, укрепленное цементом (известью)	Цемент (известь)	8–13 (5–10)
Основание из гравийной оптимальной смеси, укрепленной: - золой уноса с добавкой цемента - золошлаковой смесью с добавкой цемента - гранулированным шлаком с добавкой цемента	Зола-уноса Цемент	20 4–6
	Золошлаковая смесь Цемент	20 4–6
	Гранулированный шлак Цемент	20 4–6
Основание из фракционного щебня, укрепленного золой уноса с добавкой цемента	Зола-уноса Цемент	20 4–6
Основание из гравийной оптимальной смеси с добавкой щебня, устроенное методом смешения с битумом, укрепленное цементом	Щебень Битум Цемент	30 5–7 4–6
Укрепленное основание из щебеночно-песчаной смеси оптимального и неоптимального зернового состава	Цемент	5–10

Окончание таблицы 3.3

40 Наименование конструктивного слоя	Наименование материала	Количество, % от массы смеси укрепляемых материалов и вяжущих
Основание из укрепленной гравийно-песчаной или щебеночно-гравийно-песчаной смеси: - оптимального зернового состава - неоптимального зернового состава; песка гравелистого, очень крупного, повышенной крупности или крупного	Цемент	8–14
	Цемент	6–12

Примечания

1 Согласно ТКП 028–2006 [9] ориентировочный расход цемента назначается в зависимости от марки, золы уноса – от тонкости помола и активности, гидравлических вяжущих на основе металлургических шлаков – от марки (активности).

2 Ориентировочные расходы активных зол уноса и гидравлических вяжущих на основе металлургического шлака и активаторов твердения назначаются в 1,5–2,5 раза больше, чем расходы портландцемента [9].

В зависимости от содержания гравийных частиц (крупнее 5 мм) смеси подразделяются:

- на песчаные – менее 5 %;
- песчано-гравийные – 5–20 %;
- гравийно-песчаные – 20–50 % (например, 40 % гравия и 60 % песка);
- гравийные – 50–80 %;
- гравий – более 80 %.

При определении количества материалов следует кроме основных материалов также учитывать потребность в материалах, необходимых для подготовки устройства или ухода за конструктивным слоем. Расчет их количества осуществляется в соответствии с рекомендациями ТКП 059–2012 [8]. Данные представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Материалы, необходимые для ухода за устроенным конструктивным слоем дорожной одежды

Конструктивный слой дорожной одежды	Варианты ухода за слоем для достижения им необходимых технических характеристик			
	I		II	
	Наименование материала	Норма расхода, л/м ²	Наименование материала	Толщина защитного слоя
Основание из щебеночных (гравийных) материалов, обработанных не на полную глубину песчано-цементной смесью методом перемешивания	Битумная эмульсия	0,6–0,8	Песок (супесь легкая)	4–6 см

Окончание таблицы 3.4

Конструктивный слой дорожной одежды	Варианты ухода за слоем для достижения им необходимых технических характеристик			
	I		II	
	Наименование материала	Норма расхода, л/м ²	Наименование материала	Толщина защитного слоя
Основание и покрытие из грунтов и каменных материалов, укрепленных	50 %-я быстрораспадающаяся или	0,5–0,8 (0,5–0,6)	Песок	5 см

неор-ганическими вяжущими ма-териалами	среднерас-падающаяся би-тумная эмульсия (нефтяной гуд-рон)			
Конструктивный слой дорожной одежды	Подготовка поверхности нижележащего слоя			
	Наименование материала	Норма расхода, л/м ²		
Основание и покрытие из щебня, обработанного органическими вяжущими, и смесей, обработанных би-тумными эмульсиями в смесителе	Битумная эмульсия	0,5–0,8		
Покрытие из асфальтобетонной смеси (при устройстве по слою основания из асфальтобетонных, органических смесей, нижнего слоя асфальтобетонного покрытия)	Битумная эмульсия ЭБДК Б-60	При обработке основания – 0,6–0,9, нижнего слоя асфальтобетонного покрытия и существующего покрытия – 0,3–0,4		
	Битум	При обработке основания – 0,5–0,8, нижнего слоя асфальтобетонного покрытия и существующего покрытия – 0,2–0,3		
<p><i>Примечания</i></p> <p>При устройстве асфальтобетонного покрытия обработка нижнего слоя вяжущим не производится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - если интервал времени между устройством верхнего и нижнего слоев составляет не более 2 суток и отсутствовало движение построечного транспорта; - если свежеложенное основание построено с применением органического вяжущего и не загрязнено. 				

По итогам выполненных расчетов составляют ведомости необходимого количества дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды: по отдельным конструктивным слоям дорожной одежды на 1 км; на всю трассу (см. таблицу 3.1) и по отдельным конструктивным слоям на исходные материалы на всю трассу (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Итоговая ведомость потребности в исходных дорожно-строительных материалах для устройства дорожной одежды на всю трассу (пример)

Наименование	Единицы	Слои дорожной одежды	Всего
--------------	---------	----------------------	-------

материала	ца измер ения	подстилающий	основани е	покрыти е	защитны й	о
		Толщина слоя, см				
Щебень фрак- ции 25–60 мм	м ³	–	х	–	–	х
Щебень фрак-ции 5– 20 мм	м ³	–	–	х	–	х
Песок	м ³	х	–	х	–	х
<i>Примечание</i> – Обозначение (х) показывает варианты использования основных материалов для устройства слоев дорожной одежды.						

3.2 Определение темпов ведущего потока

Специализированный поток по строительству дорожной одежды состоит из ряда частных потоков по строительству дополнительного слоя, основания, нижнего и верхнего слоев покрытия, укрепления обочин. Все конструктивные слои дорожной одежды устраивают в строгой технологической последовательности при одинаковой скорости потока.

Для определения скорости специализированного потока по устройству дорожной одежды выделяют ведущий поток, как правило, по устройству асфальтобетонного покрытия. Рассчитывают минимальный темп ведущего потока, обеспечивающий выполнение работ в установленные календарные сроки, и максимальный темп, обеспечивающий полную загрузку машин ведущего потока.

Минимальный темп ведущего потока рассчитывают с учетом периода развертывания специализированного потока по строительству дорожной одежды:

$$(3.6) \quad \tau_{до}^{\min} = \frac{L}{T_{см,до}^{пл} - T_{до}^p},$$

где $T_{см,до}^{пл}$ – расчетная продолжительность специализированного потока по строи-

тельству дорожной одежды, смен, определяют по таблице 2.10;

$T_{до}^p$ – период развертывания специализированного потока по строитель-

ству дорожной одежды, смен.

Период развертывания специализированного потока определяют на основе графика развертывания потока. Для его построения необходимо:

- детальное описание технологических процессов по каждому частному потоку с определением комплекта машин для их выполнения;
- установление очередности проведения всех технологических операций с учетом нормативных требований к ним;
- распределение указанных технологических операций по захваткам для одновременного их выполнения;
- обоснование необходимости технологических и организационных перерывов после каждой операции и определение их длительности в сменах.

Выбор машин для производства работ и описание технологических процессов осуществляется на основе нормативов ТКП 059–2012 [8] и должно соответствовать требованиям типовых технологических карт. Ориентировочные данные для определения количества захваток по устройству конструктивных слоев дорожной одежды представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Рекомендуемое количество захваток работы звеньев по устройству конструктивных слоев дорожной одежды

Наименование конструктивного слоя	Количество захваток (смен) работы звена	Организационно - технологический разрыв между звеньями
Однослойное песчаное или гравийное основание	2	1
Песчаное или песчано-гравийное основание, укрепленное золой уноса, золошлаковой смесью, гранулированным шлаком или битумной эмульсией с добавкой во всех случаях цемента или извести	3	6
Основание из грунтощебенистой или грунтогравийной смеси: - близкой к оптимальному составу, укрепленной цементом или известью - неоптимального состава, и также из супеси или легкого суглинка, укрепленных цементом или из- вестью	3	6
	3	6
Однослойное основание из гравийной оптимальной смеси	2	1
То же, укрепленной золами уноса, золошлаковой смесью, гранулированным шлаком с добавкой цемента	3	6

Основание или покрытие из готовых смесей щебеночных оптимального состава	2	1
Однослойное основание из фракционного щебня	3	1
То же, укрепленного золами уноса, золошлаковой смесью с добавкой цемента	4	6
Однослойное основание или покрытие из фракционного щебня методом пропитки битумом	3	1

Окончание таблицы 3.6

44 Наименование конструктивного слоя	Количество захваток (смен) работы звена	Организационно - технологический разрыв между звеньями
Однослойное основание или покрытие из гравийной оптимальной смеси с добавками 30 % щебня: - обработанной в установке жидким битумом - методом смешения с жидким битумом на дороге с укреплением цементом	2	6
	3	6
Щебеночное (гравийное) основание, обработанное не на полную глубину песчано-цементной смесью: - методом перемешивания - методом пропитки (вдавливания)	3	6
	3	6
Однослойное основание из горячего или теплого щебня, обработанного битумом в установке	2	1
Покрытие из горячего или теплого щебня, обработанного битумом в установке	3	1
Однослойное основание из холодного фракционного щебня, обработанного жидким битумом в установке	2	3
Покрытие из холодного фракционного щебня, обработанного жидким битумом в установке	3	3
Однослойное покрытие из горячей, теплой или холодной асфальтобетонной смеси	1	0
Одиночная поверхностная обработка	1	0
Двойная поверхностная обработка	2	0
Основание или покрытие из эмульсионно-минеральных смесей	1	1
Однослойное цементобетонное основание	1	20
Цементобетонное покрытие	1	30

Устройство присыпных обочин и выполнение укрепительных работ на обочинах	3	1
Устройство присыпных обочин и выполнение укрепительных работ на обочинах на дорогах I категории с выполнением работ по устройству разделительной полосы	4	1
Планировка откосов и горизонтальных площадей земляного полотна и резервов, а также распределение растительного грунта по этим площадям. Ликвидация временных съездов	2	0
Обстановка пути	2	0

График периода развертывания потока разрабатывают в общем виде, без учета конкретной длины захватки. При этом необходимо помнить, что длина захватки определяется выработкой ведущего потока в течение одной смены и что темпы всех частных потоков принимают одинаковыми и равными темпу ведущего потока.⁴⁵ Пример графика развертывания специализированного потока по строительству дорожной одежды, состоящей из следующих слоев:

- дополнительный слой основания из песка (первый частный поток);
- однослойное основание из щебня фракции 40–70, устроенное по методу заклинки (второй частный поток);
- нижний слой покрытия из крупнозернистой горячей асфальтобетонной смеси (третий частный поток);
- верхний слой покрытия из мелкозернистой горячей асфальтобетонной смеси (четвертый частный поток).

Допустим, что первый частный поток (согласно рекомендаций таблицы 3.6) развивается на двух захватках и требует после себя перерыва в одну смену. Второй частный поток развивается на трех захватках и также требует после себя перерыв в одну смену. Третий частный поток развивается на одной захватке и не требует после себя технологического перерыва. Четвертый частный поток идет вслед за третьим.

График развертывания специализированного потока по строительству дорожной одежды представлен на рисунке 3.2.

Таким образом, период развертывания потока по строительству дорожной одежды равен сумме шагов всех частных потоков с учетом принятых величин организационных и технологических интервалов:

$$(3.7) \quad T_{\text{до}}^{\text{P}} = \sum_{j=2}^n (\text{Ш}_j + \Delta t_j),$$

где Π_j – шаг частного потока по строительству конструктивного слоя дорожной одежды, см.;

ной одежды, см.;

Δt_j – продолжительность организационных и технологических перерывов, см.;

вов, см.;

j – номер частного потока, входящего в состав специализированного потока по строительству дорожной одежды;

n – число частных потоков, входящих в состав специализированного потока по строительству дорожной одежды.

На основании выполненных расчетов определяют **минимальную длину захватки** для ведущего потока:

$$(3.8) \quad l_3^{\min} = \tau_{\text{до}}^{\min} t_{\text{в}},$$

где $t_{\text{в}}$ – ритм ведущего потока, см.

Длину захватки целесообразно принимать численно равной темпу потока при продолжительности его работы в одну смену. В этом случае механизированное звено получает в свое распоряжение захватку, на которой в течение смены выполняется определенный рабочий процесс.

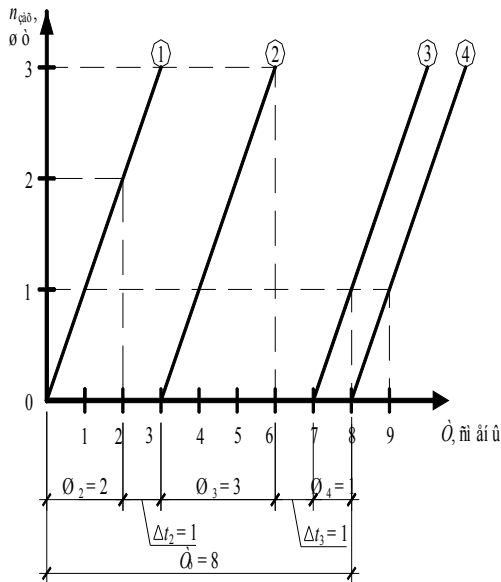


Рисунок 3.2 – Схема разворачивания специализированного потока по строительству дорожной одежды:

- 1 – устройство дополнительного слоя основания; 2 – устройство основания;
3 – устройство нижнего слоя покрытия; 4 – устройство верхнего слоя покрытия

Максимально возможный темп ведущего потока определяют по производительности ведущей машины в комплекте. При выборе ведущей машины руководствуются требованиями технологического процесса и объемами выполняемых работ. Как правило, ведущей принимается машина, выполняющая операцию, от которой зависит общий темп строительства. Однако при наличии сведений о конкретной дорожно-строительной организации и данных об имеющемся парке машин в качестве ведущей может быть принята машина, выполняющая вспомогательные операции, если количество таких машин влияет на сменную производительность всего комплекта. Так, при строительстве слоя основания из грунта, укрепленного неорганическим вяжущим, способом смешения на дорожном полотне ведущей операцией является размельчение и перемешивание грунта с вяжущим с помощью фрезы, при этом в случае недостаточного количества катков для уплотнения основания они реально определяют темп работ.

В качестве ведущей машины при устройстве асфальтобетонного покрытия рекомендуется принимать асфальтосмесительную установку с целью обеспечения непрерывной работы асфальтоукладчика в течение смены. Тогда

$$\tau_{\text{до}}^{\text{max}} = \frac{1000\Pi_{\text{АБЗ}}K_{\text{п}}}{B_{\text{пок}}Q'}$$

(3.9)

где 1000 – измеритель, на который дается норма времени, согласно НРР [7];

$\Pi_{\text{АБЗ}}$ – сменная производительность асфальтобетонного завода (опреде-

ляется в зависимости от оптимальной скорости потока), т/см.;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери асфальтобетонной смеси при

транспортировке, $K_{\text{п}} = 0,98$;

$B_{\text{пок}}$ – ширина покрытия, м;

Q' – норма расхода асфальтобетонной смеси на 1000 м², т.

Производительность асфальтобетонного завода определяется на основе паспортных данных либо с использованием нормы времени [7] по формуле

$$П_{АБЗ} = \frac{V T_{см}}{H_{вр}}$$

(3.10)

где V' – единичный объем работ в измерителе;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

$H_{вр}$ – норма времени асфальтосмесительной установки на измеритель, маш.ч.

Максимально возможный темп ведущего потока может определяться также по производительности асфальтоукладчика.

При однослойном асфальтобетонном покрытии укладка может вестись одним или двумя укладчиками. В нормальном режиме работы допускается планировать работу одним асфальтоукладчиком, а при интенсивном ведении работ – двумя.

При двухслойном покрытии работы могут производиться:

- одним асфальтоукладчиком, работающим одну смену по нижнему слою, другую – по верхнему. В дневное время рекомендуется укладывать верхний слой, в вечернее – нижний. Данный способ часто используют на дорогах II–IV категорий;

- двумя асфальтоукладчиками (по одному на каждом слое), что обеспечивает хорошее сцепление слоев и повышает качество покрытия. При этом резко возрастает потребность в асфальтобетонной смеси в смену, что требует большого количества транспортных средств для ее доставки;

- двумя асфальтоукладчиками на всю ширину проезжей части, попеременно на каждом слое, что обеспечивает хорошее сопряжение укладываемых полос по всей ширине асфальтобетонного покрытия. Применяется при строительстве дорог I категории.

Приняв решение о количестве асфальтоукладчиков, работающих в потоке, максимально возможный темп ведущего потока, м/смену, рассчитывают по формуле

$$\tau_{до}^{\max} = \frac{1000 T_{см} N}{H_{вр} B_{пок} n}$$

(3.11)

где N – количество асфальтоукладчиков, принятое для производства работ, шт.;

n – число слоев асфальтобетонного покрытия, шт.

Максимальному темпу работ соответствует максимальная длина захватки:

$$l_3^{\max} = \tau_{до}^{\max} t_B$$

(3.12)

При нескольких вариантах ведущих машин расчет выполняют по наиболее производительной ведущей машине.

Расчетный (оптимальный) темп потока ($\tau_{до}^p$) и соответствующую ему длину захватку (l_3^p) принимают в интервале значений $\tau_{до}^{min} < \tau_{до}^p < \tau_{до}^{max}$ и $l_3^{min} < l_3^p < l_3^{max}$.

Принимая расчетный темп работ равным минимальному, обеспечивают выполнение работ по строительству дорожной одежды в заданные календарные сроки при минимальной интенсивности потребления ресурсов. Принимая же расчетный темп работ равным максимальному, обеспечивают максимальное использование ведущей машины при сокращении продолжительности работ и максимальную интенсивность потребления ресурсов. Поэтому выбор оптимального темпа потока следует производить на основе технико-экономических расчетов.

Оптимальную длину захватки, находящуюся в промежутке между максимальной и минимальной, определяют путем сравнения вариантов по стоимости производства работ. Стоимость строительства 1 м² слоя асфальтобетонного покрытия

$$C_{аб} = \frac{\sum_{j=1}^n C_{мсм_j}}{l_i},$$

(3.13)

где $\sum_{j=1}^n C_{мсм_j}$ – суммарная стоимость машино-смен всех машин, входящих

в

комплект, руб.;

l_i – длина захватки, м (принимается несколько вариантов в проме-

жутке между минимальным и максимальным значениями).

Стоимость машино-смены по каждой технологической операции и по каждой длине захватки

49

$$C_{мсм_j} = C_{мч} T_{см} N_{маш},$$

(3.14)

где $C_{мч}$ – стоимость машино-часа работы конкретной марки машины, руб.;

$N_{маш}$ – количество машин данной марки, шт.

Оптимальной является захватка, при которой стоимость строительства минимальная.

Средние значения стоимости эксплуатации машин, применяемых при строительстве дорожных одежд, представлены в приложении Д.

Пример расчета длины захватки для работ по устройству покрытия из плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа А толщиной 4 см, на ширину 8 м, протяженностью 13 км приведен в таблице 3.7. На основании выполненных расчетов длина захватки принята $I_3^P = 200$ м.

На основании найденной оптимальной длины захватки для ведущего потока корректируют длину захватки специализированного потока в целом, с целью обеспечения ритмичной работы всех частных потоков и исключения больших организационных перерывов в их работе.

3.3 Организация работ по устройству асфальтобетонного покрытия

При организации работ по устройству конструктивного слоя дорожной одежды определяют количество материально-технических и трудовых ресурсов, разрабатывают схему их расстановки, использования и взаимодействия в технологическом процессе, систему управления ими с целью достижения высокого качества работ.

Расчетная (оптимальная) длина захватки позволяет определить сменные объемы работ по всем частным потокам, входящим в специализированный поток по строительству дорожной одежды.

Сменный объем работ, m^2 , по устройству покрытия по каждому слою

$$Q_{\text{пок}} = B_{\text{пок}} I_3^P, \quad (3.15)$$

где $B_{\text{пок}}$ – ширина слоя покрытия, м;

I_3^P – расчетная длина захватки, м.

Потребность в асфальтобетонной смеси на смену работы асфальтоукладчика по каждому слою отдельно, т, определяется на основании единичного расхода материала с использованием данных таблицы 3.1:

$$Q_c = Q_1 I_3^P, \quad (3.16)$$

где Q_1 – потребность в асфальтобетонной смеси на 1 км дороги, т.

Таблица 3.7 – Определение оптимальной длины захватки асфальтобетонного покрытия

Наименование технологических операций	Производительность в смену		Стоимость маш. см., руб.	Длина захватки $l_3^{\min} = 105 \text{ м}$				
	ед. изм.	значение		Объем работ		Количество		Стоимость работы, руб./см
				ед. изм.	значение	маш. см.	машин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Обоснование расчетов			$C_{мч} T_{см}$		Формулы (3.15); (3.16)	Гр.6 / гр.3		Гр.4 x гр.8
Транспортировка асфальтобетонной смеси автосамосвалами при средней дальности 13 км	т	91,1	$14090 \cdot 8 = 112720$	т	83,0	0,91	1	112720
Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком толщиной 4 см	м ²	2312	$628520 \cdot 8 = 5028160$	м ²	840	0,36	1	5028160
Уплотнение асфальтобетонного покрытия катками: - легкими - тяжелыми	м ²	1869	$305289 \cdot 8 = 2442312$	м ²	840	0,45	1	2442312
	м ²	641,5	$215089 \cdot 8 = 1720712$	м ²	840	1,31	2	3441424
Полная стоимость, руб.								11024616
Стоимость устройства 1 м ² покрытия, руб.								104996,3

Продолжение таблицы 3.7

Наименование технологических операций	Производительность в смену		Стоимость маш.см., руб.	Длина захватки $l_3^{cp} = 174 \text{ м}$				
				Объем работ		Количество		Стоимость работы, руб./см
	ед. изм.	значение		ед. изм.	значение	маш.см.	машин	
1	2	3	4	10	11	12	13	14
Обоснование расчетов			$C_{мч} T_{см}$		Формулы (3.15); (3.16)	Гр.11 / гр.3		Гр.4 x гр.13
Транспортировка асфальтобетонной смеси автосамосвалами при средней дальности 13 км	т	91,1	$14090 \cdot 8 = 112720$	т	137,5	1,51	2	225440
Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком толщиной 4 см	м ²	2312	$628520 \cdot 8 = 5028160$	м ²	1392	0,60	1	5028160
Уплотнение асфальтобетонного покрытия катками: - легкими - тяжелыми	м ²	1869	$305289 \cdot 8 = 2442312$	м ²	1392	0,74	1	2442312
	м ²	641,5	$215089 \cdot 8 = 1720712$	м ²	1392	2,2	3	5162136
Полная стоимость, руб.								12858048
Стоимость устройства 1 м ² покрытия, руб.								73896,8

Продолжение таблицы 3.7

Наименование технологических операций	Производительность в смену		Стоимость маш. см., руб.	Длина захватки $I_3^{CP} = 200$ м				
	ед. изм.	значение		Объем работ		Количество		Стоимость работы, руб./см
				ед. изм.	значение	маш. см.	машин	
1	2	3	4	15	16	17	18	19
Обоснование расчетов			$C_{мч} T_{см}$		Формулы (3.15); (3.16)	Гр.16/гр.3		Гр.4 x гр.18
Транспортировка асфальтобетонной смеси автосамосвалами при средней дальности 13 км	т	91,1	$14090 \cdot 8 = 112720$	т	158,1	1,74	2	225440
Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком толщиной 4 см	м ²	2312	$628520 \cdot 8 = 5028160$	м ²	1600	0,69	1	5028160
Уплотнение асфальтобетонного покрытия катками: - легкими - тяжелыми	м ²	1869	$305289 \cdot 8 = 2442312$	м ²	1600	0,86	1	2442312
	м ²	641,5	$215089 \cdot 8 = 1720712$	м ²	1600	2,49	3	5162136
Полная стоимость, руб.								12858048
Стоимость устройства 1 м ² покрытия, руб.								64290,2

Окончание таблицы 3.7

Наименование технологических операций	Производительность в смену		Стоимость маш.см., руб.	Длина захватки $l_3^{\max} = 249$ м				
	ед. изм.	значение		Объем работ		Количество		Стоимость работы, руб./см
				ед. изм.	значение	маш. см.	машин	
1	2	3	4	20	21	22	23	24
Обоснование расчетов			$C_{мч} T_{см}$		Формулы (3.15); (3.16)	Гр.21 / гр.3		Гр.4 x гр.23
Транспортировка асфальтобетонной смеси автосамосвалами при средней дальности 13 км	т	91,1	$14090 \cdot 8 = 112720$	т	196,8	2,16	3	338160
Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком толщиной 4 см	м ²	2312	$628520 \cdot 8 = 5028160$	м ²	1992	0,86	1	5028160
Уплотнение асфальтобетонного покрытия катками: - легкими - тяжелыми	м ²	1869	$305289 \cdot 8 = 2442312$	м ²	1992	1,07	2	4884624
	м ²	641,5	$215089 \cdot 8 = 1720712$	м ²	1992	3,1	4	6882848
Полная стоимость, руб.								12858048
Стоимость устройства 1 м ² покрытия, руб.								73896,8

Полученный результат следует сопоставить со сменной производительностью асфальтобетонного завода ($Q_{\text{АБЗ}}$), планируемого в качестве поставщика смеси для строительства автомобильной дороги:

$$Q_{\text{АБЗ}} \geq Q_{\text{с}}$$

(3.17)

В соответствии с требованиями технологического процесса, на основании рекомендаций ТКП 059–2012 [8] последовательно для каждой технологической операции подбираются дорожные машины. Технические параметры машин для возведения конструктивного слоя дорожной одежды рекомендуется представлять в виде таблицы 3.8.

Таблица 3.8 – Средства механизации и их технические характеристики (пример)

Наименование технологической операции	Название машина	Марка	Технические параметры	
			показатель	значение
Подгрунтовка основания	Автогудронатор	АРБ-8	Номинальная мощность двигателя, кВт	132
			Полная масса, кг	16500
			Снаряженная масса, кг	9500
			Вместимость цистерны, л	7000
			Ширина распределения битума, м	0,2–4,3
			Интервал изменения ширины распределения, м	0,2
			Норма розлива, л/м ²	0,2–3,0
			Максимальная скорость движения, км/ч:	6–20
			- рабочая при розливе	60
			- транспортная	

Затраты машинного времени в машино-часах (М) и трудовых ресурсов в человеко-сменах (Ч) определяются по формулам

$$M = V H_M ; \quad (3.18)$$

$$Ч = V H_ч . \quad (3.19)$$

где V – объем работ;

H_M , $H_ч$ – соответственно норма времени в машино-часах и человеко-часах.

Нормы времени на выполнение основных работ по строительству дорожной одежды представлены в приложении Е.

Расчет трудоемкости и механоемкости основных работ по строительству конструктивных слоев дорожной одежды производят на основе НРР [7], как показано в таблице 3.9.

Сменную производительность машин рассчитывают по каждому слою отдельно на основе формул, представленных в приложении Ж или с использованием норм времени, рекомендованных в НРР [7], по формуле

$$П = \frac{VT_{см}}{H_M} , \quad (3.20)$$

где V – единичный объем выполняемых работ;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

H_M – норма времени на выполнение единичного объема работ, маш.ч.

Расчетное количество машин определяют по формуле

$$n_p = \frac{Q}{П} , \quad (3.21)$$

где Q – объем работ на расчетной захватке, м², м³, т;

$П$ – сменная производительность машин, м²/см, м³/см, т/см.

Значения, полученные по формуле (3.21), округляют до целых чисел в большую сторону.

Коэффициент использования машин

$$K_{\text{и}} = \frac{Q}{n\Pi} = \frac{n_{\text{р}}}{n},$$

(3.22)

где n – принятое количество машин для производства работ, шт.

Если для производства работ по устройству двухслойного асфальтобетонного покрытия был принят один асфальтоукладчик (см. подразд. 3.2), работающий одну смену на нижнем слое, а вторую – на верхнем, то состав комплекта машин должен быть унифицирован для обоих слоев.

Унификация комплекта необходима для обеспечения расчетного темпа работ как на нижнем, так и на верхнем слоях, так как расчет количества дорожных катков производят отдельно по слоям, а в связи с технологической необходимостью большего количества проходов по одному следу, катков для работы на верхнем слое требуется больше, чем на нижнем.

Таблица 3.9 – Трудоемкость и механоемкость работ (пример)

Обоснование	Наименование работ и машин	Единица измерения	Объем в измерителях	Трудоемкость, чел.·ч		Механоемкость, маш.·ч	
				на измеритель	на весь объем	на измеритель	на весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8
E27-203-1	Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных щебеночно-мастичных плотных мелкозернистых смесей типа С, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	1000 м ² покрытия	$V_{\text{ср}}$ L				
M050102	Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7 атм.) 5 м ³ /мин	1000 м ²				0,08	Гр.4 x гр.7
M120804	Катки на пневмоколесном ходу импортного производства	1000 м ²				4,7	Гр.4 x гр.7
M120902	Катки вибрационные гладковальцевые импортного производства	1000 м ²				3,85	Гр.4 x гр.7
M120912	Катки вибрационные комбинированные импортного производства	1000 м ²				2,26	Гр.4 x гр.7
M121010	Виброплита импортного производства	1000 м ²				1,52	Гр.4 x гр.7
M121201	Нарезчики импортного производства для нарезки швов и разделки трещин в асфальтобетоне	1000 м ²				1,38	Гр.4 x гр.7
M121601	Машины поливомоечные 6000 л	1000 м ²				0,48	Гр.4 x гр.7
M122001	Асфальтоукладчики широкозахватные импортного производства	1000 м ²				2,35	Гр.4 x гр.7
C1-1	Затраты труда рабочих строителей	1000 м ²		20,39	Гр.4 x гр.5		
C1-3	Затраты труда рабочих обслуживающих машины	1000 м ²		17,45	Гр.4 x гр.5		

Примечание – B_{cp} – средняя ширина слоя, м; L – длина дороги, км.

В этом случае коэффициент использования машин

$$K_{и} = \frac{N^H K_{и}^H + N^B K_{и}^B}{2N},$$

(3.23)

где N^H , N^B – количество вспомогательных машин (катков, автомобилей-самосвалов), необходимых для производства работ, соответственно на нижнем и верхнем слоях асфальтобетонного покрытия, шт.;

N – унифицированное количество автомобилей-самосвалов или катков соответствующего вида в асфальтоукладочном комплекте машин, шт.

Если для производства работ по устройству двухслойного асфальтобетонного покрытия принято два асфальтоукладчика, работающих одновременно на разных слоях, комплекты машин по составу могут отличаться.

Таким образом, формируется комплект машин для производства работ по устройству покрытия (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Состав комплекта машин по устройству покрытия (пример)

Описание рабочих процессов	Измеритель	Объем работ	Производительность	Требуется машин при скорости потока 200 пог. м в смену				Требуется дорожных рабочих
				автосамосвал	асфальтоукладчик	каток легкий	каток тяжелый	
Транспортировка асфальтобетонной смеси автосамосвалом МАЗ при средней дальности 13 км	т	158,1	91,1	1,74				2
Укладка асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком толщиной 4 см	м ²	1600	2312		0,69			8

Уплотнение асфальтобетонного покрытия: легкими катками	м ²	1600	1869			0,8 6		1
тяжелыми катками	м ²	1600	641, 5				2,4 9	3
и т.д.								
Итого в звене				2	1	1	3	13

3.4 Организация работ по устройству основания

58

При организации работ по строительству дорожной одежды каждый ее слой рассматривают как отдельную работу, продолжительность которой окончательно определяется только после подбора состава машин, механизмов и исполнителей путем деления машиноемкости ведущего процесса на принятое количество машин.

Расчетную длину захватки для работ по устройству основания определяют по методике, изложенной в подразд. 3.2. Объем работ на захватке, м²,

$$(3.24) \quad Q_{\text{осн}} = B_{\text{осн}} I_3^p,$$

где $B_{\text{осн}}$ – ширина слоя основания согласно конструктивному поперечному профилю, м;

I_3^p – расчетная длина захватки, м.

На основе анализа структуры всех технологических операций по устройству основания выделяют **ведущий процесс**, для которого определяют тип и количество машин с учетом его выполнения в принятом темпе работ. Например, при устройстве основания из щебня, размещенного на заранее созданных складах вдоль строящейся дороги, в качестве ведущей операции может быть принята погрузка щебня в автомобили-самосвалы на складах.

Ведущей машиной принимается одноковшовый экскаватор или погрузчики с соответствующим объемом ковша, зависящим от потребного объема материала на смену работы при устройстве слоя основания. Сменная производительность ведущей машины

$$(3.25) \quad \Pi^B = \frac{VT_{\text{см}}}{H_m},$$

где V – единичный объем выполняемых работ;

H_m – норма времени на выполнение единичного объема работ, маш.ч.

Потребность в материалах на смену работы по устройству основания определяют в ведомости потребности в исходных дорожно-строительных материалах для устройства дорожной одежды (см. таблицу 3.5).

Расчетное количество ведущих машин

$$(3.26) \quad n_p^B = \frac{Q_{\text{ш}}^c}{\Pi^B},$$

где $Q_{\text{ш}}^c$ – объем материала (например, щебня) на смену работы комплекта, опре-

деляемый на основании таблицы 3.1 в пересчете на длину захватки, м³;

Π^B – сменная производительность ведущей машины, м³/см.

Расчетное значение n_p^B , полученное по формуле (3.26), округляют до целого числа в большую сторону [или подбираются другой экскаватор (погрузчик), более подходящий для этих условий].

Коэффициент использования ведущей машины

$$(3.27) \quad K_{\text{и}}^B = \frac{Q_{\text{ш}}^c}{n^B \Pi^B} = \frac{n_p^B}{n^B},$$

где n^B – принятое количество ведущих машин для производства работ, шт.

Далее определяют тип и количество вспомогательных машин, занятых на работах по устройству основания (распределители щебня, автогрейдеры, катки и др.) из условия обеспечения непрерывной работы ведущей машины, таким образом, что производительность машин на вспомогательных операциях должна быть больше производительности ведущих машин:

$$\sum_{i=1}^n \Pi^{\text{всп}} \geq \sum_{i=1}^m \Pi^B.$$

Подбор автомобилей-самосвалов по грузоподъемности зависит от принятых средств погрузки материалов и дальности транспортирования. Количество транспортных средств определяют из условия обеспечения вывоза необходимого количества материалов для работы в смену.

Конкретное содержание данного раздела зависит от конструкции основания дорожной одежды. Итогом выполненных расчетов является

ведомость потребности в машинах и механизмах для устройства основания дорожной одежды.

3.5 Организация транспортного обслуживания строительства

Согласно условиям договора, заключаемого между заказчиком и подрядчиком, каждая из сторон в пределах своих обязательств должна обеспечить своевременную поставку материалов на строящийся объект в сроки, установленные календарным планом строительства и графиком поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования (таблица 3.11) в соответствии с технологией производства работ.

В связи с высоким уровнем индустриализации производства при организации дорожно-строительных работ предусматривается, как правило, обеспечение объекта строительства готовыми материалами, изделиями, конструкциями и полуфабрикатами. Приготовление полуфабрикатов (асфальтобетонные и цементобетонные смеси, растворы и др.) осуществляется на стационарных производственных предприятиях или передвижных производственных базах. Местные строительные материалы (песок, грунт, гравийно-песчаная смесь и др.) разрабатываются подрядчиками в карьерах. При отсутствии местных строительных материалов их доставляют от ближайших действующих предприятий и карьеров железнодорожным, автомобильным и другими видами транспорта. Выбор способа доставки должен осуществляться на основе технико-экономического обоснования выбора логистической схемы доставки грузов.

Таблица 3.11 – Форма графика поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования

Наименование строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования	Единица измерения	Количество	График поступления											
			Месяцы											
			Недели											
			Дни											

При поточной организации строительства работы ведутся ритмично, с одинаковой производительностью и потребностью в материалах. Однако в

процессе работы каждый специализированный отряд перемещается вдоль строящейся дороги и находится то ближе, то дальше от источников материалов. Из-за этого изменяется объем перевозок и, как следствие, количество автомобилей, требующихся для совершения этих перевозок. Осложняет ситуацию еще и то, что на дороге работает сразу несколько подразделений с различными потребностями в материалах. Наиболее материалоемки работы по возведению дорожной одежды и сосредоточенные земляные работы.

При выполнении линейных работ не рекомендуется доставлять материалы на обрез заблаговременно, так как это ведет к удорожанию работ и потерям материалов. Кроме того многие материалы просто невозможно доставить заранее из-за их свойств.

При определении потребного количества автомобильного транспорта и составлении календарного графика необходимо учесть возможность сочетания различных видов транспортных работ по срокам для обеспечения равномерной его загрузки. Для производства транспортных работ, прежде всего, следует выбрать тип транспортного средства и его грузоподъемность с учетом производительности производственного предприятия и имеющихся погрузочных средств.

В курсовом проекте необходимо решить вопросы, связанные с перевозкой материалов из карьеров и заводов в принятом темпе потока на каждый километр трассы, учитывая при этом расположение производственных предприятий (см. рисунок 2.2). Должна быть обеспечена постоянная занятость определенного минимального количества машин для выполнения работ в установленные сроки с учетом бесперебойного вывоза таких материалов, как асфальтобетонная смесь. Расчеты рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

Определение зон обслуживания карьеров. С целью снижения транспортных затрат в составе сметной стоимости строительства при организации транспортного обслуживания объекта рассчитывают рациональную дальность возки материалов с учетом границ зон действия карьеров и производственных предприятий.

При разной стоимости материалов в качестве рациональной границы зон действия предприятий принимается такая точка на строящейся автомобильной дороге, в которой совпадают стоимости вывозки единицы материала из соседних предприятий [10].

В курсовом проекте для упрощения расчетов принимают, что сравниваемые производственные предприятия и карьеры имеют одинаковые условия производства, разработки и транспортирования материалов на трассу, за исключением длины подъездных путей до объекта.

Песчаные карьеры расположены: № 1 – на ПК 30 на расстоянии 0,3 км вправо от трассы; № 2 – на ПК 90 на расстоянии 0,3 км влево (см.

рисунок 2.2).

Подъездной путь от карьера № 1 к трассе $l_1 = 0,3$ км, от карьера № 2 к трассе $l_2 = 0,3$ км.

Расстояние от карьера № 1 до границы зоны, обслуживаемой этим карьером

$$L_1 = \frac{l_1 + l + l_2}{2}, \quad (3.28)$$

где l_1, l_2 – расстояние от карьера до выезда на трассу соответственно для карьеров № 1 и 2, км;

l – расстояние по трассе между точками выходов подъездных путей к трассе, км.

Следовательно,

$$L_1 = \frac{0,3 + 6 + 0,3}{2} = 3,3 \text{ км}.$$

С учетом длины подъездного пути $l_1 = 0,3$ км, расстояние по трассе от точки выхода подъездного пути из карьера № 1 на трассу до границы зоны равно

$$Z_1 = L_1 - l_1 = 3,3 - 0,3 = 3 \text{ км}.$$

Поскольку подъездной путь l_1 выходит на ПК 30, граница зоны, обслуживаемой карьером № 1, должна оказаться на ПК 60 ($3 + 3 = 6$ км).

Аналогично рассчитывают зону обслуживания карьером № 2. Результаты расчетов представлены на рисунке 3.3.

Определение производительности и количества автомобилей-самосвалов по перевозке строительных материалов. Для повышения эффективности строительства при проектировании организации работ важно выбрать тип и рассчитать количество транспортных средств таким образом, чтобы минимизировать транспортные расходы по доставке материалов. Поставку асфальтобетонной смеси на объект следует осуществлять строго по графику.

В зависимости от мест загрузки и разгрузки, а также от направления потока автомобили-самосвалы перевозят грузы как по естественным грунтовым дорогам, так и по твердому покрытию строящейся дороги. Для проезда к карьерам и асфальтобетонному заводу устраивают временные грунтовые дороги, профилируемые автогрейдером.



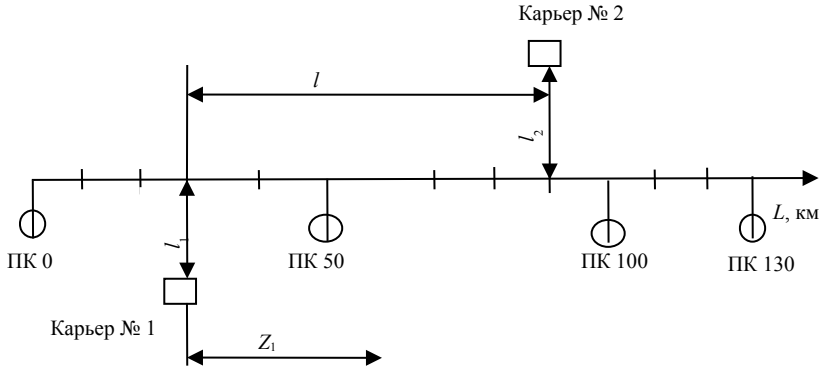


Рисунок 3.3 – Схема определения зоны обслуживания песчаных карьеров

Производительность автомобиля-самосвала зависит от продолжительности пробега автомобиля в оба направления и времени простоя под погрузкой и разгрузкой материалов, а скорость движения автомобиля и продолжительность простоя – соответственно от группы дороги, типа дорожного покрытия и категории груза.

Производительность автосамосвала в тоннах в смену при одном типе дорожного покрытия

$$P_{a/c} = \frac{T_{cm} q K_B K_{и}}{T_{об}}, \quad (3.29)$$

где q – грузоподъемность автосамосвала, т;

K_B – коэффициент использования автосамосвала по времени, $K_B = 0,85$;

$K_{и}$ – коэффициент использования автосамосвала по грузоподъемности,

$K_{и} = 0,98$;

$T_{об}$ – период оборота автомобиля-самосвала, ч,

$$T_{об} = \frac{l_T}{v_r} + \frac{l_T}{v_{п}} + \tau; \quad (3.30)$$

l_T – расстояние перевозки от АБЗ до места выгрузки, км;

$v_r, v_{п}$ – скорости движения автомобиля-самосвала груженого и порожнего

соответственно, км/ч (при движении по грунтовым дорогам принимают $v_r = 20...30$ км/ч и $v_n = 30...40$ км/ч, по дорогам с твердым пок-

рытием $v_r = 40...50$ км/ч и $v_n = 50...60$ км/ч);

τ – время на погрузку и выгрузку автосамосвала.

Нормы продолжительности простоя автомобилей под погрузкой и разгрузкой для сыпучих материалов (песок, щебень, гравий, грунт и т.п.) приведены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Продолжительность погрузо-разгрузочных операций сыпучих строительных материалов

Грузоподъемность автомобиля, т	Продолжительность погрузки, ч			Продолжительность разгрузки, ч
	экскаватором с ковшом объемом, м ³		из бункера	
	до 1	от 1 до 2		
1,5–2,25	0,033	–	0,025	0,017–0,033
2,25–4,5	0,033–0,067	0,033–0,050	0,050	0,025–0,042
4,5–7	0,083–0,117	0,050–0,067	0,067	0,033–0,050
7–10	0,167–0,200	0,050–0,083	0,100	0,050–0,100
11–18	–	0,100–0,133	0,133	0,100–0,133

Примечание – Вторые цифры показывают продолжительность погрузки-разгрузки таких материалов, как мокрые грунты, порошкообразные вяжущие и т.п.

Для строительных смесей (бетонные или асфальтобетонные, битумо- и цементогрунтовые, растворы и др.) продолжительность погрузочно-разгрузочных работ приведена в таблице 3.13.

При строительстве автомобильной дороги поточным методом специализированные потоки продвигаются по фронту работ в одну сторону. Расстояние транспортирование материалов от начала строящегося участка до его конца постепенно увеличивается, а производительность автомобилей-самосвалов – снижается. Существуют граничные точки увеличения количества автосамосвалов для обеспечения установленного темпа работы асфальтоукладчика.

Таблица 3.13 – Продолжительность погрузо-разгрузочных операций строительных смесей и растворов

Грузоподъемность автомобиля, т	Продолжительность погрузки, ч		Продолжительность разгрузки, ч
	из накопительного бункера	из мешалки объемом 500–700 л	
2,25–4,5	0,033–0,042	0,067–0,083	0,017–0,025
4,5–7	0,050–0,058	0,117–0,167	0,033–0,042
7–10	0,067–0,083	0,167–0,250	0,050–0,067
11–18	0,083–0,150	0,267–0,450	0,083–0,100

Количество автосамосвалов на каждую смену работы целесообразно определять с помощью построения графика производительности автосамосвалов: $\Pi_{a/c} = f(l_T)$. Для построения графика необходимо определить несколько значений производительности автомобилей-самосвалов при изменяющейся дальности транспортирования. Например, расстояние от АБЗ до начала участка укладки асфальтобетонной смеси l_0 определяется в зависимости от его месторасположения:

$$l_T^H = l_0, \quad (3.31)$$

где l_T^H – минимальное расстояние транспортирование от пункта погрузки материала до выхода на трассу, км.

На основании данных рисунка 2.2 $l_0 = 5$ км.

Расстояние от АБЗ до конца участка работы зависит от длины участка дороги, включенного в данный поток l_y :

$$l_T^K = l_0 + l_y, \quad (3.32)$$

где l_T^K – максимальное расстояние транспортирование от пункта погрузки материала до конца участка работы, км. В данном примере

$$l_T^K = 5 + 11 = 16 \text{ км.}$$

Приняв произвольно несколько значений l_T в интервале $l_T^H < l_T < l_T^K$, (например, $l_T = 9$ км), строят график производительности автосамосвала (рисунок 3.4):

$$\Pi_{a/c} = f(l_T). \quad (3.33)$$

Зная потребность в асфальтобетонной смеси на смену работы потока по строительству слоя покрытия Q_c , определяют потребность в автосамосвалах:

$$n_{a/c} = \frac{Q_c}{\Pi_{a/c}}. \quad (3.34)$$

Например, для начала укладки при $l_T^H = 5$ км; $v_T = 40$ км/ч; $v_n = 50$ км/ч; $\tau = 0,3$ ч

$$T_{об} = \frac{5}{40} + \frac{5}{50} + 0,3 = 0,525 \text{ ч.}$$

При $T_{см} = 8$ ч; $q = 8$ т; $K_v = 0,85$; $K_n = 0,98$ производительность автосамосвалов, определяемая по формуле (3.29), составляет

$$\Pi_{a/c} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 0,98}{0,525} = 101,55 \text{ т/см.}$$

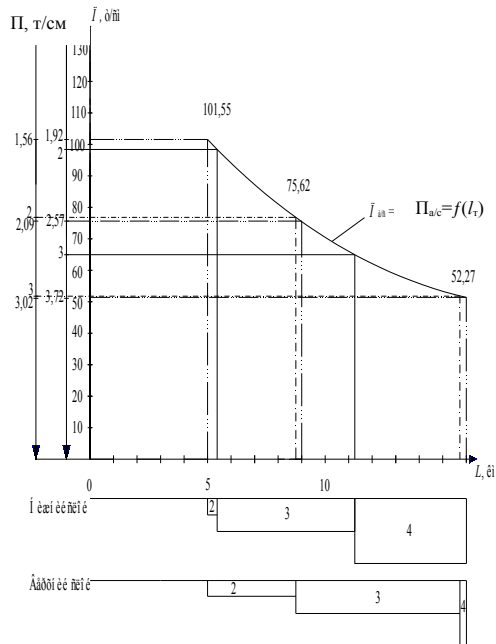


Рисунок 3.4 – График потребности и производительности автосамосвалов при строительстве двухслойного покрытия

При $Q_c = 194,4$ т; $\Pi_{a/c} = 101,55$ т/см

$$n_{a/c} = \frac{194,4}{101,55} = 1,92 \text{ шт.}$$

Минимальное количество автосамосвалов принимают $n_{a/c} \geq 2$ из условия: один автосамосвал на выгрузке, второй – на погрузке.

Дополнив график $\Pi_{a/c} = f(l_T)$ шкалой $n_{a/c} = \varphi(l_T)$, определяют требуемое количество автосамосвалов на каждую смену работы асфальтоукладчика.

Производительность автосамосвалов при заданном их количестве рассчитывают, используя зависимость (3.34):

$$\Pi_{a/c} = Q_c / n_{a/c} . \quad (3.35)$$

Разработанный график служит основой для построения эпюры потребности в автомобилях-самосвалах в смену при изображении линейного календарного графика и позволяет рассчитать необходимое количество транспортных средств на каждый километр трассы. Полученные результаты представляют в виде графика транспортных работ (рисунок 3.5).

Повысить эффективность и снизить стоимость перевозок можно благодаря проведению ряда мероприятий:

- тип и марку транспортных средств следует выбирать на основе технико-экономического сравнения вариантов исходя из дальности возки и наличия транспорта;
- использование мобильных смесительных установок и заводов;
- вывоз щебня, гравия на участки дорог, наиболее отдаленных от карьеров и баз, осуществляют до начала строительного сезона;
- использование автомобилей-самосвалов с большей грузоподъемностью;
- организация перевозки различных материалов в разные смены;
- перевозить материалы и полуфабрикаты целесообразно от «себя» (от базы), чтобы использовать готовые участки дороги для построечного транспорта.

Для решения вопроса об использовании готового участка дороги для передвижения построечного транспорта с повышенной скоростью необходимо знать направление потока и длину частного потока по устройству дорожной одежды.

С учетом технологических разрывов между отдельными звеньями схему работ по устройству дорожной одежды можно представить в виде рисунка 3.6.

На схеме приняты следующие обозначения:

l_1 – длина специализированного потока по устройству малых искусственных сооружений;

l_2 – длина специализированного потока по возведению земляного полотна;

l_3 – длина частного потока по устройству песчаного подстилающего слоя;

l_4 – длина частного потока по устройству щебеночного основания;

l_5 – длина частного потока по устройству нижнего слоя покрытия;

l_6 – длина частного потока по устройству верхнего слоя покрытия;
 $a_1 – a_4$ – технологические разрывы между потоками;
 L_1 – общая длина комплексного потока;
 L_2 – длина объезда при вывозке материала (например, щебня) на дорогу.

Схематический план трассы с расположением производственных предприятий	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Карьер № 2 (песок) 0,3 км</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>АБЗ 5 км</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>													
	Карьер № 1 (песок) 0,3 км Километры	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Карьер (камень) 0,5 км</p> </div> <div style="text-align: center;"> </div> </div>												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Зона обслуживания АБЗ													
Зона действия асфальтобетонного завода														
Крупнозернистый асфальтобетон	Потребность, т на 1 км	Смесь асфальтобетонная крупнозернистая плотная – 972,0 т												
	Дальность возки, км	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5	6
	Производительность, т/см	54,7	57,3	60,2	63,5	67,1	71,1	75,6	80,8	86,7	93,5	101,6	101,6	93,5
	Количество машино-смен на 1 км	18	17	16	15	14	14	13	12	11	10	10	10	10
	Количество автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 8 т на захватку (в смену)	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	3
Мелкозернистый асфальтобетон	Потребность, т на 1 км	Смесь асфальтобетонная мелкозернистая плотная типа А – 790,4 т												
	Дальность возки, км	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	5	6
	Производительность, т/см	54,7	57,3	60,2	63,5	67,1	71,1	75,6	80,8	86,7	93,5	101,6	101,6	93,5
	Количество машино-смен на 1 км	18	17	16	15	14	14	13	12	11	10	10	10	10
	Количество автомобилей-самосвалов грузоподъемностью 8 т	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2

асфальтобетон	Т на захватку (в смену)													
---------------	-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Рисунок 3.5 – График транспортных работ

Направление
потока

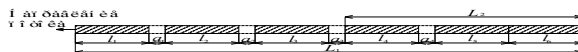


Рисунок 3.6 – Схематический план комплексного потока

Из схемы видно, что участок от начала щебеночного основания до устройства верхнего слоя асфальтобетонного покрытия надо объезжать. Длина объезда округленно равняется 1 км. Следовательно, построечный транспорт, следуя из каменного карьера со щебнем на трассу, будет перемещаться частично по грунтовой профилированной дороге (подъезд от карьера, расположенного на 9-м километре, к трассе – 0,5 км и объезд строящегося участка дороги – 1 км) и частично по готовому асфальтобетонному покрытию. При этом первый участок длиной 1,5 км в один конец будет постоянным, а второй участок, по готовому покрытию, – переменным. Например, при определении производительности автосамосвала по перевозке щебня из карьера на трассу величину L_T в формуле (3.30) разделим на составляющие: L_2 , означающая длину участка грунтовой профилированной дороги в оба конца, принимается равной 3 км, и L_1 – длина участка в оба конца с асфальтированным покрытием – величина переменная, зависящая от положения места разгрузки материала.

При возке щебня на 1-й километр трассы расстояние перемещения от карьера, расположенного в 0,5 км от 9-го километра трассы, в один конец будет равно 9 км, из которых по грунтовой дороге 1,5 км и по готовому покрытию 7,5 км. При этом производительность будет равна:

$$T_{об} = \frac{7,5}{40} + \frac{7,5}{50} + \frac{1,5}{20} + \frac{1,5}{30} + 0,3 = 0,763 \text{ ч};$$

$$P_{a/c} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 0,98}{0,763} = 69,9 \text{ т/см.}$$

Подставляя последовательно в формулу (3.30) значения дальности возки по готовому покрытию в оба конца, рассчитывают сменную выработку автосамосвала для каждого километра трассы. Все результаты сводят в таблицу. При перевозке на 9-й и 10-й километры средняя дальность возки по готовому покрытию будет равна нулю, а по грунтовому будет переменной.

Сменная выработка автосамосвала при вывозке щебня из карьера на трассу при смешанных условиях проезда приведена в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Сменная выработка автосамосвала при перевозке щебня

Километр трассы	Средняя дальность возки в оба конца, км		Выработка в смену, т
	по грунтовой дороге	по готовому покрытию	
1	3	15	69,9
2	3	13	74,3
3	3	11	79,3
4	3	9	85,0
5	3	7	91,5
6	3	5	99,2
7	3	3	108,2
8	3	1	119,1
9	2	–	139,0
10	2	–	139,0
11	3	1	119,1
12	3	3	108,2
13	3	5	99,2

На основании сведений об объеме перевозок по каждому виду груза, расстоянии их транспортирования, производительности машин составляют ведомость расчета потребности автотранспорта (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Ведомость расчета потребности автотранспорта (пример)

перевозок, км	Расстояние	Количество, м ³	Объемный все, т/м ³	Количество, т	Производительность автомобиля, т/смену	Количество машино-смен	Продолжительность работы, смен	Количество единиц в отряде, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
На объект								

15	Асфальтобетонная смесь	8583,8	1,65	14163,2	54,7	259	65	4
----	------------------------	--------	------	---------	------	-----	----	---

Количество машино-смен работы транспортных средств рассчитывают путем деления общего количества перевезенного груза в тоннах на производительность автомобиля (гр. 5 / гр. 6). При составлении ведомости производительность транспортных средств рассчитывают с учетом максимальной дальности возки материалов (I_T^K). Разделив полученное количество машино-смен (гр. 7), на длину строящегося участка дороги (13 км) и умножив на скорость поток 70 км/ч, определяют максимальное количество транспортных средств в смену, которые обеспечат вывозку требуемого количества материалов на 1 км трассы (гр. 9). При наличии сведений о конкретной дорожно-строительной организации и имеющемся в ее распоряжении парке транспортных средств продолжительность работы рассчитывают путем деления количества машино-смен работы на количество единиц в отряде (гр. 7 / гр. 9).

4 КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

После принятия решений по темпам всех специализированных потоков производят корректировку исходного варианта организационно-технологической схемы строительства, разработанного в подразд. 2.3. При корректировке увязывают работу всех специализированных потоков по началу и окончанию с обеспечением расчетного задела по каждому предшествующему потоку, при обязательном соблюдении сезонных ограничений на выполнение работ и сдачи дороги в эксплуатацию в заданные сроки.

Наиболее распространенными моделями представления информации о календарных сроках выполнения работ по строительству автомобильных дорог являются **линейные календарные графики**. Данные графики могут разрабатываться как в целом по объекту, показывая работу всего комплексного потока, так и на основные виды работ, отражая работу специализированных и частных потоков.

Работу специализированных потоков отражают с учетом их особенностей разными условными обозначениями. Сосредоточенные работы показывают вертикальными столбиками, высота которых соответствует длительности этих процессов, а месторасположение – месту проведения этих работ на трассе. Линейные работы изображают

наклонными линиями, причем, чем меньше угол наклона линии, тем выше темп движения потока. При постоянном темпе работ всех потоков линии на графике будут параллельными.

Календарный график организации строительства представляет собой циклограмму комплексного потока, построенную в системе координат:

- ось ординат – время работы в месяцах, календарных днях, сменах;
- ось абсцисс – длина строящегося участка дороги в км, захватках.

Число захваток на длине строящегося участка рассчитывают по формуле

$$m = L/l_3^p, \quad (4.1)$$

где L – длина строящегося участка дороги, км.

Календарный срок начала работ принимается с учетом температурных ограничений в соответствии с 1 71-ым вариантом организационно-технологической схемы.

Линии, показывающие продвижение специализированных (частных) потоков, на графике строят с учетом периода развертывания комплексного (специализированного) потока и технологических разрывов между ними.

Длину специализированных (частных) потоков рассчитывают путем умножения количества захваток, необходимых для выполнения соответствующих видов работ на длину каждой из захваток.

На рисунке 4.1 изображен **схематический план специализированного потока по строительству дорожной одежды**. Календарный срок начала работ по строительству дорожной одежды принят в соответствии с таблицей 2.6 с поправкой на развертывание потока (см. рисунок 3.2). Календарный срок окончания работ определяют расчетом в зависимости от расчетных темпов работ $\tau_{до}^p$, длины строящейся дороги L и принятой сменности работ:

$$T = L/\tau_{до}^p. \quad (4.2)$$

Начало работы потока принимается от АБЗ, что позволяет использовать построенную часть дороги для доставки материалов и уменьшить транспортные расходы. Однако при пониженных температурах воздуха и при большой протяженности строящегося объекта движение частных потоков по устройству покрытия принимается в направлении АБЗ, что сокращает время транспортирования асфальтобетонной смеси.

Под осью абсцисс в масштабе графика размещается спрямленный в линию ситуационный план автомобильной дороги с привязкой поставщиков материалов к пикетажу дороги, ниже располагаются объемы основных видов работ, выполняемых при строительстве дороги, с их распределением

по длине дороги: подготовительные работы, строительство искусственных сооружений, земляные работы, дорожная одежда, работы на примыканиях и пересечениях, укрепление обочин, обустройство дороги.

С левой стороны циклограммы показывается график потребности в дорожных рабочих и механизаторах (без водителей автосамосвалов и инженерно-технических работников), справа – график потребности в автосамосвалах для перевозки материалов, отдельно по каждому виду работ и суммарные.

На графике потребности в автотранспорте горизонтальная ось представляет собой количество автосамосвалов, занятых на вывозке материалов, вертикальная – соответствует вертикальной оси линейного календарного графика.

После принятия основных организационных и технологических решений по строительству автомобильной дороги и выполнения необходимых расчетов разрабатывают календарный план строительства объекта (таблица 4.1).

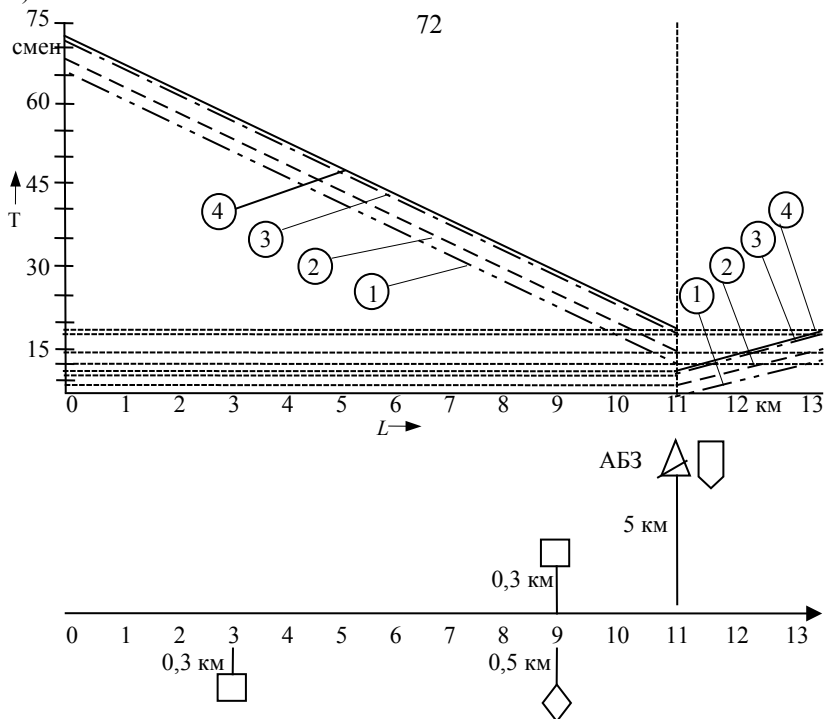


Рисунок 4.1 – Схема увязки сроков выполнения отдельных работ потока:
1 – по устройству дополнительного слоя основания; 2 – по устройству основания из щебня;

3 – по устройству нижнего слоя асфальтобетонного покрытия; 4 – по устройству верхнего слоя асфальтобетонного покрытия

Таблица 4.1 – Форма календарного плана строительства

Номер строк и	Наименование отдельных зданий, сооружений или видов работ	Сметная стоимость, тыс. руб.		Распределение капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по периодам строительства (годам, кварталам, месяцам)
		Всего	в том числе строительно-монтажных работ	

В плане определяются сроки проведения основных строительных работ с распределением по ним капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ, при необходимости выделяются пусковые комплексы, отдельные здания и сооружения дорожной службы. Работы планируются в технологической последовательности, сроки их выполнения определяются с учетом требуемых норм задела. Общий период строительства делится на годы, кварталы и месяцы, с указанием срока ввода объекта в эксплуатацию. Размеры капитальных вложений и 73 ости строительно-монтажных работ рассчитываются на основании сводного сметного расчета с применением прогнозных индексов цен в строительстве.

5 ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

5.1 Определение запасов хранения

Организация складского хозяйства при строительстве автомобильных дорог заключается в разработке комплекса мероприятий по приемке от поставщиков различных материалов, полуфабрикатов, деталей, конструкций и оборудования на строящийся объект, их учету, комплектованию, кратковременному хранению и выдаче, с целью обеспечения бесперебойного ведения строительно-монтажных работ в установленные проектом сроки.

На складах выполняются различные операции: приемка и разгрузка грузов; транспортировка грузов в пределах складских территорий; комплектация грузов при необходимости; обеспечение количественной и качественной сохранности грузов; учет грузов; периодическая оценка свойств материалов; погрузочно-разгрузочные операции; выдача грузов. Все это вызывает удорожание строительства. Затраты на организацию складского хозяйства включаются в состав общепроизводственных и

общехозяйственных расходов и составляют от 1,5 до 3 % стоимости материалов. С целью снижения вышеприведенных затрат необходимо *применение логистического подхода* к организации строительства автомобильной дороги.

Логистика требует интегрированного подхода к процессу формирования цепи поставок материалов на объекты дорожного строительства, который реализуется через следующие формы практической деятельности:

- интеграция планирования потребности в материальных ресурсах, организации их доставки с процессами формирования хозяйственных связей (выбора поставщика);

- связь процесса доставки материальных ресурсов с его оперативным управлением;

- оптимизация транспортных расходов на перемещение материальных ресурсов за счет кооперации интересов производителей материальных ресурсов, транспортных предприятий, потребителей в области распределения и перемещения ресурсов.

Логистическая система строительства автомобильной дороги представляет собой пространственное сочетание предприятий, средств и путей сообщения, функционально объединенных логистическими цепями. Целью функционирования логистической системы является повышение эффективности процесса строительства автомобильной дороги.

В процессе организации строительства объекта ориентируются на достижение основной цели логистической системы – сокращение сроков выполнения работ при рациональном использовании ресурсов и обеспечении высокого качества строительства. Для этого поставка основных строительных материалов, имеющих качество, соответствующее установленным стандартам, осуществляется по графику поставок, разработанному в соответствии с технологией производства работ и заключенными договорами с поставщиками, с требуемым уровнем транспортных затрат, в установленные генеральным строительным планом места поставки, в количестве, рассчитанном проектно-сметной документацией. В этом случае своевременный подвоз материалов, четкая работа на всех производственных и подсобных, особенно транспортных и линейных, подразделениях обеспечивает запроектированную организацию строительства и экономит время проведения работ.

Склады классифицируются по различным признакам:

- виду хранимых грузов (склады щебня, песка, гравия, минерального порошка, цемента, холодной асфальтобетонной смеси и т.д.);

- расположению относительно железной дороги (прирельсовые, притрассовые);

- способу хранения (открытые, навесы, полубункерные, бункерные, силосные, спецсклады);

- назначению (центральные, участковые, приобъектные, перевалочные, производственных предприятий).

При организации складского хозяйства решаются следующие задачи: установление запасов хранения; расчет площадей складов и средств на разгрузку и погрузку грузов, определение технико-экономических показателей.

Запасы грузов на складах должны быть минимальными, но достаточными для бесперебойного производства работ. Материалы завозятся на склады отдельными партиями – поставками – в соответствии с договорами, заключенными между заказчиками (генеральными подрядчиками) и поставщиками. Сверхнормативные запасы требуют дополнительных складских площадей, большого числа обслуживающего персонала и средств механизации.

Различают «тянущие» и «толкающие» **системы управления материальными потоками** внутри производственной системы. «Тянущие» системы обеспечивают управление материальными потоками по принципу «точно в срок», «толкающие» – планирование потребности в материалах и распределение ресурсов.

Если рассматривать в качестве производственной системы асфальтобетонный завод, то можно говорить о формировании «толкающей» системы управления материальными потоками. При этом с целью обеспечения максимальной загрузки производственных мощностей планирование начинается с заготовительной стадии. Создаются большие запасы исходных материалов, ^п 75 яемых, как правило, большими партиями, так как их отсутствие ~~может~~ привести к сбою в производстве. При этом недостаточно отслеживается спрос на продукцию, что может привести к сокращению оборачиваемости оборотных средств, вследствие излишних запасов, в случаях, когда отсутствует потребность в асфальтобетонной смеси, что наиболее ярко проявляется в весенне-осенний периоды.

При использовании логистического подхода, целью которого является сквозное управление материальными потоками, для решения поставленной задачи в качестве производственной системы представляется система «асфальтобетонный завод – строящаяся автомобильная дорога». При организации ее работы на принципах «тянущей» системы материалы при производстве асфальтобетонной смеси и впоследствии готовая продукция поступают на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости. В этом случае пополнение запасов исходных материалов происходит, когда их количество достигает критического уровня, что позволяет снизить логистические издержки, связанные с созданием запасов и транспортировкой материалов.

Различают производственный, текущий, страховой, подготовительный и сезонный запасы.

Производственные запасы (manufacturing inventory) – это часть совокупных запасов средств производства, предназначенная для производственного потребления.

Текущий запас (cycle stock, working stock) – это основная часть производственных запасов средств производства, которые обеспечивают непрерывность производства работ между двумя очередными поставками, *страховой* (safety stock) запас предназначен для непрерывного снабжения объекта производства работ при наибольших интервалах между отдельными поставками в случае непредвиденных обстоятельств.

Подготовительный запас (preparatory inventory) – это часть запаса средств производства, наличие которых вызвано необходимостью подготовки материальных ресурсов к отпуску в производство. Подготовительный запас создается в объеме, достаточном для обеспечения начала работ с учетом периода времени, необходимого для оформления приемки или отпуска материалов, пересортировки, погрузки и разгрузки и других операций с очередной поставкой.

Сезонные запасы (season inventory) создаются в объеме, необходимом для обеспечения непрерывной работы в течение строительного сезона, в связи с сезонным характером производственного процесса или транспортировки.

Для установления запасов хранения рассчитывается максимальный текущий запас и минимальный страховой.

Текущий запас – величина переменная. Его размер колеблется от максимального, равного объему q_0 эти в момент поставки, до минимального, равного нулю в момент перед очередной поставкой. С увеличением периодичности текущий запас возрастает. Максимальный текущий запас в днях $T_{\text{тек}}$ рассчитывается по формуле

$$T_{\text{тек}} = \frac{q_0}{P_{\text{сут}}} + T_{\text{п}}, \quad (5.1)$$

где q_0 – остаток материала к моменту поставки;

$P_{\text{сут}}$ – суточная потребность в данном материале;

$T_{\text{п}}$ – время между поставками в днях (периодичность поставки).

Размер запаса в определенный момент времени

$$Z_{\text{т}} = q - p_{\text{сут}}t, \quad (5.2)$$

где q – размер партии (максимальный размер текущего запаса);

t – время, истекшее после поступления очередной партии материалов на склад (максимальным значением этой величины является интервал между поставками).

Движение текущего запаса в условиях равномерного потребления определяется двумя показателями – объемом поставки и среднесуточным расходом. В зависимости от их величины интервал между поставками ($T_{п}$) может быть определен по формуле

$$T_{п} = \frac{q}{P_{сут}}.$$

(5.3)

За норму текущего запаса принимается средний текущий запас ($H_{ср.т.з}$), который равен полусумме максимального и минимального запасов или половине партии поставки:

$$H_{ср.т.з} = \frac{q}{2}.$$

(5.4)

Выражая норму запаса в днях оборачиваемости, получим половину интервала между поставками:

$$H_{ср.т.з} = \frac{T_{п}}{2}.$$

(5.5)

Таким образом, норма текущего запаса может быть установлена в размере половины объема партии поставки или в днях обеспеченности – половины интервала между поставками.

Страховой запас материалов служит «аварийным» источником снабжения в тех случаях, когда фактический объем потребления материала превышает расчетный. Определение точного уровня необходимого страхового запаса зависит от следующих факторов:

- возможного колебания сроков восстановления уровня запасов;

- колебания объема потребления материала на протяжении срока строительства объекта.

Задача определения точного уровня страхового запаса, необходимого в условиях нестабильности сроков производства работ (зависимость от природно-климатических факторов, отказы техники, непредвиденные сбои в предыдущих технологических процессах) и изменчивости объемов потребления материалов, имеет вероятностный характер. Поэтому для

нахождения оптимального уровня страхового запаса необходимо моделирование соответствующих процессов.

На центральных складах и складах производственных предприятий *размер страхового запаса* можно определить на основе статистических данных о поступлении продукции за предыдущий период. Расчет выполняют в следующей последовательности:

1 Определяют средневзвешенный интервал между поставками:

$$\bar{t} = \frac{\sum tq}{Q}, \quad (5.6)$$

где Q – годовая потребность в данном виде материала.

2 Выявляют опоздавшие партии, т.е. такие интервалы, которые превышают средневзвешенный.

3 Взвешивают опоздания по объемам опоздавших партий.

4 Рассчитывают норму страхового запаса с учетом фактических опозданий отдельных поставок:

$$T_{\text{стр}} = q \frac{\sum (t_{\text{оп}} - \bar{t}) V_{\text{оп}}}{\sum V_{\text{оп}}}, \quad (5.7)$$

где $T_{\text{стр}}$ – страховой запас;

$t_{\text{оп}}$ – интервалы между поставками, превышающие средневзвешенный;

\bar{t} – средневзвешенный интервал;

$V_{\text{оп}}$ – объем партии, поставленной выше средневзвешенного уровня.

В литературе встречаются противоречивые взгляды на величину страхового запаса. Иногда утверждается, что величина страхового запаса является величиной постоянной, а сами запасы при нормальных условиях неприкосновенны. В других случаях считается, что в динамических системах страховой запас будет постоянной величиной, если используется система с фиксированным интервалом времени, и изменяется, если используется система пополнения ⁷⁸ асов с фиксированным размером заказа. Однако в большинстве случаев принято считать, что величина страхового запаса предопределена динамикой производства или потребления и является предметом серьезных статистических исследований.

При четко налаженной системе транспортных связей и работе склада с постоянными поставщиками минимальный страховой запас материалов можно определять по следующей формуле:

$$T_{\text{стр}} = T_{\text{от}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{скл}}, \quad (5.2)$$

где $T_{\text{от}}$ – время, необходимое для установления связи с поставщиком по до-

говору и отгрузки очередной партии, дни;

$T_{\text{тр}}$ – длительность транспортирования материала от поставщика до скла-

да, дни;

$T_{\text{скл}}$ – время, требуемое для принятия материала, складирования и отпус-

ка, дни.

$T_{\text{тр}}$ зависит от дальности доставки и вида транспорта. В зависимости от местных условия принимается $T_{\text{от}} = 2 \dots 3$ дням; $T_{\text{скл}} = 1 \dots 2$ дням.

Для местных притрассовых карьеров $T_{\text{стр}} = 2 \dots 3$ дня.

Общий производственный запас материалов на складе

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{стр}} + T_{\text{тек}}. \quad (5.3)$$

Страховой, текущий или производственный запасы можно определить, умножив продолжительность хранения в днях на суточный расход материала $P_{\text{сут}}$.

Расход материалов зависит от суточного темпа строительства, определяемого календарным планом. Величина производственного запаса в составе проекта организации строительства

$$Q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{м}}}{t} q_{\text{н}} k_1 k_2, \quad (5.4)$$

где $Q_{\text{м}}$ – потребность в материалах для выполнения строительно-монтажных

работ за определенный период времени t ;

t – продолжительность выполнения строительно-монтажных работ;

$q_{\text{н}}$ – экономически обоснованный запас материалов на складе, дни;

k_1 – коэффициент, учитывающий неравномерное поступление материалов

на объект (при доставке: автомобильным транспортом $k_1 = 1,1 \dots 1,2$;

железнодорожным – $k_1 = 1,3 \dots 1,5$);

k_2 – коэффициент, учитывающий неравномерное потребление материалов

при производстве работ, $k_2 = 1,3 \dots 1,5$.

Ориентировочные данные по срокам хранения запаса наиболее потребляемых материалов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Рекомендуемые сроки запаса основных строительных материалов

Материалы	q_n , дни, в зависимости от способа доставки		
	железнодорожный транспорт	автомобильный транспорт при дальности транспортировки грузов, км	
		до 50	более 50
Битум, эмульсии, сталь ар-матурная, пиломатериалы	25–30	10–12	15–20
Цемент, известь, металлоконструкции	20–25	8–12	10–15
Щебень, песок, гравий, сборные железобетонные конструкции	15–20	5–10	7–12

Для крупных прирельсовых складов запасы хранения могут определяться выполненным объемом грузооборота. В этом случае вместимость склада

$$Q_c = Q_{сут} (1 - k_{пер}) k_{н.з} T_x, \quad (5.5)$$

где $Q_{сут}$ – суточный грузооборот, т;

$k_{пер}$ – коэффициент, характеризующий удельный вес перегрузок материалов

из вагонов в автомобили (или наоборот);

$k_{н.з}$ – коэффициент неравномерности загрузки склада;

T_x – срок хранения груза на складе (обосновывается с учетом $T_{стр}$ и

$T_{тек}$), дней.

5.2 Методы управления складскими запасами

Методы управления складскими запасами представляют собой совокупность правил, определяющих момент и объем закупки для их пополнения. Закупка может осуществляться в зависимости от наличного уровня запасов на складе или в заранее определенные сроки. Соответственно, ее объем может задаваться относительно уровня наличных запасов или в абсолютных величинах.

Выделяют несколько основных **систем управления запасами**, каждая из которых характеризуется использованием следующих параметров:

- уровень запасов, при котором необходимо их пополнение;
- нормативный уровень запасов характеризующий расчетную величину складских запасов, достигаемую при 80-й закупке;
- объем отдельной закупки;
- частота совершения закупок.

Система с фиксированным размером заказа является самой простой и наиболее распространенной. В такой системе размер заказа на пополнение запасов является величиной постоянной:
 $P = P_1 = \dots = P_i = \dots = P_n = \text{const}$.

Поскольку рассматривается проблема управления запасами в логистической системе строительства автомобильной дороги, то *критерием оптимизации является минимум совокупных затрат на хранение запасов и повторение заказа*. Данный критерий учитывает три фактора, действующие на величину названных совокупных затрат:

- транспортные издержки;
- издержки на хранение запасов;
- транзакционные издержки.

Очередная поставка ресурсов осуществляется при уменьшении наличных запасов до определенного критического уровня, так называемой точки заказа (S). В процессе функционирования системы запас пополняется каждый раз на одну и ту же величину P , но интервалы пополнения $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ могут быть различными в зависимости от расходования запаса: $t_2 - t_1 \neq t_3 - t_2$ и т.д.

Систему с фиксированным размером заказа часто называют *двухбункерной*. Такое деление условно, оно носит смысловой, а не фактический характер: в первом бункере хранится запас для удовлетворения спроса в течение периода между фактическим пополнением запаса t'_i и датой ближайшего последующего заказа (точкой заказа) t'_{i+1} , во втором – для удовлетворения спроса в течение периода с момента подачи заказа t_i до поступления

очередной партии ресурсов t_i' , при этом в случае идентичных поставок $t_i' - t_i = \text{const}$.

Оптимальный размер заказа по критерию минимизации совокупных затрат на хранение запаса и повторение заказа рассчитывается по формуле

$$\text{ОРЗ} = \sqrt{\frac{2AQ}{i}}, \quad (5.6)$$

где A – затраты на поставку единицы заказываемого материала, руб.;

Q – потребность в заказываемом материале, шт./год;

i – затраты на хранение единицы заказываемого материала, руб./шт.

Затраты на поставку единицы заказываемого продукта (A) включают стоимость транспортировки заказа и транзакционные издержки.

Страховой запас позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки 81

$$T_{\text{стр}} = \frac{t_{\text{оп}} Q}{D_{\text{раб}}}, \quad (5.7)$$

где $D_{\text{раб}}$ – количество рабочих дней.

Точка заказа определяет уровень запаса, при достижении которого производится очередной заказ. Величина точки заказа рассчитывается таким образом, что поступление заказа на склад происходит в момент снижения текущего запаса до страхового уровня. При расчете точки заказа задержка поставки не учитывается.

$$\text{ТЗ} = T_{\text{стр}} + \frac{T_{\text{тр}} S}{D_{\text{раб}}}, \quad (5.8)$$

где S – пороговый уровень запаса.

Максимально желательный запас (Z_m) определяет уровень запаса поддержание которого целесообразно с точки зрения минимизации совокупных затрат, т.е.

$$Z_m = \text{ТЗ} + \text{ОРЗ}. \quad (5.9)$$

Таким образом, система с фиксированным размером заказа имеет два регулирующих параметра: точка заказа (фиксированный уровень запаса, при

снижении до которого организуется заготовка очередной партии материалов) и размер заказа (величина партии поставки), причем последний из параметров постоянен. Максимальный размер запаса колеблется в зависимости от того, как шло расходование запаса в период между подачей заказа и поступлением очередной партии.

Практическое применение модели управления запасами с фиксированным размером заказа иллюстрирует следующий **пример**.

При строительстве земляного полотна на болотах закупаются на заводе-изготовителе НСМ (нетканые синтетические материалы) – текстильные водопроницаемые рулонные полотна различного вида, выработанные из синтетических волокон. Применяются НСМ в качестве дренирующего, фильтрующего или армирующего элемента в основном в виде прослоек, укладываемых в земляное полотно на контакте слоев различных видов грунтов. Годовой спрос на НСМ составляет 600 рулонов. Издержки на заказ равны 130154 руб., издержки на хранение на приобъектном складе одного рулона – 3905 руб. в год. Заключен договор на поставку с фиксированным интервалом времени, время поставки НСМ – 6 дней. Количество рабочих дней в году – 300. Стоимость одного рулона 21150 руб.

Математическая модель задачи. При составлении математической модели приняты следующие обозначения: P – размер заказа НСМ; t – протяженность периода планирования строительства; Q – величина спроса за период планирования; A – издержки заказа; i – удельные издержки хранения за период; $T_{тр}$ – время выполнения заказа.

Целевая функция, описывающая совокупные издержки на заказ и хранение материала:

$$C = \frac{Q}{P} A + \frac{P}{2} i \rightarrow \min,$$

при ограничениях:

условие выполнения заказа –

$$P > 0,$$

условие стоимости рейса –

$$A = \text{const}, A > 0,$$

условие наличия темпа спроса –

$$Q = \text{const}, Q > 0,$$

время выполнения заказа –

$$T_{трj} = 0, j = \overline{1, N}.$$

Оптимальный размер заказа

$$OPЗ = \sqrt{\frac{2AQ}{i}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 130154 \cdot 600}{3905}} = 200 \text{ рулонов.}$$

Оптимальное время между заказами

$$T_{\Pi} = \frac{OPЗ}{p_{\text{сут}}} = \frac{OPЗ}{Q/t} = \frac{200}{600/300} = 100 \text{ дней.}$$

Точка восстановления (запас рулонов, при котором нужно сделать очередной заказ):

$$TЗ = p_{\text{сут}} T_{\text{тр}} = \frac{OPЗ}{Q/t} T_{\text{тр}} = \frac{600}{300} \cdot 6 = 12 \text{ рулонов НСМ.}$$

Оптимальное число заказов в течение года

$$N = \frac{Q}{OPЗ} = \frac{600}{200} = 3.$$

Минимальные совокупные издержки

$$C = \frac{Q}{P} A + \frac{P}{2} i = \frac{600}{200} \cdot 130154 + \frac{200}{2} \cdot 3905 = 4800 \text{ руб.}$$

Динамика изменения количества рулонов на складе показана на рисунке 5.1.

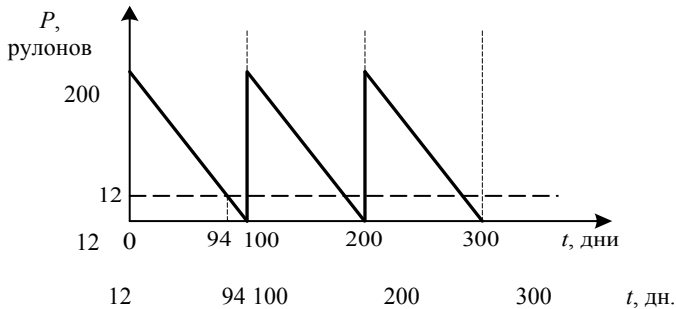


Рисунок 5.1 – График изменения количества рулонов на складе

График издержек управления запасами в модели с фиксированным размером заказа представлен на рисунке 5.2.

C ,
руб.

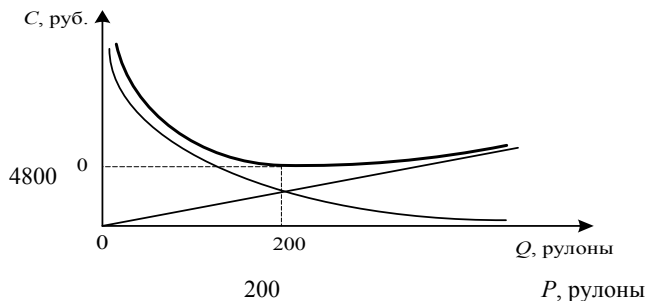


Рисунок 5.2 – График издержек управления запасами

Система с фиксированной периодичностью заказа предполагает поставки материалов, повторяющиеся через одинаковые промежутки времени $\Delta t = t_{i+1} - t_i = \text{const}$. В конце каждого периода проверяется уровень запасов и, исходя из этого, определяется размер заказываемой партии $P_i \neq \text{const}$. В процессе функционирования этой системы запас пополняется каждый раз до определенного уровня, не превышающего максимального запаса, но с помощью различных партий поставок, зависящих от степени расхода материала в предшествующем периоде. Регулирующими параметрами системы являются максимальный уровень, до которого осуществляется пополнение запасов ($P_{\max} = \text{const}$), и продолжительность периода поставки заказов, при этом варьируется лишь размер партии.

Интервал времени между заказами определяется с учетом оптимального размера заказа (ОРЗ), который позволяет минимизировать совокупные затраты на хранение запаса и повторение заказа, а также достичь наилучшего сочетания взаимодействующих факторов, таких, как используемая площадь складских помещений, издержки на хранение запасов и стоимость заказа.

Расчет интервала времени между заказами производится следующим образом:

$$I = \frac{D_{\text{раб}} \text{ОРЗ}}{Q} \tag{5.10}$$

Страховой запас позволяет обеспечивать потребность на время предполагаемой задержки поставки (под возможной задержкой поставки также подразумевается максимально возможная задержка). Восполнение

страхового запаса производится в ходе последующих поставок через пересчет размера заказа таким образом, чтобы его поставка увеличила запас до желательного максимального уровня.

Расчет размера заказа в системе с фиксированным интервалом времени между заказами (P) производится по формуле

$$P = Z_m - Z_t + ОП, \quad (5.11)$$

где Z_m – желательный максимальный заказ, шт.;

Z_t – текущий заказ, шт.;

ОП – ожидаемое потребление за время, шт.

Как видно из формулы (5.11), размер заказа рассчитывается таким образом, что при условии точного соответствия фактического потребления за время поставки ожидаемому поставка пополняет запас на складе до максимального желательного уровня. Действительно, разница между максимальным желательным и текущим запасами определяет величину заказа, необходимую для восполнения запаса до максимального желательного уровня на момент расчета, а ожидаемое потребление за время поставки обеспечивает это восполнение в момент осуществления поставки.

Эффективное функционирование системы с фиксированной периодичностью заказа достигается, когда имеется возможность поставлять заказы в любых размерах, причем желательно, чтобы транзакционные издержки на заключение договоров были незначительны.

Сравнение рассмотренных систем управления запасами приводит к выводу о наличии у них взаимных недостатков и преимуществ.

Система с фиксированным размером заказа требует непрерывного учета текущего запаса на складе. Напротив, система с фиксированной периодичностью заказа требует лишь периодического контроля количества запаса. Необходимость постоянного учета запаса в системе с фиксированным размером заказа можно рассматривать как основной ее недостаток. Напротив, отсутствие постоянного контроля за текущим запасом в системе с фиксированной периодичностью заказа является ее основным преимуществом перед первой системой.

Следствием преимущества системы с фиксированной периодичностью заказа является то, что в ней максимальный желательный запас всегда имеет меньший размер, чем в первой системе. Это приводит к экономии на затратах по содержанию запасов на складе за счет сокращения площадей, занимаемых запасами, что, в свою очередь, составляет преимущество системы с фиксированным размером заказа перед системой с фиксированной периодичностью заказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Автомобильные дороги. Нормы проектирования = Аўтамабільныя дарогі. Нормы праектавання : ТКП 45-3.03-19–2006 (02250). – Введ. 2006-07-01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2006. – 42 с.
- 2 Нормы продолжительности строительства предприятий, зданий и сооружений. Основные положения = Нормы працягласці будаўніцтва прадпрыемстваў, будынкаў і збудаванняў. Асноўныя палажэнні : ТКП 45-1.03-122–2008 (02250). – Введ. 2009-07-01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2009. – 11 с.
- 3 Нормы продолжительности строительства объектов транспорта и транспортной инфраструктуры = Нормы працягласці будаўніцтва аб'ектаў транспарту і транспартнай інфраструктуры : ТКП 45-1.03-213–2010 (02250). – Введ. 2011-01-01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2011. – 47 с.
- 4 Строительная климатология = Будаўнічая кліматалогія : СНБ 2.04.02–2000. – Введ. 2001-07-01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2001. – 37 с.
- 5 Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства : справ. пособие к СНиП 3.01.01–85 «Организация строительного производства». – М. : Стройиздат, 1990. – 157 с.
- 6 **Бабаскин, Ю. Г.** Технология строительства дорог. Практикум : учеб. пособие / Ю. Г. Бабаскин, И. И. Леонович. – Минск : БНТУ, 2010 – 363 с.
- 7 **РСН 8.03.127–2012.** Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сб. 27. Автомобильные дороги; введ. 2012-01-01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2012. – 266 с.
- 8 Автомобильные дороги. Правила устройства = Аўтамабільныя дарогі. Правілы ўстройвання : ТКП 059–2012 (02191). – Введ. 2012-09-01. – Минск : РУП «Белорус. дорожный инж.-техн. центр», 2012. – 56 с.
- 9 Основания из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими. Правила устройства = Асновы з матэрыялаў, у 86 ных неарганічнымі вяжучымі. Правілы ўстройвання. ТКП 028–2006 (02191). – Введ. 2007-01-01. – Минск : РУП «Белорус. дорожный инж.-техн. центр», 2007. – 57 с.
- 10 **Бабаскин, Ю. Г.** Технико-экономическое обоснование технологии и организации работ по строительству автомобильной дороги : метод. пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Технология строительства дорог» / Ю. Г. Бабаскин, И. В. Дерман ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск : БНТУ, 2006. – 161 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Нормы продолжительности строительства автомобильных дорог
(извлечение из ТКП 45-1.03-213–2010 (02250))

В месяцах

Объект	Характеристика	Норма продолжительности строительства	
		общая	в т.ч. подготовительный период
Автомобильные дороги с усовершенствованным капитальным типом дорожного покрытия	II категории , возводимые с применением обычного комплекта асфальтобетонного оборудования, протяженность дороги, км:	6	1
		9	1

	1		
	3		
	5	12	1
	7	15	1
	10	18	1
	15	21	1
	20	24	1
	25	27	2
	30	30	2
	48	36	3
	90	48	3
	III категории, возводимые с применением обычного комплекта асфальтобетонного оборудования, протяженность дороги, км:		
	1	5	1
	3	8	1
	5	12	1
	7	13	1
	10	15	1
	15	18	1
	20	21	1
	25	22	2
	30	24	2
	70	36	3
Автомобильные дороги с усовершенствованны м облегченным типом покрытия	III категории, протяженность дороги, км:		
	1	4	1
	3	7	1
	5	9	1
	10	11	1
	20	12	1
	25	13	1
	30	14	1
	50 (двумя потоками)	12	1

Окончание приложения А

Объект	88 Характеристика	Норма продолжительности строительства	
		общая	в т.ч. подготовительный период
Автомобильные дороги с усовершенствованны м облегченным и переходным типом покрытия	IV категории, протяженность дороги, км:		
	1	4	1
	3	6	1
	5	8	1

	10	10	1
	20	11	1
	25	12	1
	30	13	1
	50 (двумя потоками)	12	1
	V категории,		
	протяженность дороги,		
	км:		
	1	3	1
	3	5	1
	5	7	1
	10	9	1
	15	11	1
	25	12	1
	50 (двумя потоками)	12	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)
КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
(извлечение из СНБ 2.04.05–2000)

Таблица Б.1 – Средняя месячная температура воздуха

В градусах Цельсия

Область, пункт	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Гомельская область												
Жлобин	-6,0	-4,8	0,1	7,6	14,0	17,0	18,5	17,4	12,2	6,5	0,7	-3,7
Чечерск	-6,5	-5,3	-0,3	7,4	13,8	17,0	18,4	17,3	12,1	6,3	0,3	-4,1
Октябрь	-5,7	-4,4	0,2	7,5	13,7	16,8	18,2	17,2	12,1	6,6	0,9	-3,5
Гомель	-6,0	-4,7	0,2	8,0	14,4	17,5	19,1	18,0	12,6	6,7	0,8	-3,7
Василевичи	-5,7	-4,4	0,5	7,9	14,1	17,1	18,5	17,4	12,3	6,8	1,0	-3,4
Житковичи	-5,1	-3,7	0,8	7,8	14,0	16,9	18,4	17,4	12,3	7,0	1,5	-2,9
Мозырь	-5,6	-4,4	0,3	7,7	14,1	17,1	18,6	17,6	12,5	6,8	1,0	-3,5
Лельчицы	-5,0	-3,7	0,9	8,0	14,2	17,1	18,6	17,6	12,5	7,2	1,5	-2,9
Брагин	-5,8	-4,6	0,3	7,8	14,0	17,0	18,5	17,4	12,3	6,7	1,0	-3,5
Брестская область												
Пинск	-4,6	-3,3	1,0	7,9	14,0	16,7	18,3	17,5	12,6	7,3	1,8	-2,5
Брест	-3,5	-2,2	1,9	8,1	14,3	16,9	18,6	17,9	13,0	8,0	2,6	-1,6
Полесский	-5,0	-3,7	0,7	7,3	13,1	16,0	17,5	16,6	11,8	6,6	1,4	-2,9
Высокое	-3,9	-2,7	1,3	7,5	13,5	16,4	18,0	17,3	12,6	7,6	2,2	-2,0
Пружаны	-4,4	-3,3	0,9	7,3	13,3	16,2	17,8	17,2	12,4	7,2	1,9	-2,4
Ивацевичи	-4,6	-3,4	0,9	7,5	13,6	16,6	18,1	17,4	12,4	7,2	1,7	-2,6
Ганцевичи	-5,1	-3,9	0,5	7,3	13,4	16,3	17,9	16,9	11,9	6,9	1,5	-2,9
Барановичи	-5,3	-4,2	0,1	6,9	13,2	16,1	17,6	17,0	12,0	6,7	1,2	-3,2

Могилевская область												
Горки	-7,5	-6,5	-1,8	6,0	12,5	15,9	17,4	16,2	10,9	5,2	-0,6	-5,0
Могилев	-6,8	-5,8	-1,1	6,4	12,9	16,1	17,7	16,6	11,3	5,7	-0,1	-4,6
Кличев	-6,4	-5,2	-0,5	6,8	13,1	16,3	17,7	16,6	11,5	6,0	0,4	-4,1
Славгород	-6,8	-5,7	-0,8	6,9	13,3	16,5	18,1	16,9	11,6	5,9	0,0	-4,5
Костюковичи	-7,2	-6,1	-1,0	6,8	13,1	16,4	17,9	16,7	11,4	5,7	-0,2	-4,7
Бобруйск	-6,1	-4,9	-0,3	6,9	13,0	16,3	17,8	16,7	11,6	6,2	0,5	-3,9
Гродненская область												
Ошмяны	-5,7	-4,7	-0,6	6,0	12,4	15,4	16,9	16,2	11,3	6,1	0,7	-3,6
Лида	-5,0	-3,9	0,2	6,7	13,0	16,0	17,6	16,9	11,9	6,7	1,4	-2,9
Гродно	-4,4	-3,4	0,5	6,7	12,7	15,9	17,6	16,9	12,1	7,0	1,7	-2,4
Новогрудок	-5,6	-4,6	-0,5	6,2	12,5	15,4	17,1	16,5	11,5	6,2	0,6	-3,6
Волковыск	-4,4	-3,4	0,8	7,0	13,2	16,1	17,7	17,1	12,2	7,1	1,7	-2,5
Минская область												
Вилейка	-5,8	-4,8	-0,5	6,2	12,8	16,0	17,6	16,7	11,5	6,2	0,7	-3,7
Борисов	-6,2	-5,1	-0,5	6,5	13,0	16,2	17,8	16,7	11,5	6,0	0,3	-4,0
Воложин	-5,8	-4,7	-0,5	6,4	12,9	15,9	17,4	16,8	11,5	6,1	0,6	-3,8
Минск	-5,9	-4,8	-0,5	6,6	13,1	16,3	17,8	17,0	11,7	6,2	0,5	-3,8
Березино	-6,1	-5,0	-0,4	6,8	13,2	16,4	17,9	16,7	11,5	6,1	0,4	-4,0
Столбцы	-5,4	-4,3	0,0	6,9	13,2	16,3	17,8	17,0	11,9	6,5	1,0	-3,4
Марьина Горка	-6,1	-4,9	-0,3	6,9	13,3	16,3	17,8	16,9	11,7	6,2	0,6	-3,8
Слуцк	-5,8	-4,7	-0,1	7,1	13,3	16,2	17,7	16,9	11,9	6,5	1,0	-3,5

Окончание таблицы Б.1

Область, пункт	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Витебская область												
Езерище	-7,2	-6,3	-1,5	5,7	12,1	15,7	17,2	15,9	10,6	5,4	-0,4	-5,0
Верхнедвинск	-6,3	-5,6	-1,0	5,8	12,3	15,7	17,3	16,2	11,0	5,7	0,3	-4,2
Полоцк	-6,4	-5,6	-0,9	6,0	12,6	15,9	17,5	16,2	11,0	5,7	0,3	-4,2
Шарковщина	-6,1	-5,4	-0,9	6,0	12,5	15,9	17,5	16,4	11,3	5,9	0,5	-3,9
Витебск	-7,0	-6,0	-1,1	6,2	12,8	16,2	17,7	16,4	11,1	5,6	-0,2	-4,7
Лынтупы	-5,9	-5,1	-1,0	5,5	12,0	15,2	16,8	15,8	10,9	5,7	0,4	-3,9
Докшицы	-6,4	-5,5	-1,2	5,8	12,2	15,5	17,0	16,0	10,9	5,7	0,2	-4,3
Лепель	-6,4	-5,4	-0,8	6,2	12,8	16,1	17,6	16,5	11,2	5,8	0,2	-4,2
Сенно	-6,6	-5,6	-0,9	6,2	12,8	16,1	17,6	16,5	11,3	5,8	0,1	-4,4
Орша	-7,0	-6,1	-1,5	5,9	12,4	15,8	17,4	16,2	11,0	5,4	-0,2	-4,3

92

Таблица Б.2 – Глубина промерзания грунта

Область, пункт	Средняя из максимальных за год, см	Наибольшая из максимальных, см	Тип грунта
Гомельская область			
Жлобин	75	120	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Чечерск	61	>150	То же
Октябрь	63	119	Песок, подстилаемый на глубине около 1 м моренным суглинком
Гомель	63	148	Песок
Василевичи	69	150	Пылеватая супесь и песок
Житковичи	48	102	Песок
Мозырь	68	135	Супесь, подстилаемая на глубине 0,3–0,4 м песком
Лельчицы	58	106	Песок
Брагин	62	115	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком

Брест	область
-------	---------

Барановичи	92	150	Супесь, подстилаемая на глубине 0,6–0,7 м песком или моренным суглинком
Ганцевичи	39	112	Песок и легкий суглинок, подстилаемый песком
Ивацевичи	47	127	Супесь, подстилаемая на глубине 0,5–0,6 м песком
Пружаны	77	150	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Высокое	59	115	Супесь, подстилаемая на глубине 0,5–0,6 м моренным суглинком
Полесский	63	100	Песок
Брест	55	142	—” —
Пинск	62	121	Пылеватая супесь, подстилаемая на глубине около 1 м суглинком
Могилевская область			
Горки	76	145	Легкий суглинок
Могилев	65	130	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине до 1 м моренным суглинком
Кличев	82	150	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком
Славгород	75	140	То же
Костоковичи	77	150	”
Бобруйск	69	132	Супесь, подстилаемая на глубине около 1 м моренным суглинком с прослойкой песка
Гродненская область			
Ошмяны	78	142	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5 м моренным суглинком
Лида	58	113	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Гродно	65	134	То же
Новогрудок	35	75	Легкий суглинок и пылеватая супесь, подстилаемые на глубине 0,3–0,4 м моренным суглинком
Волковыск	76	149	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком

Окончание таблицы Б.2

Область, пункт	Средняя из максимальных за год, см	Наибольшая из максимальных, см	Тип грунта
Минская область			

Вилейка	80	148	Легкая супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Борисов	71	147	Легкий суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком
Воложин	51	97	Моренный суглинок
Минск	63	137	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком
Березино	77	150	Легкая супесь, подстилаемая на глубине до 1 м песком
Столбцы	55	90	Супесь, подстилаемая на глубине 0,4–0,5 м моренным суглинком
Марьина Горка	79	134	Легкая супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Слуцк	71	133	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине около 1 м песком
Витебская область			
Езерище	67	130	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5–0,6 м моренным суглинком
Верхнедвинск	59	105	Тяжелый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5 м глиной
Полоцк	60	122	Пылеватая супесь, подстилаемая на глубине 0,5–0,6 м моренным суглинком
Шарковщина	89	134	Тяжелый суглинок, подстилаемый на глубине 0,3–0,4 м глиной
Витебск	73	142	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемый на глубине 0,5–0,6 м моренным суглинком
Лынтупы	63	123	Супесь, подстилаемая песком
Докшицы	82	130	Супесь, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком
Лепель	53	99	То же
Сенно	79	129	Моренный суглинок
Орша	71	140	Легкий пылеватый суглинок, подстилаемая на глубине до 1 м моренным суглинком

Таблица Б.3 – Средняя месячная относительная влажность

В

процентах

Область, пункт	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Гомельская область												

Жлобин	85	83	80	72	66	70	73	75	79	83	87	89
Чечерск	85	83	80	73	67	70	73	75	80	83	87	89
Октябрь	86	83	79	71	67	71	74	76	79	83	88	88
Гомель	84	82	79	70	65	69	71	73	77	81	86	87
Василевичи	85	82	78	70	65	70	73	75	79	82	87	88
Житковичи	84	78	77	70	67	70	73	76	80	82	87	88
Мозырь	85	83	78	70	64	68	71	73	77	81	87	88
Лельчицы	84	82	77	69	66	70	72	75	78	82	86	87
Брагин	85	84	81	74	69	72	74	76	79	83	88	88
Брестская область												
Пинск	87	85	81	74	68	71	73	75	79	84	89	89
Брест	85	83	79	72	71	74	76	79	82	84	88	89
Полесский	86	85	79	72	69	71	73	75	80	84	88	89
Высокое	87	86	80	74	72	73	74	77	81	85	89	89
Пружаны	87	85	79	73	70	71	73	75	79	83	88	89
Ивацевичи	85	83	78	72	71	74	76	79	82	84	88	89
Ганцевичи	85	83	78	71	68	70	72	74	79	82	87	88
Барановичи	85	84	79	72	70	72	74	76	79	83	88	88

Окончание таблицы Б.3

Область, пункт	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Могилевская область												
Горки	86	85	83	76	69	72	76	78	81	85	89	89

Могилев	86	84	81	74	68	70	74	76	80	84	88	89
Кличев	85	83	79	73	69	71	75	77	79	83	88	88
Славгород	85	83	80	73	67	70	75	76	79	83	88	89
Костоковичи	85	83	80	74	68	72	75	77	80	83	87	88
Бобруйск	86	83	80	72	67	71	74	76	80	83	88	89
Гродненская область												
Ошмяны	87	85	81	74	69	72	76	77	81	85	89	90
Лида	86	85	79	73	69	71	75	78	83	87	89	89
Гродно	87	86	80	74	70	71	74	76	80	85	89	90
Новогрудок	89	87	81	74	69	72	74	76	80	85	91	91
Волковыск	85	84	78	70	68	70	72	74	79	83	88	89
Минская область												
Вилейка	86	84	79	73	67	70	74	76	80	84	88	89
Борисов	87	84	79	72	66	69	73	75	80	84	88	89
Воложин	87	85	79	73	67	70	74	75	80	85	89	90
Минск	86	84	79	72	67	69	72	75	79	84	88	89
Березино	86	83	78	73	67	70	74	77	80	84	88	89
Столбцы	86	84	80	72	68	72	74	74	79	84	88	89
Марьина Горка	87	85	81	74	69	72	76	77	81	85	89	90
Слуцк	86	84	80	74	68	69	75	76	78	84	88	89

Витебская область												
Езерище	84	82	78	73	69	73	77	79	83	84	87	87
Верхнедвинск	86	84	80	74	69	72	76	79	83	85	88	88
Полоцк	85	84	79	73	68	72	76	79	82	86	88	88
Шарковщина	86	85	81	75	69	72	76	79	82	85	88	88

Витебск	85	83	79	72	67	71	76	78	81	84	87	88
Лынтупы	88	86	81	75	69	72	76	79	83	85	90	90
Докшицы	84	83	77	75	70	72	76	78	82	85	88	88
Лепель	86	84	79	73	68	70	75	77	81	84	88	88
Сенно	84	83	79	73	68	72	76	78	81	84	87	88
Орша	85	84	80	75	69	72	75	78	81	85	88	89

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Укрупненные значения сметной стоимости строительных работ

В ценах на 1 декабря 2013 года

Наименование работ	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, руб.
<i>Подготовительные работы</i>		
Восстановление трассы на местности	км	808 000
Рубка кустарника и мелколесья вручную	100 деревьев	68 238
Подрубка нижней кроны деревьев лиственных пород	1 дерево	26 084
Погрузка порубочных остатков погрузчиком	100 м ³	742 468
Рубка леса средней крупности	1 га	21 291 541
Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) при перемещении грунта II группы: - до 10 м - на каждые последующие 10 м	1000 м ³	1 626 474 1 366 141
Разработка грунта бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.) при перемещении грунта I группы: - до 10 м - на каждые последующие 10 м	1000 м ³	1 431 832 1 204 345
Снятие асфальтобетонного покрытия дорожной фрезой импортного производства шириной фрезерования 2000 мм на глубину: - 40 мм - при уменьшении или увеличении глубины фрезерования на каждые 10 мм	1000 м ²	10 656 390 873 795
Перемещение асфальтогранулята бульдозером мощностью 79 (108) кВт (л.с.)	1000 м ³	1 366 141
<i>Земляные работы</i>		
Снятие растительного грунта I группы с откосов экскаватором планировщиком	1000 м ²	3 864 821
Разработка грунта I группы с погрузкой на автосамосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью: - 0,65 (0,5–1) м ³ ; - 0,4 (0,35–0,45) м ³ ; - 1 (1–1,2) м ³	1000 м ³	4 680 168 6 500 880 4 256 987
Разработка грунта I группы в отвал экскаваторами «драглайн» или «обратная лопата» с ковшом вместимостью 0,4 (0,3–0,45) м ³	1000 м ³	3 694 473
Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т: - на первый проход по одному следу при толщине слоя 30 см	1000 м ³	2 309 99 1

- на каждый последующий проход по одному следу при толщине слоя 30 см		237 058
Полив водой уплотненного грунта насыпей	1000 м ³	2 789 395
Планировка механизированным способом насыпей откосов и полотна, грунт II группы	1000 м ²	1 910 000
Планировка экскаватором-планировщиком насыпей откосов	1000 м ²	3 864 821
Укрепительные работы с камнем	100 м ²	20 392 574
Укрепление откосов нетканым синтетическим материалом	1000 м ²	18 030 765

Продолжение приложения В

Наименование работ	98	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, руб.
Укрепление откосов земляных сооружений посевом многолетних трав механизированным способом		100 м ²	1 090 638
<i>Искусственные сооружения</i>			
Устройство одноочковой бесфундаментной железобетонной трубы диаметром 1,2 м		1 м длины	3 786 178
<i>Дорожная одежда</i>			
Устройство основания из щебеночной смеси оптимального состава (ЩОС-7): - толщиной 12 см - при изменении толщины слоя на 1 см		1000 м ²	6 346 359 185 942
Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4 группы, марки 25-60			212 979
Устройство однослойных оснований и покрытий из ЩОС-7 толщиной 20 см		1000 м ²	4 475 589
Розлив битумной эмульсии		1 т	3 541 564
Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных пористых крупнозернистых смесей, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³ : - толщиной 4 см - на каждые 0,5 см		1000 м ²	6 361 977 24 016
Асфальтобетонная горячая щебеночная крупнозернистая пористая смесь		1 т	462 830
Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных плотных мелкозернистых смесей типа А, Б, В, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³ : - толщиной 4 см - на каждые 0,5 см		1000 м ²	6 361 977 24 016
Асфальтобетонная горячая щебеночная мелкозернистая плотная смесь типа Б марки II, ШЦМБ-II		1 т	532 850
Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных щебеночно-мастичных плотных мелкозернистых смесей типа С, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³ : - толщиной 4 см - на каждые 0,5 см		1000 м ²	6 484 582 24 479
Щебеночно-мастичная горячая плотная смесь с максимальным размером зерен 10 мм, ШЦМСц		1 т	608 475

Устройство выравнивающего слоя из горячих асфальтобетонных смесей	100 т	6 281 331
Асфальтобетонная горячая щебеночная мелкозернистая пористая смесь		467 023
Устройство выравнивающего слоя из черного щебня	100 т	6 281 331
Черный щебень фракции 20(25)–40 мм для горячей укладки на битуме	1 т	403 763
Укладка битумной ленты	1 м ²	64 841
Лента битумная шириной 50 мм для сопряжения смежных полос асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог	1 м длины	16 482

Окончание приложения В

Наименование работ	99	Единица измерения	Стоимость единицы измерения, руб.
Устройство покрытий серповидного профиля из асфальтогранулята при толщине по оси дороги 20 см		1000 м ²	4 497 009
Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка		100 м ³	1 416 763
Песок речной		1 м ³	49 342
Устройство технологического слоя из ЦПС С2 толщиной 15 см		1000 м ²	4 331 420
Щебень из камня фракции 25-60 мм марки 1400		1 м ³	139 517
Песок дробленый		1 м ³	74 706
Перемешивание ЦПС С2		100 м ³	817 176
Устройство оснований толщиной 15 см из щебня фракции 25–60 мм марки 1000 и выше с расклинцовкой асфальтогранулятом		1000 м ²	8 357 107
Устройство основания из щебня фр. 25–60 мм с заклинкой щебнем 5–20 мм и отсевом толщиной 15 см		1000 м ²	7 093 260
Щебень из камня фракции 25–60 мм марки 1400		1 м ³	139 517
Щебень из камня фракции 5–20 мм марки 1400		1 м ³	204 624
Устройство дорожной одежды следующей конструкции: - дополнительный слой основания из песка – 30 см; - основание из щебеночно-гравийно-песчаной смеси – 25 см; - нижний слой покрытия из пористого крупнозернистого асфальтобетона – 8 см; - верхний слой покрытия из плотного мелкозернистого асфальтобетона типа Б – 6 см		1000 м ²	341 535 359
Устройство поверхностной обработки с использованием битума		1000 м ²	8 776 984
Устройство поверхностной обработки с использованием битумной эмульсии и кубовидного щебня		1000 м ²	8 725 384
Укрепление обочин щебнем		1000 м ²	53 362 752
<i>Обустройство дороги</i>			
Установка треугольных дорожных знаков		100 шт.	71 550 425
Установка дорожных знаков индивидуального проектирования		100 шт.	474 080 317

Установка железобетонных сигнальных столбиков	100 шт.	11 990 190
Установка пластиковых сигнальных столбиков	100 шт.	15 511 882
Устройство разметки проезжей части краской	1 км	1 914 269

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**Нормы расхода основных строительных материалов при строительстве
дорожных одежд автомобильных дорог**
(извлечение из НРР 8.03.127–2012)

**Таблица Г.1 – Нормы расхода материалов при устройстве покрытия
из горячих асфальтобетонных смесей**

Обоснование	Наименование работ	Материал	Норма расхода на 1000 м ² , т	
			на толщину слоя 4 см	при изменении толщины слоя на 0,5 см
Е 27-53-1	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных плотных мелкозернистых смесей типа А, Б, В, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные мелкозернистые тип А, марки I	98,8	
Е 27-54-1				12,35
Е 27-53-2	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных плотных мелкозернистых смесей типа А, Б, В, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные мелкозернистые	112,4	
Е 27-54-2				14,05
Е 27-53-3	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных плотных крупнозернистых смесей типа А, Б, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные крупнозернистые	97,2	
Е 27-54-4				12,15

Е 27-53-4	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных плотных крупнозернистых смесей типа А, Б, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные крупнозернистые	112,4	14,05
Е 27-54-4				
Е 27-53-6	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных пористых крупнозернистых смесей, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные крупнозернистые пористые марки I	95,2	11,9
Е 27-54-6				

Продолжение таблицы 101

Обоснование	Наименование работ	Материал	Норма расхода на 1000 м ² , т	
			на толщину слоя 4 см	при изменении толщины слоя на 0,5 см
Е 27-53-7	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных пористых крупнозернистых смесей типа, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные крупнозернистые пористые	112	14
Е 27-54-7				
Е 27-53-8	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных пористых мелкозернистых смесей, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные мелкозернистые пористые марки I	95,6	11,95
Е 27-54-8				
Е 27-53-9	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных пористых мелкозернистых смесей, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные мелкозернистые пористые	112,4	14,05
Е 27-54-9				
Е 27-53-10	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных высокопористых крупнозернистых смесей, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные крупнозернистые высокопористые марки I	96	12
Е 27-54-10				

Е 27-53-11	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных высокопористых крупнозернистых смесей, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные крупнозернистые высокопористые	112,4	14,1
Е 27-54-11				
Е 27-53-12	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных высокопористых мелкозернистых смесей, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные мелкозернистые высокопористые марки I	96,8	12,1
Е 27-54-12				
Е 27-53-13	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных высокопористых мелкозернистых смесей, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночные мелкозернистые высокопористые	112,8	14,1
Е 27-54-13				

Окончание таблицы Г.1

Обоснование	Наименование работ	Материал	102 — Норма расхода на 1000 м ² , т	
			на толщину слоя 4 см	при изменении толщины слоя на 0,5 см
Е 27-203-1	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных щебеночно-мастичных плотных мелкозернистых смесей типа С, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночно-мастичные плотные, мелкозернистые типа С	100,2	12,5
Е 27-203-3				
Е 27-203-2	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных щебеночно-мастичных плотных мелкозернистых смесей типа С, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Смеси асфальтобетонные (горячие) щебеночно-мастичные плотные, мелкозернистые типа С	105,7	13,2
Е 27-203-4				

Таблица Г.2 – Нормы расхода материалов при устройстве ОСНОВАНИЙ

Обоснование	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
Е 27-1-1	Укрепление грунтов однослойных оснований и покрытий толщиной до 20 см смешением с битумом	Пленкообразующие материалы для дорожных работ ПМ-100А	т	0,72
		Вода	м ³	18,5
		Эмульсия битумная для	т	П

	(битумной эмульсией) фрезами навесными	гидроизоляционных работ		
		Грунт	м ³	П
Е 27-3-1	Укрепление грунтов однослойных оснований и покрытий толщиной до 20 см смещением с цементом навесными фрезами	Пленкообразующие материалы для дорожных работ ПМ-100А	т	0,72
		Вода	м ³	18,5
		Кальций хлористый жидкий сорт 1	т	П
		Цемент	т	П
		Грунт	м ³	П
Е 27-21-1	Устройство однослойных оснований и покрытий из песчано-гравийных смесей толщиной 12 см	Вода	м ³	10,5
		Песчано-гравийная или щебеночно-песчаная смесь оптимального состава	м ³	П (152)
Е 27-48-3	Устройство оснований из черного щебня толщиной 6 см, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Щебень черный	т	128,0
		Вода	м ³	0,6

Продолжение таблицы Г.2

103 ван не	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
Е 27-48-4	Устройство оснований из черного щебня толщиной 6 см, плотностью каменных материалов 3 т/м ³ и более	Щебень черный	т	149,5
		Вода	м ³	0,6
Е 27-22-1	Устройство однослойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40–70 мм, при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 98,1 МПа	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 10–20 мм	м ³	15
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 40–80(70) мм	м ³	189
		Вода	м ³	30
Е 27-22-4	Добавлять или исключать на каждый 1 см к нормам 27-22-1	Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 40–80(70) мм	м ³	12,62
Е 27-49-2	Укладка и полупропитка с применением битума	Битум вязкий	т	5,15
		Щебень из природного камня для строительных работ	м ³	11,2

	щебеночных оснований толщиной 5 см	работ марки 1400, 4-й группы, фракции 10–20 мм		
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 20–40 мм	м ³	56,1
		Вода	м ³	2
Е 27-49-3	Укладка и полупропитка с применением битума щебеночных оснований: при изменении толщины на каждый 1 см	Битум вязкий	т	1,03
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 20–40 мм	м ³	12,7
Е 27-49-6	Укладка и пропитка с применением битума щебеночных оснований толщиной 8 см	Битум вязкий	т	8,24
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 20–40 мм	м ³	12,8
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 40–80(70) мм	м ³	91,8
		Вода	м ³	2,5

Продолжение таблицы Г.2

104 за ---	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
Е 27-49-7	Укладка и пропитка с применением битума щебеночных оснований при изменении толщины на каждый 1 см	Битум вязкий	т	1,03
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 40–80(70) мм	м ³	10,2
		Вода	м ³	2
Е 27-49-8	Укладка и полупропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований толщиной 5 см	Эмульсия битумная для гидроизоляционных работ	т	7,02
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 5–10 мм	м ³	6,63
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 10–20 мм	м ³	29,07
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 20–40 мм	м ³	57,4

		Вода	м ³	2,8
Е 27-49-9	Укладка и пропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований при изменении толщины на каждый 1 см	Эмульсия битумная для гидроизоляционных работ	т	1,4
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 20–40 мм	м ³	11,5
Е 27-49-10	Укладка и пропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований толщиной 8 см	Эмульсия битумная для гидроизоляционных работ	т	11,2
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 10–20 мм	м ³	4,59
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 20–40 мм	м ³	14,8
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 40–80(70) мм	м ³	91,8
		Вода	м ³	3,2

Окончание таблицы Г.2

105 ^{ван}	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
Е 27-49-11	Укладка и пропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований при изменении толщины на каждый 1 см	Эмульсия битумная для гидроизоляционных работ	т	1,44
		Щебень из природного камня для строительных работ марки 1400, 4-й группы, фракции 40–80(70) мм	м ³	10,2
<p><i>Примечание</i> – П – расчет производится в соответствии с рекомендациями п. 3.1. В случае отсутствия проектных данных для расхода материалов используются нормы, указанные в скобках. Если толщина слоя основания отличается от указанной в норме, расход материалов корректируется пропорционально толщине слоя на единицу измерения толщины.</p>				

Таблица Г.3 – **Нормы расхода материалов при устройстве подстилающих и выравнивающих слоев оснований**

Обоснование	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 100 м ³
Е 27-14-1	Устройство подстилающих и	Вода	м ³	5

	выравнивающих слоев оснований из песка	Песок для строительных работ	м ³	П (110)
Е 27-14-2	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песчано-гравийной смеси, дресвы	Вода	м ³	7
		Песчано-гравийная смесь природная	м ³	П (122)
Е 27-14-4	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из шлака доменного отвального сталеплавильного	Вода	м ³	14,9
		Металлургические пористые шлаки: мартеновский и отвальный доменный	м ³	П (150)
Е 27-14-4	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из щебня шлакового	Вода	м ³	7
		Щебень шлаковый доменный и сталеплавильный для дорожного строительства класса 2 фракции 40–70 мм	м ³	П (125)
<p><i>Примечание</i> – П – расчет производится по формуле (3.1). В случае отсутствия проектных данных для расхода материалов используются нормы указанные в скобках. Если толщина дополнительного слоя основания отличается от указанной в норме, расход материалов корректируется пропорционально толщине слоя на единицу измерения толщины.</p>				

Таблица Г.4 – Нормы расхода материалов при приготовлении 100 т асфальтобетонной смеси и 106 м³ щебня

Обоснование	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 100 т
Е 27-67-1 Е 27-67-2	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной мелкозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5,61
		Порошок минеральный	т	6,68
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	22,8
		Поверхностно-активные вещества	т	0,42
		Щебень	м ³	38,1
Е 27-67-3 Е 27-67-4	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной мелкозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5,92
		Порошок минеральный	т	8,54
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	31,1
		Поверхностно-активные	т	0,444

		вещества		
		Щебень	м ³	28,2
Е 27-67-5 Е 27-67-6	Приготовление асфальтобетонной смеси типа В плотной мелкозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	6,22
		Порошок минеральный	т	11,3
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	38,3
		Поверхностно-активные вещества	т	0,466
		Щебень	м ³	18,5
Е 27-67-7	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5,61
		Порошок минеральный	т	6,68
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	22,8
		Поверхностно-активные вещества	т	0,42
		Щебень	м ³	38,2
Е 27-67-8	Приготовление асфальтобетонной смеси типа А плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 т/м ³ и более, из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5,61
		Порошок минеральный	т	6,68
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	22,8
		Поверхностно-активные вещества	т	0,42
		Щебень	м ³	28

Продолжение таблицы Г.4

107 ван не	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 100 т
Е 27-67-9	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³ , из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5,92
		Порошок минеральный	т	8,54
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	31,1
		Поверхностно-активные вещества	т	0,44
		Щебень	м ³	28,1
Е 27-67-10	Приготовление асфальтобетонной смеси типа Б плотной крупнозернистой, плотностью каменных материалов 3 т/м ³ и	Битум вязкий	т	5,92
		Порошок минеральный	т	8,54
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	31,1

	более, из фракционного щебня (гравия) для	Поверхностно-активные вещества	т	0,44
		Щебень	м ³	22,4
Е 27-67-13 Е 27-67-14	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой крупнозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5
		Порошок минеральный	т	2,01
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	29,1
		Поверхностно-активные вещества	т	0,375
		Щебень	м ³	36,1
Е 27-67-15 Е 27-67-16	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой мелкозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	5
		Порошок минеральный	т	2,01
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	29,1
		Поверхностно-активные вещества	т	0,375
		Щебень	м ³	36,1
Е 27-67-17 Е 27-67-18	Приготовление асфальтобетонной смеси высокопористой крупнозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	3,16
		Порошок минеральный	т	3,42
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	27,9
		Поверхностно-активные вещества	т	0,237
		Щебень	м ³	36,8

Сводные таблицы Г.4

108 ван ие	Наименование работ	Материал	Единица измерения	Норма расхода на 100 т
Е 27-67-19 Е 27-67-20	Приготовление асфальтобетонной смеси пористой мелкозернистой из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки	Битум вязкий	т	3,16
		Порошок минеральный	т	3,42
		Песок для строительных работ природный высшего сорта	м ³	27,9
		Поверхностно-активные вещества	т	0,237
		Щебень	м ³	36,8
Е 27-68-1	Приготовление черного фракционного щебня с применением битума для горячей укладки из камня изверженных пород, фракция щебня 20(25)–40 мм,	Битум вязкий	т	2,01
		Поверхностно-активные вещества	т	0,15
		Щебень	м ³	69

	плотность каменных	фракционированный		
Е 27-68-2	Приготовление черного фракционного щебня с применением битума для горячей укладки из камня изверженных пород, фракция щебня 20(25)–40 мм, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Битум вязкий	т	2,01
		Поверхностно-активные вещества	т	0,15
		Щебень фракционированный	м ³	64,2
Е 27-68-5	Приготовление черного фракционного щебня с применением битума для горячей укладки из камня изверженных пород, фракция щебня 3(5)–10(15) мм, плотность каменных материалов 2,5–2,9 т/м ³	Битум вязкий	т	2,97
		Поверхностно-активные вещества	т	0,222
		Щебень фракционированный	м ³	68,3
Е 27-68-6	Приготовление черного фракционированного щебня с применением битума для горячей укладки из камня изверженных пород, фракция щебня 3(5)–10(15) мм, плотность каменных материалов 3 т/м ³ и более	Битум вязкий	т	2,97
		Поверхностно-активные вещества	т	0,223
		Щебень фракционированный	м ³	63,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

**Планово-расчетные цены при производстве
строительно-монтажных работ**

Наименование машины	Стоимость 1 маш-часа, у.е.
Автогрейдер среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	21,1
Автогрейдер легкого типа 66,2 кВт (90 л.с.)	14,8
Автогудронатор 3500 л	19,2
Автопогрузчик 5 т	11,8
Асфальтоукладчик широкозахватный импортного производства	72,6
Бульдозер 79 кВт (108 л.с.)	14,2
Машина поливомоечная 6000 л	15,7
Нарезчик импортного производства для нарезки швов и разделки трещин в асфальтобетоне	16,5
Погрузчик одноковшовый универсальный пневмоколесный 2 т	13,3
Распределитель щебня и гравия	19,0

Трактор на гусеничном ходу до 59 кВт (80 л.с.)	12,0
Трактор на гусеничном ходу до 79 кВт (108 л.с.)	13,4
Каток дорожный прицепной на пневмоколесном ходу 25 т	2,9
Каток вибрационный гладковальцовый импортного производства	39,6
Каток вибрационный комбинированный импортного производства	35,3
Каток на пневмоколесном ходу импортного производства	24,8
Каток дорожный самоходный на пневмоколесном ходу 16 т	19,8
Каток дорожный самоходный гладкий 8 т	10,0
Каток дорожный самоходный гладкий 13 т	12,0
Укладчик асфальтобетона	15,9
Фреза дорожная импортного производства шириной фрезерования 2000 мм	192,6
Экскаватор-планировщик на пневмоколесном ходу	21,2
Экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 0,65 м ³	16,6
Экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 0,4 м ³	12,2
Экскаватор одноковшовый дизельный на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 1,0 м ³	24,0
Автомобиль бортовой грузоподъемностью до 5 т	10,2
Автомобиль бортовой грузоподъемностью до 15 т	13,9
Автомобиль-самосвал грузоподъемностью 8 т	19,5
Автомобиль-самосвал грузоподъемностью 16 т	21,0
<i>Примечание</i> – Стоимость машино-часа рассчитана по состоянию на 01.01.2014 г. и представляет собой среднюю величину.	

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(с. е)

Нормы затрат машинного времени и трудовых ресурсов на работы по строительству дорожной одежды автомобильных дорог (извлечение из НРР 8.03.127–2012)

Таблица Е.1 – Нормы затрат при устройстве покрытия из горячих асфальтобетонных смесей

Обоснование	Наименование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²	
				на толщину слоя 4 см	при изменении толщины слоя на 0,5 см
	Устройство	<i>Затраты труда</i>			

E27-53-1 – E27-54-13	покрытия из горячих асфальтобетонных смесей	Средний разряд рабочих		4,3	3
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	41,47	0,11
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	21,81	2,72
		Нормы эксплуатации машин			
		Катки дорожные самоходные гладкие 8т	маш.·ч	4,28	0,53
		Катки дорожные самоходные гладкие 13т	маш.·ч	12,47	1,56
		Укладчики асфальтобетона	маш.·ч	3,46	0,43
	Средства малой механизации	маш.·ч	1,6	0,2	
E27-203-1 – E27-203-4	Устройство покрытия из горячих асфальтобетонных щебеночно-мастичных плотных мелкозернистых смесей типа С	Затраты труда			
		Средний разряд рабочих		3,1	3,1
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	20,39	0,41
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	17,45	–
		Нормы эксплуатации машин			
		Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7атм)	маш.·ч	0,08	–
		Катки на пневмокол. ходу	маш.·ч	4,7	–
		Катки вибрационные гладковальцевые	маш.·ч	3,85	–
		Катки вибрационные комбинированные	маш.·ч	2,26	–
		Виброплита импортного производства	маш.·ч	1,52	–
		Нарезчики для нарезки швов и разделки трещин в асфальтобетоне	маш.·ч	1,38	–
		Машины поливмоечные 6000 л	маш.·ч	0,48	–
		Асфальтоукладчики широкозахватные	маш.·ч	2,35	–

Таблица E.2 – Нормы затрат при устройстве ОСНОВАНИЙ

Обосн ние	111	именование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
E27-1-1	Укрепление грунтов однослойных оснований и покрытий толщиной до 20 см смешением с битумом (битумной эмульсией) фрезами	Затраты труда			
		Средний разряд рабочих			3,1
		Затраты труда рабочих	чел.·ч		19,25
		Затраты труда машинистов	чел.·ч		48,1
		Нормы эксплуатации машин			
		Автоудронаторы 3500 л	маш.·ч		0,28
		Автобитумовозы 15 т	маш.·ч		10,35
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.·ч		2,01
		Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т	маш.·ч		2,23
		Катки дорожные самоходные	маш.·ч		1,28

		на пневмоколесном ходу 30 т		
	навесными	Машины поливомоечные 6000 л	маш.ч	2,05
		Фрезы навесные на тракторе (дорожные) 121,5 кВт (165 л.с.)	маш.ч	29,62
E27-3-1	Укрепление грунтов однослойных оснований и покрытий толщиной до 20 см смешением с цементом навесными фрезами	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3,5
		Затраты труда рабочих	чел.ч	19,45
		Затраты труда машинистов	чел.ч	47,15
		Нормы эксплуатации машин		
		Автоцементовозы 13 т		3,75
		Автогудронаторы 3500 л	маш.ч	0,27
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	1,76
		Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т	маш.ч	2,17
		Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 30 т	маш.ч	1,24
		Машины поливомоечные 6000 л	маш.ч	7,98
		Распределители цемента	маш.ч	3,75
		Фрезы навесные на тракторе (дорожные) 121,5 кВт (165 л.с.)	маш.ч	25,54
		Средства малой механизации	маш.ч	0,42
E27-21-1	Устройство однослойных оснований и покрытий из песчано-гравийных смесей, толщиной 12 см	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3,3
		Затраты труда рабочих	чел.ч	51,35
		Затраты труда машинистов	чел.ч	22,55
		Нормы эксплуатации машин		
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	2,86
		Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.ч	8,99
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.ч	8,29
		Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16т	маш.ч	0,64
		Машины поливомоечные 6000 л	маш.ч	1,77

Продолжение таблицы E.2

Обоснование	112 вание т	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
E27-22-1	Устройство однослойных оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40–70 мм, при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3
		Затраты труда рабочих	чел.ч	40,73
		Затраты труда машинистов	чел.ч	49,84
		Нормы эксплуатации машин		
		Бульдозеры 79 кВт (108 л.с.)	маш.ч	2,9
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	0,45
		Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.ч	13,08
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.ч	29,5
		Распределители щебня и гравия	маш.ч	0,7

	98,1 МПа	Машины поливомоечные 6000л	маш.·ч	3,21
E27-22-4	Добавлять или исключать на каждый 1 см к нормам 27-22-1	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	0,79
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	1,95
		Нормы эксплуатации машин		
		Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.·ч	0,96
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.·ч	0,94
		Распределители щебня и гравия	маш.·ч	0,05
E27-48-3 E27-48-4	Устройство оснований из черного щебня толщиной 6 см	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		4,1
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	45,34
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	16,84
		Нормы эксплуатации машин		
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.·ч	8,46
		Распределители щебня и гравия	маш.·ч	2,54
		Укладчики асфальтобетона	маш.·ч	5,21
		Средства малой механизации	маш.·ч	0,63
E27-49-2	Укладка и полупропитка с применением битума щебеночных оснований толщиной 5 см	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	64,06
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	17,91
		Нормы эксплуатации машин		
		Автогудронаторы 7000 л	маш.·ч	2,01
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.·ч	1,97
		Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.·ч	1,86
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.·ч	8,84
		Распределители щебня и гравия	маш.·ч	0,63
		Средства малой механизации	маш.·ч	0,59

Продолжение таблицы E.2

Обоснование	113	Наименование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²
E27-49-6	Укладка и пропитка с применением битума щебеночных оснований толщиной 8 см	Затраты труда			
		Средний разряд рабочих			3,1
		Затраты труда рабочих	чел.·ч		63,94
		Затраты труда машинистов	чел.·ч		21,66
		Нормы эксплуатации машин			
		Автогудронаторы 7000 л	маш.·ч		3,21
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.·ч		3,95
		Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.·ч		1,86
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.·ч		8,84

		Средства малой механизации	маш.ч	0,59		
E27-49-3 E27-49-7	Укладка и пропитка (полупропитка) с применением битума щебеночных оснований: при изменении толщины на каждый 1 см	Затраты труда				
		Средний разряд рабочих		3,8		
		Затраты труда рабочих	чел.ч	0,37		
		Затраты труда машинистов	чел.ч	0,82		
		Нормы эксплуатации машин				
		Автогудронаторы 7000 л	маш.ч	0,41		
E27-49-8	Укладка и полупропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований толщиной 5 см	Затраты труда				
		Средний разряд рабочих		3,1		
		Затраты труда рабочих	чел.ч	69,62		
		Затраты труда машинистов	чел.ч	24,72		
		Нормы эксплуатации машин				
				Автогудронаторы 7000 л	маш.ч	2,74
				Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	1,97
				Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.ч	9,64
				Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.ч	5,15
				Распределители щебня и гравия	маш.ч	1,89
		Средства малой механизации	маш.ч	0,59		
E27-49-9	Укладка и полупропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований при изменении толщины на каждый 1 см	Затраты труда				
		Средний разряд рабочих		3		
		Затраты труда рабочих	чел.ч	0,48		
		Затраты труда машинистов	чел.ч	1,08		
		Нормы эксплуатации машин				
		Автогудронаторы 7000 л	маш.ч	0,54		
E27-49-11	Укладка и пропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований при изменении толщины на каждый 1 см	Затраты труда				
		Средний разряд рабочих		3		
		Затраты труда рабочих	чел.ч	0,57		
		Затраты труда машинистов	чел.ч	1,18		
		Нормы эксплуатации машин				
		Автогудронаторы 7000 л	маш.ч	0,59		

Окончание таблицы E.2

Обс 1	114	Наименование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 1000 м ²		
E27-49-10		Укладка и пропитка с применением битумной эмульсии щебеночных оснований толщиной 8 см	Затраты труда				
			Средний разряд рабочих		3,1		
			Затраты труда рабочих	чел.ч	68,75		
			Затраты труда машинистов	чел.ч	33,67		
			Нормы эксплуатации машин				
					Автогудронаторы 7000 л	маш.ч	4,35
					Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	5,93
					Катки дорожные самоходные	маш.ч	11,44

		гладкие 8 т		
		Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.ч	6,38
		Распределители щебня и гравия	маш.ч	0,63
		Средства малой механизации	маш.ч	0,59
<p><i>Примечание</i> – Нормативами учтены расходы по доставке воды на среднее расстояние до 5 км. Для случаев доставки 100 м³ воды на расстояние более 5 км следует увеличивать норму времени эксплуатации поливочных машин из расчета 1,6 маш.ч на каждый километр доставки [7]. Нормативами не учтены расходы по доставке к месту работы битума, битумной эмульсии. При доставке 100 т битума и битумной эмульсии следует увеличивать норму времени эксплуатации автогудронатора вместимостью 3500 л в количестве 2,3 маш.ч на каждый километр доставки [7].</p>				

Таблица Е.3 – Нормы затрат при устройстве подстилающих и выравнивающих слоев оснований

Обоснование	Наименование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 100 м ³
Е27-14-1	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3
		Затраты труда рабочих	чел.ч	17,18
		Затраты труда машинистов	чел.ч	5,23
		Нормы эксплуатации машин		
		Тракторы на гусеничном ходу 79 кВт (108 л.с.)	маш.ч	1,98
		Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	1,85
		Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25 т	маш.ч	1,98
		Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т	маш.ч	0,62
		Машины поливочные 6000 л	маш.ч	0,78

Окончание таблицы Е.3

Обоснование	115	ие работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 100 м ³
Е27-14-2		Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песчано-гравийной смеси, дресвы	Затраты труда		
			Средний разряд рабочих		3
			Затраты труда рабочих	чел.ч	17,18
			Затраты труда машинистов	чел.ч	4,89
			Нормы эксплуатации машин		
			Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.ч	1,85
			Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т	маш.ч	1,95
Машины поливочные 6000 л	маш.ч	1,09			
Е27-14-4		Устройство подстилающих и	Затраты труда		
			Средний разряд рабочих		3

выравнивающих слоев оснований из щебня шлакового	Затраты труда рабочих	чел.·ч	25,77
	Затраты труда машинистов	чел.·ч	32,63
	Нормы эксплуатации машин		
	Бульдозеры 79 кВт (108 л.с.)	маш.·ч	2,8
	Автогрейдеры среднего типа 99 кВт (135 л.с.)	маш.·ч	2,14
	Катки дорожные самоходные гладкие 8 т	маш.·ч	8,56
	Катки дорожные самоходные гладкие 13 т	маш.·ч	17,42
	Катки дорожные самоходные на пневмоколесном ходу 16 т	маш.·ч	0,62
Машины поливомоечные 6000 л	маш.·ч	1,09	
<i>Примечание</i> – Нормативами учтены расходы по доставке воды на среднее расстояние до 5 км. Для случаев доставки 100 м ³ воды на расстояние более 5 км следует увеличивать норму времени эксплуатации поливомоечных машин из расчета 1,6 маш.·ч на каждый километр доставки [7].			

Таблица Е.4 – Нормы затрат при приготовлении 100 т асфальтобетонной смеси и черного щебня

Обоснование	Наименование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 100 т
Е27-67-1 – Е27-67-10	Приготовление асфальтобетонной смеси из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки: плотной мелкозернистой типов А, Б, В; плотной крупнозернистой типов А, Б	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3,8
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	21,1
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	45,36
		Нормы эксплуатации машин		
	Заводы асфальтобетонные с дистанционным управлением производительностью 50 т/ч	маш.·ч	3,24	

Окончание таблицы Е.4

Обоснование	Наименование работ	Наименование ресурсов	Единица измерения	Норма расхода на 100 т
Е27-67-13 – Е27-67-16	Приготовление асфальтобетонной смеси из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки: пористой крупнозернистой; пористой мелкозернистой	Затраты труда		
		Средний разряд рабочих		3,8
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	19,2
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	41,16
		Нормы эксплуатации машин		
	Заводы асфальтобетонные с дистанционным управлением производительностью	маш.·ч	2,94	

E27-67-17 – E27-67-20	Приготовление асфальтобетонной смеси из фракционного щебня (гравия) для горячей укладки: высокопористой крупнозернистой; высокопористой мелкозернистой	50 т/ч		
		<i>Затраты труда</i>		
		Средний разряд рабочих		3,9
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	20,5
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	45,36
		<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
Заводы асфальтобетонные с дистанционным управлением производительностью 50 т/ч	маш.·ч	3,24		
E27-68-1 E27-68-2	Приготовление черного фракционного щебня с применением битума для горячей укладки из камня изверженных пород, фракция щебня 20(25)–40 мм	<i>Затраты труда</i>		
		Средний разряд рабочих		3,6
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	22,19
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	49,14
		<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
		Заводы асфальтобетонные с дистанционным управлением производительностью 50 т/ч	маш.·ч	3,51
E27-68-5 E27-68-6	Приготовление черного фракционного щебня с применением битума для горячей укладки из камня изверженных пород, фракция щебня 3(5)–10(15) мм	<i>Затраты труда</i>		
		Средний разряд рабочих		3,6
		Затраты труда рабочих	чел.·ч	22,44
		Затраты труда машинистов	чел.·ч	49,14
		<i>Нормы эксплуатации машин</i>		
		Заводы асфальтобетонные с дистанционным управлением производительностью 50 т/ч	маш.·ч	3,51

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(рекомендуемое)

Формулы для расчета производит и дорожно-строительных машин

Поливомоечная машина при очистке основания, м²/см, –

$$\Pi = \frac{3600T_{\text{см}}v(B_{\text{п}} - a)K_{\text{и}}}{n},$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

v – рабочая скорость, м/с;

B_{Π} – ширина обрабатываемой полосы, м;
 a – величина перекрытия смежных следов, м;
 $K_{и}$ – коэффициент внутрисменного использования;
 n – количество проходов по одному следу, шт.
 Величина перекрытия смежных следов

$$a = \frac{B_{\Pi} N - B}{N - 1},$$

где N – число проходов по ширине обрабатываемого слоя, шт., $N = B/B_{\Pi}$ (получен-

ное значение округляется в большую сторону до целого числа);

B – ширина обрабатываемого слоя основания, м;

Для поливомоечной машины ОРС-7 на базе автомобиля МАЗ-5337 вместимостью цистерны 7,8 л принимаются следующие значения параметров: $T_{см} = 8$ ч; $v = 2,2$ м/с; $B_{\Pi} = 2,8$ м; $K_{и} = 0,85$; $n = 1$.

Поливомоечная машина при розливе воды на обрабатываемую поверхность, тыс. л/см, –

$$\Pi = \frac{T_{см} K_{и} q}{\left(\frac{2l}{v} + t_1 + t_2 \right)},$$

где q – вместимость цистерны, т;

l – дальность возки, км;

v – средняя скорость движения, км/ч;

t_1 – продолжительность загрузки, ч;

t_2 – продолжительность розлива, ч.

Для поливомоечной машины ОРС-7 принимаются следующие значения параметров: $T_{см} = 8$ ч; $K_{и} = 0,85$; $q = 7,8$ т; $v = 20$ км/ч; $t_1 = 0,23$ ч; $t_2 = 0,39$ ч.

Поливомоечная машина при работе с дорожной фрезой, тыс. л/см, –

$$\Pi = \frac{T_{см} K_{и} q}{\left(\frac{2l}{v} + t_1 + t_{ш} + t_p \right)},$$

где $t_{ш}$ – продолжительность присоединения и отсоединения шлангов, ч, $t_{ш} = 0,15$ ч;

t_p – продолжительность введ 118 ды в грунт через распределительную систему

фрезы (зависит от дозировки воды), ч.

Автоцементовоз при работе с распределителем цемента, т/см, –

$$\Pi = \frac{T_{\text{см}} K_{\text{и}} q}{\left(\frac{2l}{v} + t_1 + t_{\text{ин}} + t_{\text{пр}} + t_0 \right)},$$

где $t_{\text{ин}}$ – продолжительность подготовки к перегрузке, ч;

$t_{\text{пр}}$ – продолжительность перегрузки в цистерну распределителя цемента, ч;

t_0 – продолжительность ожидания при введении цемента в грунт распределителем
(зависит от дозировки грунта), ч.

Автобитумовоз при работе с дорожной фрезой, т/см, –

$$\Pi = \frac{T_{\text{см}} K_{\text{и}} q}{\left(\frac{2l}{v} + t_1 + t_p \right)},$$

где t_p – продолжительность распределения битума при работе фрезы (зависит от до-
зировки вяжущего), ч.

Автогудронатор, тыс. л/см, –

$$\Pi = \frac{T_{\text{см}} K_{\text{и}} q}{\left(\frac{2l}{v} + t_{\text{м}} + t_1 + t_p \right)},$$

где $t_{\text{м}}$ – время на маневрирование, ч;

t_p – продолжительность розлива, ч,

$$t_p = \frac{q}{P(B_{\text{п}} - a) \cdot 1000 v_p},$$

где P – норма розлива, м³/м²;

a – ширина перекрытия обрабатываемой полосы, в случае когда вся требующая
обработки полоса больше $B_{\text{п}}$, $a = 0,10$ м;

v_p – рабочая скорость (скорость при распределении), км/ч.

Для автогудронатора АРБ-8 принимаются следующие значения параметров:
 $T_{\text{см}} = 8$ ч; $K_{\text{и}} = 0,8$; $q = 7,0$ т; $v = 20$ км/ч; $t_{\text{м}} = 0,13$ ч; $t_1 = 0,15$ ч; $B_{\text{п}} = 0,2 \dots$
4,3 м (интервал изменения ширины распределения – 0,2 м).

**Цементовоз-распределитель при доставке и распределении неорганических
вяжущих**, т/см, –

$$\Pi = \frac{119}{\text{см} \text{ и } q} \frac{q}{\left(\frac{2l}{v} + t_1 + t_B \right)},$$

где q – вместимость цистерны, т;

- l – дальность возки, км;
 V – транспортная скорость распределителя, км/ч;
 t_1 – продолжительность загрузки цистерны, ч;
 $t_в$ – продолжительность введения цемента в грунт, ч.

Самоходный универсальный распределитель и асфальтоукладчик, т/см, –

$$\Pi = T_{\text{см}} P K_{\text{и}},$$

где P – часовая производительность распределителя или асфальтоукладчика, т/ч.

Фронтальный погрузчик, м³/ч, –

$$\Pi = \frac{q}{\rho(t_{\text{ц}} - K_{\text{р}})} K_{\text{в}} K_{\text{т}},$$

где q – грузоподъемность погрузчика, т;

ρ – насыпная плотность материала, т/м³;

$t_{\text{ц}}$ – время полного цикла, ч (для пневмоколесных погрузчиков $t_{\text{ц}} = 0,012$ ч, на гу-

сеничном ходу $t_{\text{ц}} = 0,017$ ч; на каждые следующие 10 м дальности перемещения

следует добавлять к $t_{\text{ц}}$: для пневмоколесных погрузчиков – 0,008 ч, на гусенич-
ном ходу – 0,013 ч);

$K_{\text{р}}$ – коэффициент разрыхления грунта, для песчаных грунтов $K_{\text{р}} = 1,1$; для супеси

$K_{\text{р}} = 1,2$; для суглинка и глины $K_{\text{р}} = 1,25$;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования внутрисменного времени (при погрузке в транспорт-

ное средство $K_{\text{в}} = 0,70$, при работе в отвал $K_{\text{в}} = 0,80$);

$K_{\text{т}}$ – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной,

$K_{\text{т}} = 0,60$.

Учебное издание

Царенкова Ирина Михайловна
Ивуть Роман Болеславович

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Учебно-методическое пособие
для курсового и дипломного проектирования

Редактор И. И. Э в е н т о в
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а

Подписано в печать 21.04.2014 г. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 6,97. Уч.-изд. л. 6,94. Тираж 150 экз.
Зак. № . Изд. № 18

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП № 02330/238 от 14.04.2014 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34

