

Основы проектирования железных дорог

Практическое занятие № 2

И ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ

Вопросы:

1. Выбор категории железнодорожной линии.
2. Расчет полезной длины приемо-отправочных путей.
3. Определение потребной пропускной способности проектируемой линии.

1. Выбор категории железнодорожной линии

Категория проектируемой железной дороги устанавливается в зависимости от объемов грузовых перевозок на 10-й год эксплуатации и показателей пассажирского движения.

В **задании на РГР** даны значения годовых объемов перевозок грузов $Q_{гр}$, млн т, и число пар пассажирских поездов в сутки $n_{пас}$, пар поездов/сутки на 10-й год эксплуатации.



Таблица 1 – Условия деления железнодорожных линий на категории

Категория железнодорожной линии	Назначение железнодорожной линии	Признак определения категоричности	
		Суммарный расчетный объем перевозок грузов (нетто) на 10-й год эксплуатации, млн т	Пассажирское движение
Скоростная	Железнодорожные линии для движения пассажирских поездов со скоростью свыше 160 до 200 км/ч	Не регламентируется	Скорость движения пассажирских поездов более 160 км/ч
Пассажирская	Железнодорожные линии с преимущественно пассажирским движением для движения пассажирских поездов со скоростью до 160 км/ч	Не регламентируется	Более 50 пар пассажирских поездов в сутки и их доля не менее 80 % поездопотока
Особогрузо-напряженная	Железнодорожные линии для большого объема грузовых перевозок	Свыше 80	Не регламентируется
I	Универсальные железнодорожные линии	Свыше 40 до 80	
II		Свыше 20 до 40	
III		Свыше 10 до 20	
IV		До 10	
V	Подъездные пути с организованным пассажирским движением	Не регламентируется	

Выбор категории железнодорожной линии

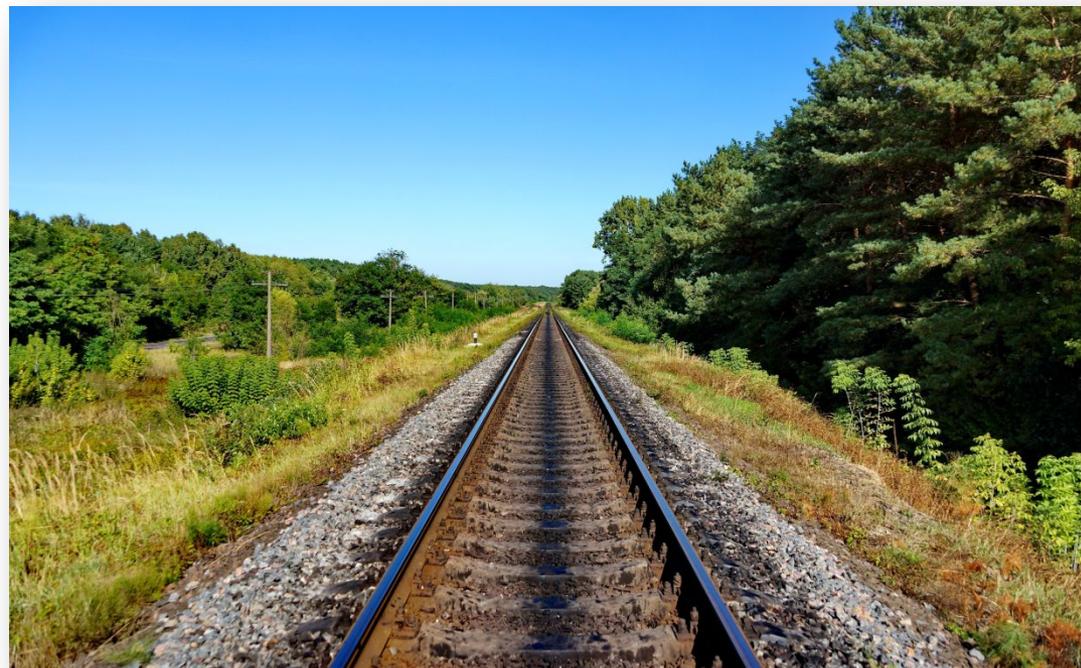
Основными параметрами железной дороги являются:

- ✓ ширина колеи S , мм;
- ✓ число главных путей $N_{\text{гл. п.}}$, путей;
- ✓ руководящий уклон i_p , ‰;
- ✓ род тяги и тип локомотива;
- ✓ полезная длина приемо-отправочных путей $l_{\text{по}}$, м;
- ✓ необходимая (расчетная) пропускная способность для размещения осей отдельных пунктов $n_{\text{потр}(p)}$, пар поездов в сутки (для однопутных линий), поездов в сутки по направлениям (для многопутных линий).



Выбор категории железнодорожной линии

Ширина колеи – расстояние между боковыми рабочими гранями головок рельсов (на прямых участках пути), измеренное в расчетной плоскости (на расстоянии 13 мм ниже поверхности катания головок рельсов).



Ширина колеи российских железных дорог составляет 1520 мм.



Выбор категории железнодорожной линии

Число главных путей задается в зависимости от категории проектируемой линии (один главный путь – для линий I, II, III и IV категорий, внутристанционных соединительных и подъездных путей; два главных пути – для линий скоростных, пассажирских, особогрузонапряженных и I категории).

В рамках РГР к проектированию принимается **однопутная линия без двухпутных вставок**



Выбор категории железнодорожной линии

Руководящим уклоном i_p (при одиночной тяге) называется наибольший уклон неограниченного протяжения, на котором при движении на подъем грузового поезда расчетной массы с принятым на данной линии типом локомотива, скорость поезда устанавливается равной расчетной для этого локомотива. Значение руководящего уклона приведено в задании на РГР.



2. Расчет полезной длины приемо-отправочных путей

Вопрос расчета полезной длины приемо-отправочных путей решается в комплексе с определением значений руководящего уклона, массы поезда, типа локомотива и зависит от потребной пропускной способности проектируемой линии.

При заданном значении руководящего уклона алгоритм расчета основных параметров линии следующий:

1. Выбор типа локомотива для заданного рода тяги.
2. Определение значений максимальной и средней массы брутто состава.
3. Определение расчетной длины грузового поезда и полезной длины приемо-отправочных путей.
4. Расчет потребной пропускной способности линии.

Расчет полезной длины приемо-отправочных путей

5. Если значение потребной пропускной способности $n_{\text{потр}}$ не превышает максимального значения наличной пропускной способности однопутной линии $n_{\text{нал}}$, расчет прекращается.

$$n_{\text{потр}} \leq n_{\text{нал}}^{\text{max}} \quad (1)$$

Значение $n_{\text{нал}}^{\text{max}} = 48$ пар поездов/сутки для однопутной линии.

6. Если условие (1) не соблюдается, подбирается более мощный тип локомотива, и шаги алгоритма расчета 2-5 повторяются до тех пор, пока условие не будет выполнено.



Расчет полезной длины приемо-отправочных путей

Род тяги на проектируемой линии – тепловозная или электровозная – приведен заданию на РГР. Тип локомотива подбирается по таблице 2 в зависимости от величины руководящего уклона. Для первого расчета принимается наименее мощный, а следовательно, и менее дорогостоящий тип локомотива.

По таблице 2 определяется максимальная масса брутто состава Q_{max} , т.

Максимальная масса брутто состава – масса состава, определенная из условий полного использования мощности локомотива, с проверками по условиям трогания с места после стоянки на отдельном пункте и по условиям максимально допустимых усилий на автосцепке (при использовании дополнительных локомотивов).

Таблица 2 – Максимальная масса брутто состава грузового поезда

Характеристики ЛОКОМОТИВОВ	Тип локомотива							
	тепловозы			электровозы				
				пост. тока	пост.- перем.	переменного тока		
	ТЭЗ	2ТЭ10М	2ТЭ121	ВЛ10, ВЛ11	ВЛ82	ВЛ80 ^Т	ВЛ80 ^Р	ВЛ85
Число секций	2	2	2	2	2	2	2	2
Число осей	12	12	12	8	8	8	8	12
Масса, т	252	276	316	184	190	184	192	288
Длина, м	34	34	42	33	33	33	33	45
Руков. уклон,‰	Максимальная масса брутто состава грузового поезда, Q_{max} , Т							
5	6300	8000	9300	6850	7000	7400	8150	10720
6	5350	6850	8000	5950	6050	6350	7000	9250
7	4700	5950	6950	5200	5300	5600	6150	8130
8	4150	5300	6200	4650	4750	5000	5500	7240
9	3700	4750	5550	4200	4300	4500	4950	6520
10	3350	4300	5000	3800	3900	4100	4500	5930
11	3050	3900	4600	3500	3550	3750	4100	5430
12	2800	3600	4200	3200	3300	3450	3800	5010
13	2600	3350	3900	2950	3050	3200	3500	4640
14	2400	3100	3600	2750	2850	2950	3300	4320
15	2250	2900	3400	2600	2650	2800	3050	4040

Расчет полезной длины приемо-отправочных путей

Определяется средняя масса брутто состава $Q_{ср}$, т, по формуле:

$$Q_{ср} = Q_{max} \cdot k_{ср/max}, \quad (2)$$

где $k_{ср/max}$ – коэффициент перехода от максимальной массы брутто поезда к средней массе брутто, принимается равным 0,8.

Средняя масса брутто состава – масса вагонного состава, рассчитанная из условия того, что лишь часть грузовых поездов проходят полногрузными, а некоторые грузовые поезда идут меньшим весом.

Определяется **длина расчетного грузового поезда**, м:

$$l_{п} = \frac{Q_{ср}}{q_{ср}} + l_{лок}, \quad (3)$$

где $q_{ср}$ – средняя погонная масса брутто поезда, т/м, принимается по **заданию**;

$l_{лок}$ – длина локомотива, м, принимается по таблице 2.

Расчет полезной длины приемо-отправочных путей

Определяется необходимая полезная длина приемо-отправочных путей, м:

$$l_{\text{ПО}} = l_{\text{П}} + 10, \quad (4)$$

где 10 – запас в метрах на неточность установки поезда в пределах полезной длины приемо-отправочных путей.

Полезная длина приемо-отправочных путей $l_{\text{ПО}}$ на проектируемых железных дорогах РФ имеет стандартные значения и равняется 850, 1050, 1700 и 2100 м, поэтому необходимо принять ближайшее **большее** стандартное значение $l_{\text{ПО}}$.

3. Определение потребной пропускной способности проектируемой линии

Значение **потребной пропускной способности** $n_{\text{потр}}$, пар поездов/сутки, определяется по формуле:

$$n_{\text{потр}} = \frac{\left[\frac{\Gamma_{\text{гр}} \cdot \gamma \cdot 10^6}{365 \cdot Q_{\text{ср}} \cdot k_{\text{н/бр}}} + n_{\text{пас}} \cdot \varepsilon_{\text{пас}} \right]}{k_{\text{max}}}, \quad (4)$$

где $\Gamma_{\text{гр}}$ – годовая грузонапряженность, млн. т-км/км в год;

Грузонапряженность – основной показатель, определяющий мощность железной дороги, потребную для обеспечения перевозок. Грузонапряженность участка железнодорожной линии определяется как отношение суммы произведений объемов перевозок по родам грузов на их дальность к общей длине линии. Значение годовой грузонапряженности приедено в **задании на РГР**.

3. Определение потребной пропускной способности проектируемой линии

γ – коэффициент внутригодовой неравномерности перевозок, ($\gamma=1,1$);

Коэффициент внутригодовой неравномерности перевозок – отношение объема перевозок максимального месяца к среднемесячному их объему. Неравномерность перевозок зависит от сезонности производства и потребления и др.

$k_{н/бр}$ – коэффициент перехода от массы поезда брутто к массе поезда нетто ($k_{н/бр} = 0,7$);

Определение потребной пропускной способности проектируемой линии

$n_{\text{пас}}$ – число пар пассажирских поездов в сутки на 10-й год эксплуатации

$\varepsilon_{\text{пас}}$ – коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими на однопутной линии при автоблокировке ($\varepsilon_{\text{пас}} = 1,8$);

Коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими равен числу снимаемых из графика грузовых поездов для пропуска одного пассажирского поезда, который имеет более высокую ходовую скорость.

Определение потребной пропускной способности проектируемой линии

k_{max} – коэффициент максимального использования пропускной способности однопутной линии $k_{max} = 0,85$.

Коэффициент максимального использования пропускной способности учитывает необходимость проведения плановых и внеплановых ремонтов пути, сооружений и устройств, а также резерва времени для компенсации внутрисуточных колебаний размеров движения.

$$n_{потр} = \frac{\left[\frac{\Gamma_{гр} \cdot \gamma \cdot 10^6}{365 \cdot Q_{ср} \cdot k_{н/бр}} + n_{пас} \cdot \varepsilon_{пас} \right]}{k_{max}}$$

Пример расчета

По заданию на РГР:

$$Q_{\text{гр}} = 21,4 \text{ млн т,}$$

$$n_{\text{пас}} = 7 \text{ пар поездов/сутки.}$$

В соответствии с таблицей 1 для проектирования железнодорожной линии выбрана II-я категория.

Для заданного значения руководящего уклона $i_p = 7 \text{ ‰}$ по таблице 2 тип локомотива принят ВЛ-11. Максимальная масса брутто состава, соответствующая типу локомотива ВЛ-11, равна $Q_{\text{max}} = 5200 \text{ т}$.

$$Q_{\text{ср}} = 5200 \cdot 0,8 = 4160 \text{ т.}$$

$$l_{\text{п}} = \frac{4160}{4,2} + 33 = 1023 \text{ м.}$$

$$l_{\text{по}} = 1023 + 10 = 1033 \text{ м.}$$

Полезная длина приемо-отправочных путей принимается $l_{\text{по}} = 1050 \text{ м}$ (ближайшее большее стандартное значение).

Пример расчета

$$n_{\text{потр}} = \frac{\left[\frac{21,4 \cdot 1,1 \cdot 10^6}{365 \cdot 4160 \cdot 0,7} + 7 \cdot 1,8 \right]}{0,85} = 41 \text{ пара поездов/сутки.}$$

Потребная пропускная способность $n_{\text{потр}} = 41$ пара поездов/сутки не превышает максимального значения наличной пропускной способности однопутной линии ($n_{\text{нал}}^{\text{max}} = 48$ пар поездов/сутки), поэтому окончательно принят тип локомотива ВЛ-11.

Дополнительное практическое задание

Выполнить расчет основных параметров проектируемой железнодорожной линии для своего задания.

С целью выявления зависимости потребной пропускной способности $n_{\text{потр}}$ от значения руководящего уклона i_p , повторить расчеты по формулам (1, 4). Выполнить расчет для всего диапазона значений руководящего уклона, представленного в таблице 2. При этом значение уклона варьировать, добавляя или отнимая от заданного значения 2 ‰.

Построить график зависимости потребной пропускной способности $n_{\text{потр}}$ от значения руководящего уклона i_p .

Проанализировать полученную зависимость. Ответить на вопрос, к каким последствиям может привести увеличение (уменьшение) значения руководящего уклона при проектировании железной дороги?