

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

С.В. Малыхина

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИПЛОМНОМУ
ПРОЕКТИРОВАНИЮ

по теме : Организация и технология строительства новой железной
дороги

Тихорецк
2021



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебной работе

Н.Ю. Шитикова Н.Ю. Шитикова

12 » *03* 2021г.

Организация и технология строительства новой железной дороги :
методические рекомендации / Малыхина С.В.; ТТЖТ – филиал РГУПС. –
Тихорецк, 2021. –с. : ил. – Библиогр.: с..

Методические рекомендации соответствуют примерной программе профессионального модуля ПМ 02 Строительство железных дорог, ремонт и текущее содержание железнодорожного пути. Методические рекомендации созданы в помощь обучающимся на последнем этапе обучения с целью закрепления и углубления знаний, полученных во время изучения модуля, разработаны как пошаговое руководство, которое можно использовать не только при дипломном проектировании, но и на практических занятиях.

Предназначено для студентов специальностей 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Разработчик:

Малыхина Светлана Васильевна ТТЖТ - филиала РГУПС

Рекомендована цикловой комиссией №10 «Специальных дисциплин».
Протокол заседания № *7* от *12 . 03* 2021 г.

Содержание

Введение.....	4
Исходные данные и состав проекта	5
1 Составление принципиальной схемы организации строительства	5
железной дороги.....	5
1.1 Определение продолжительности строительства.....	7
1.2 Определение удельного объёма земляных работ	8
1.3 Определение объемов работ по сооружению ВСП	9
2 Техничко-экономическое сравнение вариантов схем организации строительства.....	12
3 Детальная разработка варианта	13
3.1 Определение объемов по постройке малых искусственных сооружений	13
3.2 Определение объема земляных работ.....	10
3.3 Определение объемов по сооружению верхнего строения пути	11
3.4 Определение сроков сооружения земляного полотна.....	12
3.5 Сооружение верхнего строения пути.....	14
3.6 Определение сроков сооружения ИССО	16
4. Построение календарного графика и составление сводной ведомости трудозатрат	17
5 Техничко-экономические показатели ПОС	19
6 Требования к оформлению проекта	20
Список рекомендуемой литературы	21

Введение

Каждое строительство должно быть обеспечено проектной документацией по организации строительства и производству работ. К ней относится, в первую очередь, проект организации строительства (далее - ПОС). На основе принятых в ПОС решений составляются проекты производства работ по пусковым комплексам, отдельным зданиям и сооружениям, а также по видам работ (по сооружению земляного полотна, постройке искусственных сооружений, укладке и балластировке пути). Кроме того, ПОС является руководством для оперативного планирования, контроля и учета строительного производства.

Проекты организации строительства составляются на основе накопленного опыта и новейших достижений строительной науки и техники, предусматривают повышение уровня производительности труда и механизации, сокращение трудоемкости и снижение себестоимости строительства.

Проект организации строительства разрабатывается на весь период строительства для всего объема строительно-монтажных работ. Материалы проекта организации строительства служат основанием для составления сметы.

Назначение проекта организации строительства:

- определение целесообразной последовательности выполнения работ;
- установление оптимальной продолжительности строительства;
- назначение сроков поставок строительных материалов, конструкций, технологического оборудования;
- определение порядка развертывания строительства;
- назначение места развертывания звеноборочных баз;
- определение последовательности сдачи участков в эксплуатацию.

Проект организации является основанием для:

- планирование капитальных вложений;
- финансирование строительства;
- обеспечение кадрами;
- материально-техническое снабжение стройки;
- разработка проекта организации работ и проекта производства проекта.

При проектировании организации строительства одно- двух лучевая схема выбирается наиболее эффективная.

Исходные данные и состав проекта

Исходными данными для организации строительства участка новой железной дороги являются выбранный к расчету вариант продольного профиля с рабочими отметками, ведомость объемов работ по выбранному варианту, (выдается студенту индивидуально) и техническое задание на проектирование. В задании указываются район проектирования, категория железной дороги, руководящий уклон, род тяги и тип локомотива, полезная длина приемоотправочных путей и их расположение, размеры перевозок на расчетный срок или расчетная пропускная способность для размещения отдельных пунктов и др.

Исходные данные для проектирования:

- выбранный к расчету вариант продольного профиля с рабочими отметками,
- ведомость объемов работ по выбранному варианту,
- ведомость искусственных сооружений,
- район строительства – Краснодарский край,
- тип рельсов – Р-65, шпалы деревянные, балласт щебеночный толщиной 25 см на песчаной подушке толщиной 0,2 м, ширина балластной призмы по верху - 3,65 м, тип верхнего строения – звеньевой,
- поперечные профили земляного полотна - типовые нормальные шириной основной площадки на дренирующих грунтах - 7,2 м, не дренирующих - 7,6 м, показатель крутизны откосов - 1,5 м,
- ширина полосы отвода позволяет устройство резервов и кавальеров.

1 Составление принципиальной схемы организации строительства железной дороги

Проектирование организации строительства железнодорожных линий начинается с разработки организационных схем.

Организовать строительство можно по принципиальным схемам трёх видов. Однолучевая схема применяется если есть только один пункт примыкания и развитие строительства ведётся в одном направлении от станции примыкания. Такая схема характерна для железных дорог небольшой протяжённости. В этом случае нет необходимости передислоцировать базы строительства на отдалённые участки трассы. Достоинствами этой схемы являются небольшое число строительных организаций и производственных баз, простота оперативного управления, но увеличивается дальность возки строительных грузов, что приводит к увеличению продолжительности строительства дороги и её строительной

себестоимости. Двухлучевая схема используется, если имеется два пункта примыкания к железнодорожным автодорожным и другим путям сообщения на которых могут быть организованы две материальные базы на станции примыкания и на конечной станции. Это требует дополнительных перевалок грузов и дополнительной потребности в ресурсах. Так как строительство ведётся в двух направления то необходимо иметь две механизированные колонны которые двигаются навстречу друг другу или в одном направлении. Достоинство её в сравнении с однолучевой уменьшение дальности возки в пределах стройки. В результате снижается стоимость перевозки, сокращается продолжительность строительства дороги, исключается передислокация строительной базы при большой протяжённости. Недостатки удвоение производственной базы стройки, следовательно увеличение строительных организаций, усложнение оперативного управления строительством, что приводит к росту себестоимости строительства. Применение многолучевой схемы обуславливается большой протяжённостью линии и наличием нескольких пунктов примыкания. Такая организация работ значительно сократит строительство и дальность возки грузов, но увеличит себестоимость за счёт увеличения строительной базы и усложнения оперативного управления.

На основании исходных данных в проекте принято решение об организации однолучевой схемы. При ее разработке на первом этапе определяются: категория трудоемкости строительства, объемы и сроки производства основных работ по постройке малых искусственных сооружений, земляного полотна, верхнего строения пути, а также нормативный срок строительства и нормативный срок выполнения работ подготовительного периода.

Выбор схемы организации строительства осуществляется на основании СНиП 1.04.03-85[5] в зависимости от рельефа местности и протяжённости линии. Категория трудоёмкости строительства, рельеф местности, срок развёртывания работ подготовительного периода устанавливаются в зависимости от удельного объёма земляных работ q , определяемого по формуле:

$$q = \frac{\sum V_{\text{проф}}}{L_{\text{гп}}}, \quad (1.1)$$

где $\sum V_{\text{проф}}$ – суммарный профильный объем земляных работ, тыс. м³ определяемый как:

$$\sum V_{\text{проф}} = \sum V_{\text{проф}}^{\text{Н}} + \sum V_{\text{проф}}^{\text{В}} + \sum V_{\text{проф}}^{\text{сн}}, \quad (1.2)$$

где $\sum V_{\text{проф}}^{\text{Н}}$, $\sum V_{\text{проф}}^{\text{В}}$, $\sum V_{\text{проф}}^{\text{сн}}$ – соответственно суммарный профильный объем насыпей и выемок по главному пути и суммарный профильный объем земляных работ на станционных площадках. Эти величины

являются исходными данными и приводятся в ведомости объёмов земляных работ.

Строительная длина главных путей, км, определяется по формуле:

$$L_{гп} = L_{проф} + L_{сп} \quad (1.3)$$

Таблица 1 - Категория трудоёмкости строительства, рельеф местности и срок развёртывания работ подготовительного периода в зависимости от удельного объёма работ

Удельный объём земляных работ, q, тыс. м³	Категория трудоёмкости строительства	Срок развёртывания работ подготовительного периода. t _{аа} , мес.	Рельеф местности
1	2	3	4
до 17	I	1.5	равнинный
18-25	II	2.0	слабохолмистый
25-36	III	2.5	холмистый
36-47 и выше	IV	3.0	горный

1.1 Определение продолжительности строительства

Проект организации строительства предусматривает сооружение и сдачу объекта в эксплуатацию в пределах комплекса в установленные сроки, которые зависят от продолжительности строительства. Принимаем однолучевую организацию строительства

Нормативная продолжительность строительства и продолжительность работ подготовительного периода определяется по данным таблицы 2 в зависимости от длины линии, схемы организации строительства, а также из условия необходимости строительства притрассовой автомобильной дороги одновременно с железнодорожной магистралью. Такая необходимость обуславливается анализом местных условий и наличием существующих автодорог в районе строительства.

Таблица 2 - Нормы продолжительности строительства железных дорог

Наименование объекта, характеристика	Длина линии при схеме организации строительства, км		Продолжительность строительства, мес.	
	однолучевой	двухлучевой	общая	подготовительного периода
1	2	3	4	5
Однопутные железные дороги нормальной колеи: с притрассовой автодорогой; без автодороги	до 70 70-150	до 140 141-300	33	6
			45	6
	до 150 151-300	до 300 301-600	33	6
			45	6
Однопутная железная дорога, подъездные пути	10-	50	21	6

Нормативная продолжительность строительства объектов транспорта установлена по СНиП 1.04.03.85 общая - 33 мес., в том числе подготовительный период 6 мес.

Продолжительность строительства определяется с учетом того, что на каждый процент изменения длины продолжительность строительства объекта меняется на 0,3%.

Изменение протяженности строящейся ж.д. протяженностью 29 км по сравнению с нормативной 70 км составит

$$\Delta L = \frac{(70 - 29) \times 100}{29} = 141\%$$

Тогда уменьшение нормы продолжительности строительства составит

$$T = 141 \times 0,3 = 42,4\%$$

Общая расчетная продолжительность строительства дороги протяженностью 29 составит

$$T = \frac{33 \times (100 - 42,4)}{100} = 19 \text{ мес}$$

Пропорционально изменится продолжительность подготовительного периода

$$T_{\pi} = \frac{6 \times 19}{33} = 3,5 \text{ мес.}$$

Зная общую расчетную продолжительность строительства и продолжительность подготовительного периода, можно определить продолжительность основного периода

$$T_o = T - T_{\pi} = 19 - 3,5 = 15,5 \text{ мес.}$$

1.2 Определение удельного объёма земляных работ

Таблица 3- Ведомость объемов земляных работ по главному ходу.

местоположение участка по профилю ПК		протяжённость L, км	средняя раб. отметка, Нср		объём работ на элементе, тыс.м3	
начало	конец		Н	В	Н	В
367+50	382+50	1,5	3		125,4	
382+50	385+00	0,25	4		19,725	
385+00	387+50	0,25	2,5		9,469	
387+50	392+50	0,5	1,5		9,138	
392+50	393+50	0,1	0,5		0,468	
393+50	395+00	0,15		0,5		0,975
395+00	396+50	0,15		0,5		0,975
396+50	402+50	0,6	1,5		11,565	
402+50	417+50	1,5	2		41,550	
417+50	418+50	0,1	0,5		0,468	
418+50	422+50	0,4		1,5		9,000
422+50	428+00	0,55		1,5		12,375
428+00	430+00	0,2	0,75		1,534	
430+00	447+50	1,75	0,75		13,421	
447+50	452+00	0,45		1,5		10,125
452+00	455+00	0,3		1,5		6,750

455+00	460+00	0,5	2		14,600	
460+00	462+50	0,25	2		7,300	
462+50	465+00	0,25		1,5		5,625
465+00	470+00	0,5		1,5		11,250
470+00	485+00	1,5	2		43,800	
485+00	487+50	0,25	2		7,300	
487+50	490+00	0,25		2,5		10,625
490+00	495+00	0,5		2,5		21,250
495+00	522+50	2,75	0,75		21,090	
522+50	530+00	0,75	2,75		61,604	
Сумма		16,25			388,432	88,95
Всего					477,382	

Суммарный объём земляных работ:

$$q = \frac{\sum W}{L_{п.к.}}$$

где - $\sum W$ - объём земляных работ

$$\sum W = W^u + W^e = 388,432 + 88,95 = 477,382 \text{ тыс. м}^3 / \text{км}$$

$L_{п.к.}$ - длина выбранного варианта строительства (16 км);

$$q = \frac{477,382}{16} = 29,83 \frac{\text{тыс} \cdot \text{м}^3}{\text{км}}$$

$36 > 29,83 \leq 45$ – рельеф равнинный;

2^{ая} категория трудоёмкости строительства;

Период развёртывания работ (подготовительный) $t_{п.к.} = 1,5$ месяца

Определение сроков строительства.

$T_{закл}$ - продолжительность заключительного периода;

$$T_{закл} \approx t_{п.к.} = 1,5 \text{ месяца}$$

Возможный срок строительства

$T_{стр}$ - 24 месяца

1.3 Определение объемов работ по сооружению ВСП

Длина главных путей определяется по следующей формуле:

$$L_{гл} = L_{п.к.} + 2 \cdot 0,8 = 16 + 1,6 = 17,6 \text{ км};$$

Длина станционных путей определяется по следующей формуле

$$L_c = 0,3 \cdot L_{гл} = 0,3 \cdot 17,6 = 5,28 \text{ км}$$

Количество стрелочных переводов определяется по формуле:

$$N_{стр.п.} = 0,8 \cdot L_{гл} = 0,8 \cdot 17,6 = 14,08 \approx 15 \text{ шт}$$

При строительстве железной дороги, ведущими работами в ходе сооружения ВСП являются балластировочные работы, поскольку технологией работ предусмотрено: балластировка уложенной путевой

решетки на песок, на первый слой щебня, балластировка с последующей выправкой на 2^{ой} слой щебня:

$$W_n = (V_{\text{с.п.}}^n \cdot L_{\text{с.п.}} + V_{\text{с.п.}}^n \cdot L_{\text{с.п.}}) \cdot K_n,$$

$$W_{\text{щ}} = (V_{\text{с.п.}}^{\text{щ}} \cdot L_{\text{с.п.}} + V_{\text{стр.п.}}^{\text{щ}} \cdot N_{\text{стр.п.}}) \cdot K_{\text{щ}},$$

где - $V_n, V_{\text{щ}}$ - норма затрат песчаного и щебеночного балластов на 1 км главных и 1 км станционных путей, а также на 1 стрелочный перевод:

$$V_{\text{с.п.}}^n = 1080 \text{ м}^3/\text{км};$$

$$V_{\text{с.п.}}^n = 1990 \text{ м}^3/\text{км};$$

$$V_{\text{с.п.}}^{\text{щ}} = 2700 \text{ м}^3/\text{с.п.};$$

$$V_{\text{стр.п.}}^{\text{щ}} = 60 \text{ м}^3/\text{с.п.};$$

где - K_n и $K_{\text{щ}}$ - коэффициенты потерь для песчаного и щебеночного балласта:

$$K_n = 1,08, K_{\text{щ}} = 1,05;$$

Таким образом, получим:

$$W_n = (1080 \cdot 17,6 + 1990 \cdot 5,28) \cdot 1,08 = 31,87 \text{ тыс. м}^3;$$

$$W_{\text{щ}} = (2700 \cdot 17,6 + 60 \cdot 15) \cdot 1,05 = 50,84 \text{ тыс. м}^3;$$

Верхнее строение пути.

$$T_{\text{всп}} = \frac{H_{\text{зт.}} \cdot L_{\text{зп.}}}{N_{\text{всп}}} \times 1,4 \text{ где,}$$

где - $H_{\text{зт.}}$ - норма затрат времени = $1200 \frac{\text{чел.} \cdot \text{дн}}{\text{км}}$;

$N_{\text{всп}}$ - количество человек = 300 чел;

$$T_{\text{всп}} = \frac{1200 \cdot 17,6}{300} \times 1,4 = 99 \text{ дней}$$

$$t_{\text{б}}^n = t_{\text{б}}^{\text{щ}1} = t_{\text{б}}^{\text{щ}2} = t_y = \frac{T_{\text{всп}} - 5}{3} = \frac{99 - 5}{3} = 32 \text{ дней}$$

$t_{\text{б}}^n = t_{\text{б}}^{\text{щ}1} = t_{\text{б}}^{\text{щ}2}$ - балластировка пути песком и двумя слоями щебня;

Земляное полотно.

$$T_{\text{зп.}} = \frac{\sum W}{P_{\text{мк}} \cdot n} \times 365 \text{ где,}$$

где - $P_{\text{мк}}$ - производительность механизированной колонны
 $= 1000 \frac{\text{тыс. м}^3}{\text{год}};$

n – количество механизированных бригад – 1

$$T_{\text{зп.}} = \frac{477,382}{1000 \cdot 1} \times 365 = 175 \text{ дней}$$

$$t_{\text{зп.}} = T_{\text{зп.}} - t_y = 175 - 50 = 125 \text{ дней};$$

где - t_u - время на опережающее развертывание строительства малых мостов и ИССО – 1,0 месяц;

$$T_{\text{иссо}} = \frac{H_{\text{зт.}} \cdot L_{\text{зп.}}}{N_{\text{иссо}}} \times 1,4 = \frac{400 \cdot 17,6}{100} \times 1,4 = 99 \text{ дней};$$

$$N_{исс} = 100 \text{ человек}$$

$$H_{зп} = 400 \frac{\text{чел} \cdot \text{дн}}{\text{км}}$$

Подготовительный период.

$$T_{пп} = t_{пп} + t_y = 45 + 50 = 95 \text{ дней} \approx 3,2 \text{ месяца}$$

где - T_c общий срок продолжительности работ вычисляется по следующей формуле:

$$T_c = t_{пп} + t_u + t_{зп} + 10 + T_{всп} + T_{закл}$$

$$T_c = 45 + 30 + 125 + 10 + 99 + 45 = 354 \text{ день} \approx 11,8 \text{ месяца}$$

Сравниваем с нормативным временем производства работ:

$$T_{пп} \leq T_{норм} \quad 3,2 \leq 6 \text{ месяцев}$$

$$T_c \leq T_{норм} \quad 11,8 \leq 33 \text{ месяца}$$

2 Технико-экономическое сравнение вариантов схем организации строительства

Для оценки вариантов организации строительства по каждому необходимо определить чистый дисконтированный доход (ЧДД) (интегральный эффект $\mathcal{E}_{инт}$).

Определяем сметную стоимость строительства железной дороги. Ее величина может быть вычислена по объектам аналогам

Район строительства – Краснодарский край. Категория железной дороги II. Строительная длина главных путей – 17,6 км.

Для Краснодарского края стоимость одного километра железной дороги, $C_{уд}$, составляет 1336 тыс. руб./км в ценах 1984 года. Тогда, в текущих ценах $C_{уд} = 1336 \cdot 55 = 73480$ тыс. руб.

Следовательно, общая сметная стоимость будет равна:

$$C_C = C_{уд} \cdot L_{гп} = 73480 \cdot 17,6 = 1293248 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость строительно-монтажных работ определяем, как:

$$C_{СМР} = 0,85 \cdot C_C = 0,85 \cdot 1293248 \approx 1099261 \text{ тыс. руб.}$$

Полученная величина стоимости отдельных видов работ распределяется.

Таблица 4 - стоимости отдельных видов работ

№ п/п	Наименование работ	Сметная стоимость в % от $C_{СМР}$	Сметная стоимость, тыс. руб.
1	Подготовка территории строительства	0,9	9893,349
2	Временные здания и сооружения	11,0	120918,7
3	Искусственные сооружения	18,7	205561,8
4	Земляное полотно	15,6	171484,7
5	Верхнее строение пути	7,1	78047,53
6	Связь и СЦБ	1,7	18687,44
7	Энергетическое хозяйство	0,9	9893,349
8	Здания и сооружения производственные и служебные	42,0	461689,6
9	Водоснабжение, канализация и теплофикация	2,1	23084,48
ИТОГО:			1099261

3 Детальная разработка варианта

3.1 Определение объемов по постройки малых искусственных сооружений

К малым ИССО относятся водопропускные трубы и малые мосты. Продолжительность постройки средних, больших мостов, тоннелей, необходимая для составления сводного календарного графика определяем по данным СНиПа 01.0403-85. Объёма работ по ним не определяем. При составлении графика условно будем принимать 1-1,5 месяца.

В целях унификации принимается круглая железобетонная труба

Тип фундамента трубы принимаем сборный железобетонный.

Данные по объёмам работ принимаем по типовым проектам приходящиеся на 1 п.м. длины трубы и на оголовки.

Длина трубы составит:

$$L = B + 3 * (H - d), \text{ м}$$

при условии, что $H > d + 0.75$

где - В-ширина основной площадки земляного полотна, В=7,6 м

Н - высота насыпи по оси сооружения

d - диаметр трубы

Таблица - 5

№п/п	Месторасположение трубы ПК+	Тип трубы	Отверстие трубы	Высота насыпи по оси трубы, м	Рытье котлована							
					Способ производства работ	Объем работ, м³	Обоснование нормы	Норма затрат труда, чел.-час./м³	Трудоемкость работ, чел.-час.	Состав звена, чел.	Продолжительность работ, дней	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	ПК 505+00	КЖБТ	2*3,0	4,0	мех.	197,3	ГЭСН 01-01-003-2	0,023	4,54	3	4	
					ручн.	21,9	ГЭСН 01-02-056-2	2,33	51,03			
					ИТОГО:							55,57
					ручн.	28,7	ГЭСН 01-02-056-2	2,33	66,87			
					ИТОГО:							72,81
					ручн.	28,7	ГЭСН 01-02-056-2	2,33	66,87			
					ИТОГО:							72,81

Таблица 6 - Строительно-монтажные работы

	Вид работы	Объем работ, м ³	Обоснование нормы	Норма затрат труда, чел.-час./м ³	Трудоемкость работ, чел.-час.	Всего	Состав звена, чел.	Продолжительность работ, дней
	12	13	14	15	16	17	18	19
1	фундамент	62,84	ГЭСН 30-01-009-1	2,7328	171,7	682,6	7	18
	лек. блоки	21,49	ГЭСН 30-07-001-2	1,68	36,1			
	звенья	37,54	ГЭСН30-07-005-10	8,72	327,3			
	оголовки	37,8	ГЭСН30-07-015-6	3,9	147,4			

Таблица 7 - Гидроизоляция

	Вид работы	Объем работ, м ³	Обоснование нормы	Норма затрат труда, чел.-час./м ³	Трудоемкость работ, чел.-час.	Всего	Состав звена, чел.	Продолжительность работ, дней
	20	21	22	23	24	25	26	27
1	обмазочная	92	ГЭСН30-30-08-023-3	0,714	65,6	252	6	8
	обклеечная	158,68	ГЭСН30-07-015-6	1,1743	186,3			

3.2 Определение объема земляных работ

Таблица 8 - Определение объема земляных работ

Участок ПК-ПК	Профильный объем			Рабочий объем					Способ разработки
	насыпь,(<i>м³</i>)	выемка (<i>м³</i>)	Σ,(<i>м³</i>)	насыпь		выемка		рабочая Σ,(<i>м³</i>)	
				из выемки	из резерва	в насыпь	в отвал		
367+50-393+50	164,2	-	164,2	164,2	-	-	-	164,2	Э – 2,5
393+50-396+50	-	1,95	1,95	-	-	1,95	-	1,95	Э – 1,6
396+50-418+50	53,583	-	53,583	53,583	-	-	-	53,583	Э – 2,5
418+50-428+00	-	21,375	21,375	-	-	21,375	-	21,375	Э – 1,6
428+00-447+50	14,955	-	14,955	14,955	-	-	-	14,955	Э – 1,6
447+50-455+00	-	16,875	16,875	-	-	16,875	-	16,875	Э – 1,6
455+00--462+50	21,9	-	21,9	21,9	-	-	-	21,9	Э – 1,6
462+50-470+00	-	16,875	16,875	-	-	16,875	-	16,875	Э – 1,6
470+00-487+50	51,1	-	51,1	51,1	-	-	-	51,1	Э – 1,6
487+50-495+00	-	31,875	31,875	-	-	31,875	-	31,875	Э – 1,6
495+00-530+00	82,694	-	82,694	82,694	-	-	-	82,694	Э – 2,5
		Σ =	477,382				Σ=	477,382	

3.3 Определение объемов по сооружению верхнего строения пути

Длину станционных путей принимаем 30% от длины главных путей.

$$L_{CT} = L_{ГП} * 0.3 = 17,6 * 0,3 = 5,28 \text{ км}$$

Количество стрелочных переводов принимаем 80% от длины главных путей.

$$N_{СП} = L_{ГП} * 0.8 = 17,6 * 0,8 = 14,08 \approx 15 \text{ шт}$$

Для линии II категории мощность верхнего строения пути составит: рельсы Р65, шпалы деревянные I типа, эпюра шпал в прямых участках пути и в кривых радиусом 1200 м и более – 1840 шт./км, в кривых радиусом менее 1200 м – 2000 шт./км, толщина щебня под подошвой деревянной шпалы – 30 см, толщина песчаной подушки – 20 см.

Примем на станционных путях однослойную балластную призму из песко-гравия толщиной 35 см.

Объём песчаного балласта:

$$W_{П} = (W_{П}^{ГП} * L_{ГП} + W_{П}^{СТ} * L_{СТ}) * K_3, \text{ м}^3$$

где - $W_{П}^{ГП}$ - норма расхода песчаного балласта на 1 км строительной длины главных путей, $W_{П}^{ГП} = 1090 \text{ м}^3 / \text{км}$ (приложение 4, Нормы расхода балластных материалов);

$W_{П}^{СТ}$ - норма расхода песчаного балласта на 1 км строительной длины станционных путей, $W_{П}^{СТ} = 2110 \text{ м}^3 / \text{км}$ (приложение 4, Нормы расхода балластных материалов);

K_3 - коэффициент запаса, $K_3 = 1,08$.

$$W_{П} = (1090 * 17,6 + 2110 * 5,28) * 1,08 = 32750 \text{ м}^3$$

Объём щебёночного балласта:

$$W_{Щ} = (W_{Щ}^{ГП} * L_{ГП} + W_{Щ}^C * N_{СП}) * K_3, \text{ м}^3$$

где - $W_{Щ}^{ГП}$ - норма расхода щебёночного балласта на 1 км строительной длины главных путей, $W_{Щ}^{ГП} = 1861 \text{ м}^3 / \text{км}$ (приложение 4, Нормы расхода балластных материалов)

$W_{Щ}^C$ - норма расхода щебёночного балласта на 1 стрелочный перевод, $W_{Щ}^C = 60 \text{ м}^3 / \text{км}$;

K_3 - коэффициент запаса, $K_3 = 1,05$.

$$W_{Щ} = (1861 * 17,6 + 60 * 15) * 1,05 = 35336 \text{ м}^3$$

3.4 Определение сроков сооружения земляного полотна

Таблица 9 - Определение сроков сооружения земляного полотна

Участок		по трудности грунта	Тип землеройного модуля	Единица измерения	Объём работ	Обоснование нормы	Норма затрат времени маш- час	Трудоёмкость маш-час	Число смен работы	ведущих машин	Продолжитель- ность
367+50	393+50	II	Э – 2,5	1000 м ³	164,2	ГЭСН 01-01-012-8	9,83	1614,086	2	2	71
393+50	396+50	II	Э – 1,6	1000 м ³	1,95	ГЭСН 01-01-012-8	12,74	24,843	2	2	1
396+50	418+50	II	Э – 2,5	1000 м ³	53,583	ГЭСН 01-01-012-8	9,83	526,7209	2	2	23
418+50	428+00	II	Э – 1,6	1000 м ³	21,375	ГЭСН 01-01-012-8	12,74	272,3175	2	2	12
428+00	447+50	II	Э – 1,6	1000 м ³	14,955	ГЭСН 01-01-012-8	12,74	190,5267	2	2	8
447+50	455+00	II	Э – 1,6	1000 м ³	16,875	ГЭСН 01-01-012-2	9,83	165,8813	2	2	7
455+00	462+50	II	Э – 1,6	1000 м ³	21,9	ГЭСН 01-01-012-2	12,74	279,006	2	2	12
462+50	470+00	II	Э – 1,6	1000 м ³	16,875	ГЭСН 01-01-012-2	12,74	214,9875	2	2	9
470+00	487+50	II	Э – 1,6	1000 м ³	51,1	ГЭСН 01-01-012-2	12,74	651,014	2	2	28
487+50	495+00	II	Э – 1,6	1000 м ³	31,875	ГЭСН 01-01-012-8	12,74	406,0875	2	2	18
495+00	530+00	II	Э – 2,5	1000 м ³	82,694	ГЭСН 01-01-012-8	9,83	812,882	2	2	36

3.5 Сооружение верхнего строения пути

При составлении проекта организации строительства стремятся к соблюдению равенства темпов укладки и балластировки пути на первый слой, поскольку любое отклонение от этого принципа приводит к увеличению общего срока сооружения верхнего строения пути.

Продолжительность укладки пути на этой стадии определяется по формуле:

$$t_y = \frac{L_{\Gamma} + L_C}{\Pi_y} * 1,4 \text{ дней}$$

где - L_{Γ} - строительная длина главных путей, $L_{\Gamma} = 16 \text{ км}$

L_C - строительная длина главных путей, $L_C = 1,6 \text{ км}$

Π_y - производительность путеукладчика (ПБ-3М),

$$\Pi_y = 1,35 \cdot 0,8 = 1,08 \text{ км/смена}$$

$$t_y = \frac{16 + 1,6}{1,08} * 1,4 = 23 \text{ дней}$$

Продолжительность балластировки пути может быть определена по формуле:

$$T_B = t_B^n + t_B^u$$

где - t_B^n - продолжительность балластировки на песок

$$t_B^n = \frac{W_{\Pi} * H_{3T}}{8 * N} * 1,4 \text{ дней}$$

где - W_{Π} - объём песчаного балласта, $W_{\Pi} = 51,371 \text{ м}^3$

H_{3T} - затраты труда рабочих на 1000 м^3 балластировки пути песком,

$$H_{3T} = 803 \text{ чел} * \text{час} / 1000 \text{ м}^3$$

N - численность рабочих в колонне, выполняющей балластировку пути.

$$N = \frac{W_{\Pi} * H_{3T}}{8 * t_y} * 1,4 = \frac{48,382 * 803}{8 * 36} * 1,4 \approx 188 \text{ чел}$$

$$t_B^n = \frac{48,382 * 803}{8 * 188} * 1,4 = 36 \text{ дней}$$

Аналогично определяется срок балластировки пути на каждый слой щебня.

$$t_{\sigma}^{uI} = t_{\sigma}^{uII} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{W_{\text{щ}} * H_{3.т.}^u}{8 * N_{\sigma}^u} \cdot 1,4 \right)$$

где - $W_{\text{щ}}$ - объём щебеночного балласта, $W_{\text{щ}} = 55,4 \text{ м}^3$

$H_{3.т.}^u$ - затраты труда рабочих на 1000 м^3 балластировки пути щебнем,

$$H_{3.т.}^u = 1080 \text{ чел} * \text{час} / 1000 \text{ м}^3$$

$$N_{\sigma}^u = 120 \text{ чел}$$

$$t_{\sigma}^{uI} = t_{\sigma}^{uII} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{55,4 \cdot 1080}{8 \cdot 188} \cdot 1,4 \right) = 28 \text{ дней}$$

$$T_B = t_B^n + t_B^u = 36 + 28 + 28 = 92 \text{ дня}$$

3.6 Определение сроков сооружения ИССО

Таблица 10 - Расчеты по определению трудоемкости работ, состава звена и продолжительности работ по постройке малых ИССО

Местоположение трубы ПК +	Тип трубы	Земляные работы						Монтажные работы						Гидроизоляционные работы						Общая продолжительность, дни
		Способ разработки	Объем, м³	Н _{з.тр.}	Трудоемкость	Состав бригады, чел.	Продолжительност ь, дни	Вид работ	Объем, м³	Н _{з.тр.}	Трудоемкость	Состав бригады, чел.	Продолжительност ь, дни	Вид работ	Объем, м²	Н _{з.тр.}	Трудоемкость	Состав бригады, чел.	Продолжительност ь, дни	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
505+00	ПЖБТ	мех.	210, 3	0,02 95	6,2	2	1,0	фун- т	53,6	0,91 84	49,2	6	6,2	обмаз оч.	129, 4	0,71 4	92,4	6	1,9	14
								тело	19,8	0,59	11,7	6	1,5							
		руч.	23,4	1,54	36,0	6	0,8	огол ов.	24,7	0,72	17,8	6	1,2	оклее ч.	70,1	1,17 43	82,3	6	1,7	
								огол ов.	23,0	0,78	17,9	6	1,2							

4. Построение календарного графика и составление сводной ведомости трудозатрат

В подготовительный период выполняются следующие виды работ:

Подготовка территории строительства.

Трудозатраты составляют $170 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Таблица 11

Категория строительства	трудоемкости	Трудозатраты $\text{чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$
I		70
II		170
III		170
IV		600

Строительство временной притрассовой автодороги.

$$L_{ABT} = (1,2 \div 1,5) * L_{ГП} \text{ км}$$

Таблица 12

Рельеф местности	Коэффициент
Равнинный	1,2
Средне холмистый	1,3
Холмистый	1,4
Горный	1,5

$$L_{ABT} = 1,2 * L_{ГП} = 1,2 * 17,6 = 21,12 \text{ км}$$

Трудозатраты на строительство 1 км автодороги составляют $200 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство временной связи.

Трудозатраты на 1 км линий связи $25 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство временных зданий и сооружений.

Трудозатраты составляют $350 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

В основной период:

Строительство искусственных сооружений.

Трудозатраты составляют $400 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство земляного полотна.

Трудозатраты составляют $2160 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство ВСП.

Трудозатраты составляют $1000 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Заключительный период:

Работы по подготовке линии к сдаче в постоянную эксплуатацию.

Трудозатраты составляют $180 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Прочие работы:

Строительство зданий.

Трудозатраты составляют $750 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство водоснабжения и теплофикации.

Трудозатраты составляют $350 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Энергохозяйство.

Трудозатраты составляют $310 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство связи.

Трудозатраты составляют $340 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

Строительство СЦБ.

Трудозатраты составляют $900 \text{ чел} \cdot \text{дн} / \text{км}$

5 Технико-экономические показатели ПОС

Длина линии главных путей:

- $L_{гп} = 16$ км

- $L_{ст} = 1,6$ км

Общий срок строительства:

- 17 месяцев 11 дней

Объем основных работ на 1 км длины:

- сборного железобетона:

$$\frac{361,4}{17,6} = 13,09 \frac{м^3}{км}$$

- зем. полотна:

$$q = \frac{701,95}{17,6} = 25,42 \frac{тыс \cdot м^3}{км}$$

- песчаного балласта:

$$q = \frac{51371}{17,6} = 1,86 \frac{тыс \cdot м^3}{км}$$

- щебеночного балласта:

$$q = \frac{55400}{17,6} = 2,01 \frac{тыс \cdot м^3}{км}$$

Суммарная трудоёмкость строительства:

- 192582 чел*дней

Удельная трудоёмкость:

$$T_p^{уд} = \frac{\sum T_p}{L_{гп} + L_{ст}} = \frac{192582}{16 + 1,6} = 6975 \frac{чел \cdot дней}{км}$$

Сметная стоимость

- $C = 2,028783$ млн. руб.

Стоимость 1 км:

- $C_{км} = 0,07$ млн.руб./км.

Среднесписочное число рабочих:

$$N = \frac{\sum T_p}{T_c} = \frac{192582}{477} * 1,4 = 565 \text{ чел}$$

Темп строительства:

$$\tau = \frac{L_{гп} + L_{ст}}{T_c} = \frac{16 + 1,6}{565} = 0,05 \frac{км}{смена}$$

6 Требования к оформлению проекта

Пояснительная записка (ПЗ) выполняется на листах писчей бумаги формата А4. Первый или заглавный лист составляется по форме 5 ГОСТ 2.106 с основной надписью по форме 2 ГОСТ 2.104. Последующие листы составляются по форме 5а ГОСТ 2.106 с основной надписью по форме 2а ГОСТ 2.104. Дипломные проекты по решению цикловой комиссии выполняются без рамок и основных надписей (приложение Г).

Текст ПЗ выполняется с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа шрифтом TimesNewRoman через 1.5 интервал. Цвет шрифта должен быть черным, высота букв, цифр и других знаков - не менее 1.8 мм (кегель не менее 12), основной шрифт ПЗ выполняется 14 шрифтом, текст в таблицах выполняется размером 10,12,14. Основной текст печатается с выравниванием по ширине. Количество строк на странице 28-30 строк. Размеры поля 30 мм - левое; 10 мм - правое; 20 мм - верхнее; 20 мм - нижнее.

При изготовлении документов на двух и более страницах вторую и последующие страницы нумеруют. Номер страницы проставляется в центре нижней части листа арабскими цифрами без точки. Листы должны иметь сквозную нумерацию от титульного листа до последней страницы.

Абзацы в тексте начинаются отступом, равным 15-17 мм. (абзацный отступ 1,5).

Обнаруженные опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или рукописным с использованием черных чернил, пасты или туши.

Структурными частями пояснительной записки проектов (работ) являются:

- титульный лист пояснительной записки;
- задание на проект;
- реферат;
- рецензия, отзыв (в дипломный проект не подшиваются);
- расчетно-пояснительная записка:
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения;
- графический материал.

Список рекомендуемой литературы

5.1 Громов А.Д., Бондаренко А.А. Инженерная геодезия и геоинформатика Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 813 с

5.2 В.Б. Бобриков, Э.С. Спиридонов Технология, механизация и автоматизация железнодорожного строительства.: учебник: в 3 ч. ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. – 382 с

5.3 Спиридонов Е.С., Призмачинов А.М. и др., Технология железнодорожного строительства. М.: ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2013 г., 250с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/>

5.4 В.В. Прокудин Организация строительства железных дорог: учебное пособие. - М.:ФГБОУ «УМЦ ЖДТ», 2013.-568 с.
<http://www.studentlibrary.ru/>

5.5 «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», утвержденных приказом Минтранса России от 21.12.2010 №286 (в ред. от 05.10.2018)

5.6 «Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации» (Приложение №7 к ПТЭ), утв. приказом Минтранса России от 21.12.2010 №286 (в ред. приказа Минтранса России от 05.10.2018).

5.7 «Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации» (Приложение №8 к ПТЭ), утв. приказом Минтранса России от 21.12.2010 №286 (в ред. приказа Минтранса России от 05.10.2018).

5.8 «Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 14.12.2016 №2540р

5.9 «Положение о системе ведения рельсового хозяйства ОАО «РЖД», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 №3209р.

5.10 «Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути», утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 14 ноября 2016 г. № 2288р (с изм. от 01.10.2018)

5.11 «Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 18.01.2013 №75р (в ред. от 17.07.2017).

5.12 «Ремонтные схемы и нормативы периодичности реконструкции (модернизации) и ремонтов балластного пути на высокоскоростных линиях (более 200 до 250 км/ч)», утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 №2804р.