**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

**Введение**

Выполнение работ по строительству железных дорог в установленные сроки необходимо осуществлять в соответствии с современной системой производственного календарного планирования. Одним из наиболее важных элементов производственного календарного планирования является составление проекта организации строительства (ПОС) на каждый самостоятельный этап строительства железной дороги, без выполнения которого невозможно приступить к выполнению работ следующего этапа. Таким этапом, в частности, может быть подготовительный период, создающий предпосылки для начала работ основного периода. ПОС составляется и на готовую составную часть железной дороги, – такую часть, которая могла бы приносить доход строительной организации. Это может быть строительный путь, пригодный к временной эксплуатации; пристанционный поселок из постоянных зданий, в котором может быть размешен строительный персонал, и др. Основная задача разработки ПОС – увязка деятельности генподрядных и субподрядных организаций в достижении единой цели – завершение работ подготовительного и скорейшего периода, основного ввода железной дороги в эксплуатацию. Реализуется это при составлении календарного графика организации работ, который представляет собой комплексный поток, состоящий из ряда взаимосвязанных объектных и специализированных потоков.

Среди основных работ, выполняемых при строительстве железных дорог, работы по сооружению железнодорожного пути занимают особое место. Как известно, строительство железнодорожного пути включает постройку водопропускных сооружений, земляного полотна, укладку и балластировку пути. Нормальная последовательность выполнения этих работ определена следующим условием: по окончании строительства водопропускных сооружений осуществляются земляные работы, после завершения которых ведется укладка пути и следующая за ней балластировка. Таким образом формируется комплексный поток, все работы которого взаимосвязаны едиными темпами.

По опыту строительства Байкало-Амурской магистрали, линии Тюмень-Сургут-Уренгой, темпы комплексного потока определяются темпом укладки пути, после которой начинается рабочее движение поездов. Он составлял примерно 140–160 км/год.

# Определение объемов основных работ

###

### Определение объема земляных работ

Подсчет объемов работ по сооружению земляного полотна главного пути производился помассивно по средним отметкам с использованием таблиц, составленных по принятым типовым профилям для различных условий рельефа, геологии и положения проектной линии (выемка, насыпь).

Результаты расчета объема земляных работ по главному ходу по принятому варианту (вариант 2) сведены в таблицу 10\*

### Определение категории трудоемкости строительства и рельефа местности

Средний покилометровый объем земляных работ по главному ходу пути:



строительный земляные работы дорога

где Qз.р. – общий объем земляных работ, тыс. м3;

z – протяженность участка железной дороги, км.

Для варианта 1 получено:



Согласно полученным значениям среднего покилометрового объема земляных работ категория трудности строительства по варианту 2 – II.

### Определение объемов работ по строительству малых искусственных сооружений

Длину труб будем определять по формуле:



где В-ширина основной площадки земляного полотна,

В = 7,6 м;

m – крутизна откоса,

m = 1,5 м;

Нн – высота насыпи по оси сооружения;

d – размер отверстия.

### Определение объемов работ по сооружению верхнего строения пути

Длина станционных путей определяется по формуле:

Lc = 0,3 · Lгл.путей,

Lгл.путей = Lпрофиля + 0,5Lпр.отпр., км

Получим:

Lгл.путей = 29,0 + 0,5∙0,85 = 29,425 км.

Lc = 0,3 · 29,425 = 8,8 км;

Количество стрелочных переводов определяется по формуле:

Р = 0,8 · Lгл.путей,

Р = 0,8 · 29,425 = 24 стрелочных перевода.

Объём песчаного и щебёночного балласта определяется по формуле:

,

,

где - норма затрат песчаного и щебёночного балласта на 1 км главных путей, 1 км станционных путей и на 1 стрелочный перевод.

; ; .

,  – коэффициент потерь для песчаного и щебёночного балласта.

= 1,08;  = 1,05.

Подставив все значения, получим:

Wп = (1080 · 29, 425 + 1080 · 8,8) · 1, 08 = 44,8 тыс. м3

Wщ = (2700 · 29, 425 + 60 · 24) · 1, 05 = 84,9 тыс. м3

##

## 2. Построение схемы организации строительства

В курсовом проекте при проектировании схемы организации строительства за ведущую работу принимается одна из работ по сооружению верхнего строения пути.

tву = ty =  =  =  = , дн.,

где tву – продолжительность ведущей работы,

ty – продолжительность укладки рельсошпальной решетки,

 – продолжительность балластировки на песок,

 – продолжительность балластировки на первый слой щебня,

 – продолжительность балластировки на второй слой щебня,

Твсп – общая продолжительность работ по сооружению верхнего строении пути,

I – временной интервал между укладкой и балластировкой пути,

I = 5 дн.

Общая продолжительность работ по сооружению верхнего строении пути определяется по формуле:



где  – норма затрат труда на сооружение 1 км ВСП,

 = 1000 чел.-дн./км,

Lгл – длина главных путей, км,

Nвсп – численный состав рабочих, выполняющих работы по сооружению верхнего строения пути, чел.

Nвсп = 300 чел.,

1,4 – коэффициент перевода рабочих дней в календарные.

Получим



tву = ty =  =  =  = 

Продолжительность подготовительного периода Тпп определяется в зависимости от категории трудоемкости строительства.

Тпп = 2,0 мес. – для II категории трудоемкости строительства.

В курсовом проекте при построении схемы организации строительства срок развертывания фронта работ по постройке малых искусственных сооружений принят равным 1 месяцу.

Общий срок строительства малых искусственных сооружений определяется по формуле:



где  – норма затрат труда на сооружение 1 км железной дороги по сооружению малых искусственных сооружений,

 = 640 чел.-дн./км – для III категории трудности строительства,

NИССО – численный состав рабочих, выполняющих работы по постройке малых искусственных сооружений,

NИССО = 250 чел.

Получим



Продолжительность земляных работ определяется по формуле:



где Qз.р. – суммарный объем земляных работ;

0,8 – учитывает использование грунтов выемок в насыпях;

Пм.к. – производительность механизированной колонны, выполняющей работы по сооружению земляного полотна,

Пм.к. = 1500 тыс. м3/год;

n – число механизированных колонн

n = 2.

Получим



В курсовом проекте принимаем, что балластировочные работы на песок и щебень выполняются одной балластировочной колонной.

Время заключительного периода:

Тзп = Тпп = 2,5 мес.

Постройка зданий и сооружений на станциях 4–5 месяцев, на разъездах – 2–3 месяца.

Продолжительность постройки малых мостов 2–3 месяца, средних мостов – 4–6 месяцев.

##

## 3. Определение продолжительности основных работ

###

### Определение продолжительности работ по постройке малых искусственных сооружений

Расчет продолжительности работ по постройке малых искусственных сооружений сведен в таблицу 3.

### Определение продолжительности земляных работ

Ведомость распределения земляных масс

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № участка | УчастокПК… – ПК+… | Профильная кубатура, тыс. м3 | Рабочая кубатура, тыс. м3 | Способ разработки |
| Насыпь | Выемка | Всего | Насыпь | Выемка | Всего |
| Из карьера | Из выемки | В насыпь | В отвал |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 00+00 – 17+50 | 45,8 | 0,0 | 45,8 | 45,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 45,8 | экс-р 0,65–0,8 м3 |
| 2 | 17+50 – 39+00 | 24,5 | 0,0 | 24,5 | 24,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 24,5 | бульдозер |
| 3 | 39+00 – 72+50 | 317,0 | 10,2 | 327,2 | 306,8 | 10,2 | 10,2 | 0,0 | 317,0 | экс-р 1,0–1,25 м3 |
| 4 | 72+50 – 90+00 | 16,1 | 6,5 | 22,6 | 9,6 | 6,5 | 6,5 | 0,0 | 16,1 | бульдозер |
| 5 | 90+00 – 130+00 | 221,6 | 0,0 | 221,6 | 221,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 221,6 | экс-р 1,0–1,25 м3 |
| 6 | 130+00 – 180+00 | 154,7 | 0,0 | 154,7 | 154,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 154,7 | экс-р 0,65–0,8 м3 |
| 7 | 180+00 – 209+00 | 85,8 | 20,3 | 106,1 | 65,5 | 20,3 | 20,3 | 0,0 | 85,8 | экс-р 0,65–0,8 м3 |
| 8 | 209+00 – 255+50 | 66,8 | 5,0 | 71,8 | 61,7 | 5,0 | 5,0 | 0,0 | 66,8 | бульдозер |
| 9 | 255+50 – 290+00 | 213,2 | 6,0 | 219,2 | 207,2 | 6,0 | 6,0 | 0,0 | 213,2 | экс-р 0,65–0,8 м3 |

Продолжительность отсыпки земляного полотна на каждом участке определяется по следующей формуле:

,

где WРi – рабочий объем земляных работ на i-ом участке;

НВРi – норма времени работы ведущей машины на участке;

8 – продолжительность рабочей смены, часы;

n – число смен работ;

m – число ведущих машин в комплекте;

1,4 – коэффициент перехода от рабочих к календарным дням.

Определение нормы времени работы ведущей машины

|  |  |
| --- | --- |
| Тип ведущей машины | Норма времени, маш.-час./1000 м3 |
| Э0,65-0,8 | 25,25 |
| Э1,0-1,25 | 17,70 |
| Э2,5 | 9,83 |
| Бульдозер с перемещением грунта на расстояние до 20 м | 15,73 |
| На каждые последующие 10 м | 6,33 |

Подставив все значения, получим:

, ,

, ,

, ,

, ,



### Определение продолжительности работ по сооружению верхнего строения пути

Для сокращения общей продолжительности строительства необходимо стремится к равенству темпов укладки рельсошпальной решетки и балластировки на песчаный балласт.

Продолжительность балластировки на песчаный балласт определяется по формуле:



где Wп – объем песчаного балласта, тыс. м3;

 – норма затрат труда на 1000 м3 балластировки на песчаный балласт,

;

 – количество рабочих занятых на балластировки пути песчаным балластом,



Получим:



Продолжительность укладки рельсошпальной решетки определяется по формуле:



где Lгл – длина главного пути;

Lст – длина станционных путей;

Пу – производительность путеукладчика согласно таблице 6.

Определение производительности путеукладчика

|  |  |
| --- | --- |
| Тип путеукладчика | Производительность км/смену |
| Нормативная | Фактическая |
| УК -25 | 2,5 | 2 |
| ПБ – 3М | 1,35 | 1,08 |
| ПУ – 4 | 0,7 | 0,56 |
| КДЭ – 251 | 1,0 | 0,8 |

Требуемая производительность путеукладчика определяется по формуле:



Получим:

,

принимаем путеукладчик ПБ-3М (Пу = 1,08 км/смену), тогда



Продолжительность балластировки на щебеночный балласт:



где Wщ – объем щебеночного балласта;

 – норма затрат труда на 1000 м3 балластировки на щебеночный балласт,

;

 – количество рабочих занятых на балластировки пути щебеночным балластом,

 = 150 чел.

Получим:

.

Продолжительность балластировки на первый слой щебня:



Продолжительность балластировки на второй слой щебня:



## 4. Построение календарного графика проекта организации строительства (ПОС)

График вычерчивается по результатам расчетов продолжительности основных работ в определенном масштабе.

Масштаб вертикальный: в 3 см 1 месяц; масштаб горизонтальный: в 1 см 500 м.

## 5. Определение потребности в рабочих кадрах и материально-технических ресурсах

Сводная ведомость трудозатрат

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ | Измеритель | Объем | Нз.тр.,  | Трудоемкость, чел.-дни | Время, дни | Число рабочих, чел. |
| Подготовительный период |
| 1. Подготовка территории строительства | км | 29,425 | 170 | 5002 |  |  |
| 2. Устройство временной связи | км | 29,425 | 25 | 736 |  |  |
| 3. Постройка притрассовых автодорог | км | 38,3 | 200 | 7660 |  |  |
| Итого | 13398 | 75 | 179 |
| Основной период |
| 1. Постройка малых ИССО | км | 29,425 | 640 | 18832 | 58 | 325 |
| 2. Сооружение земляного полотна | км | 29,425 | 3870 | 113875 | 216 | 528 |
| 3. Сооружение верхнего строения пути |  |  |  |  |  |  |
| 1. механизированная укладка главного пути (Р65, ж.б., 1840 шп./км)
 |  |  |  |  |  |  |
| * + сборка звеньев на базе
 | км | 29,425 | 77,6 | 2285 |  |  |
| * + укладка звеньев (ПБ-3М)
 | км | 29,425 | 38,5 | 1133 |  |  |
| 1. механизированная укладка станционного пути (Р65, ж.б., 1840 шп./км)
 |  |  |  |  |  |  |
| * + сборка звеньев на базе
 | км | 8,8 | 77,6 | 683 |  |  |
| * + укладка звеньев (ПБ-3М)
 | км | 8,8 | 38,5 | 339 |  |  |
| 1. механизированная укладка стрелочных переводов (1/11, Р65, дер.)
 |  |  |  |  |  |  |
| * + сборка блоков стрелочных переводов на базе
 | компл. | 24 | 10,3 | 248 |  |  |
| * + укладка блоков
 | компл. | 24 | 5,9 | 142 |  |  |
| Итого по укладке | 4830 | 50 | 97 |
| 1. Балластировка пути
 |  |  |  |  |  |  |
| * + главного пути на песок
 | 1000 м3 | 34,3 | 78,4 | 2689 |  |  |
| * + главного пути на щебень
 | 1000 м3 | 83,4 | 97,8 | 8157 |  |  |
| * + станционных путей на песок
 | 1000 м3 | 10,5 | 78,4 | 824 |  |  |
| * + постановка стрелочных переводов на щебень
 | компл. | 24 | 44 | 1056 |  |  |
| Итого по балластировке | 12726 | 161 | 79 |
| Заключительный период |
| 1. Выправка пути (Р65, ж.б., 1840 шп./км) | км | 29,425 | 142 | 4179 |  |  |
| 2. Выправка стрелочных переводов (1/11, Р65, дер.) | компл. | 24 | 12,2 | 293 |  |  |
| 3. Устройство переездов | переезд | 7 | 57,3 | 402 |  |  |
| 4. Устройство шлагбаумов | переезд | 7 | 32,9 | 231 |  |  |
| 5. Установка путевых знаков | км | 29,425 | 11,4 | 336 |  |  |
| 6. Устройство покилометрового запаса |  |  |  |  |  |  |
| * + главный путь Р65
 | 100 км | 0,295 | 182,5 | 54 |  |  |
| * + станционные пути Р65
 | 300 км | 0,03 | 182,5 | 6 |  |  |
| * + стрелочные переводы
 | 100 шт. | 0,24 | 8,7 | 2 |  |  |
| Итого | 5503 | 75 | 74 |
| Прочие работы |
| 1. Здания и сооружения | км | 29,425 | 750 | 22069 | 300 | 74 |
| 2. Водоснабжение и водоотведение | км | 29,425 | 350 | 10299 | 300 | 35 |
| 3. Устройство связи | км | 29,425 | 340 | 10005 | 85 | 118 |
| 4. Энергетическое хозяйство | км | 29,425 | 210 | 6180 | 85 | 73 |
| 5. Устройство СЦБ | км | 29,425 | 900 | 26483 | 160 | 166 |

**6. Технико-экономические показатели проекта организации строительства (ПОС)**

Технико-экономические показатели проекта организации строительства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Единицы измерения | Значение показателя |
| 1. Длина линии | км | 29,425 |
| 2. Продолжительность строительства | год | 1,51 |
| 3. Общий темп строительства | км / год | 19,5 |
| 4. Трудоемкость строительства | чел.-дни | 244130 |
| 5. Удельная трудоемкость строительства | чел.-дни / км | 8297 |
| 6. Среднесписочный состав рабочих | чел. | 448 |
| 7. Коэффициент неравномерности использования рабочей силы | - | 2,55 |