

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«Эксплуатация железных дорог.»

Протокол № _____ от _____ 201____ г.

Авторы: Голубев В.В., Кузнецов М.В., Кузнецова Т.Г.

**ЗАДАНИЕ. С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА БЕЗОПАСНОСТИ**

Уровень ВО: специалист

Форма обучения: заочная

Курс: 5 курс

Специальность/Направление: Эксплуатация железных дорог.

Специализация/Профиль/Магистерская программа:
Магистральный транспорт (ДМ), Грузовая и коммерческая работа (ДГ), Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта (ДП), Транспортный бизнес и логистика (ДЛ)

Москва

Общие положения

Основной функцией железнодорожного транспорта в современных условиях является обеспечение высокого качества обслуживания его пользователей. С решением этой задачи тесно связаны вопросы безопасности движения.

Безопасность транспортных процессов – это свойство технических средств, находится в штатном и нештатном неопасном состояниях. Рассматривая безопасность транспортных процессов, следует различать безопасность перевозочного процесса в целом и безопасность движения как составляющей перевозочного процесса.

Причинами перехода технологических процессов в опасное состояние являются: отказы технических средств, с помощью которых реализуются технологические процессы; ошибки в действиях операторов (руководителей процессов), управляющих технологическими операциями (процессами); ошибки проектировщиков и персонала, вводящего в эксплуатацию и обслуживающего технические средства; ошибки разработчиков технологических процессов,

Анализ статистических данных показал, что самыми распространенными факторами, влияющими на безопасность движения, являются отказы технических средств, обеспечивающих процесс движения, и прежде всего отказы элементов пути и подвижного состава.

Существенное влияние на безопасность движения оказывает человеческий фактор, под которым обычно понимается совокупность ошибочных действий людей, приводящих к нарушениям технологических процессов.

Отказы операторов (руководителей) систем управления подразделяют на психологические и биологические. Важной распространенной причиной грубых нарушений условий безопасности движения является недостаточная профессиональная подготовка операторов (работники соответствующей профессии), а также высокий уровень их нагрузки.

Серьезным видом брака на железных дорогах является уход вагонов, который по количеству случаев занимает одно из первых мест среди других, наиболее серьезных случаев брака, учитываемых по хозяйству перевозок. И среди многих причин, способствующих уходу вагонов, следует отметить нечеткость и не полное изложение вопросов закрепления вагонов в соответствующих документах станции и других предприятиях железнодорожного транспорта.

В данной работе рассматриваются вопросы обеспечения безопасности перевозочного процесса с использованием технических средств и систем управления движением поездов.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Контрольная работа состоит из ответов на контрольные вопросы и двух задач.

Номера для ответов на контрольные теоретические вопросы студент определяет по последней цифре учебного шифра.

Контрольные вопросы по теоретическому курсу

1. Состояние безопасности движения на железных дорогах Российской Федерации.
2. Обеспечение безопасности движения на скоростных магистралях.
3. Организационное обеспечение безопасности движения поездов.
4. Обеспечение безопасности движения в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ и связи.
5. Организация профилактической работы по обеспечению безопасности движения поездов.
6. Технические меры обеспечения безопасности работы сортировочных горок.
7. Технические средства обеспечения безопасности движения на переездах.
8. Основные системы и приборы, повышающие безопасность работы железнодорожного транспорта.
9. Система контроля безопасного вождения локомотивов машинистами.
10. Обеспечение безопасности движения пассажирских поездов и особенности пропуска скоростных пассажирских поездов.

Задача 1

Таблица 1.1 – Исходные данные для выполнения задачи

Показатель	Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_p , поездов	70	75	84	90	96	87	92	98	88	80
$N_{np}^{марш}$, поездов	52	56	63	72	70	61	68	60	62	58
$m_{ПП}$, путей	7	8	9	9	10	8	9	10	7	7
t_{np} , мин.	7	7	6	6	6,5	7	6,8	6,0	6,4	6,8
t_z , мин.	12,0	11,5	9,5	9,0	8,5	9,3	9,5	8,8	11,0	11,3

Требуется:

Определить наличную пропускную способность комплекса расформирования (парк приема и сортировочная горка сортировочной станции) а также надежность работы комплекса расформирования:

- наличную пропускную способность входной горловины парка приема;
- наличную перерабатывающую способность сортировочной горки;
- надежность работы комплекса расформирования (парка приёма и горки).

Методические указания к решению задачи

Комплекс расформирования сортировочной станции включает: «входная горловина парка приёма – пути парка приёма – сортировочная горка».

Наличная пропускная способность входной горловины парка приёма (ПП) определяется с учетом коэффициента её загрузки ($\gamma_{горл}$) по наиболее загруженному маршруту горловины:

$$n = \frac{N_{np}^{марш}}{\gamma_{горл}}, \text{поездов}, \quad (1.1)$$

где $N_{np}^{марш}$ - число грузовых транзитных поездов с переработкой за сутки, проследуемых при приёме по наиболее загруженному маршруту во входной горловине ПП (табл. 1.1).

Коэффициент загрузки горловины определяем по формуле:

$$\gamma_{горл} = \frac{\sum nt(1 + \rho_m) \times k_{неp}}{\alpha_{горл} 1440 - \sum T_{пост}}, \quad (1.2)$$

где: n - число операций за сутки, выполняемых по маршруту:

$n_{np}^{марш} = N_{np}^{марш}$ - число операций при приёме грузовых транзитных поездов с переработкой (табл. 1.1);

$n_{п.лок} = (0,50 \dots 0,65) n_{np}^{марш}$ - число операций при проследовании поездных локомотивов по маршруту в локомотивное депо;

$n_{г.лок} = n_{np}^{марш}$ - число операций при проследовании горочных локомотивов по маршруту при заезде;

t - продолжительность занятия маршрута одной операцией, мин.:

t_{np} - время на приём грузового транзитного поезда с переработкой по наиболее загруженному маршруту во входной горловине ПП, мин. (табл. 1.1);

$t_{п.лок} = 5 \text{ мин.}$ - время на проследования поездных локомотивов по маршруту в локомотивное депо;

$t_{г.лок} = 5 \text{ мин.}$ - время на проследования горочных локомотивов по маршруту при заезде под состав в ПП;

$$\begin{aligned} \sum nt = n_{np}^{марш} t_{np} + n_{п.лок} t_{п.лок} + n_{г.лок} t_{г.лок} = \\ + n_{np}^{марш} t_{np} + 0,5 n_{np}^{марш} t_{п.лок} + n_{np}^{марш} t_{г.лок}, \text{ операций / сут.} \end{aligned} \quad (1.3.)$$

$\rho_m = 0,01$ - коэффициент, учитывающий отказы устройств ЭЦ;

$\alpha_{горл}$ - коэффициент, учитывающий возможные перерывы из-за враждебных передвижений в горловине ($\alpha_{горл} = 0,85 - 0,90$);

$\sum T_{пост} = 30 \dots 40 \text{ мин.}$ - время на выполнение постоянных операций по ремонту и техническому обслуживанию стрелок;

$k_{неp} = 1,15$ - коэффициент, учитывающий суточную неравномерность количества операций.

Наличная перерабатывающая способность сортировочной горки определяется по формуле:

$$n_{неp} = \frac{\alpha_{горл} 1440 - \sum T_{пост}}{t_{г.лок} (1 + \rho_{г.лок}) \mu_{пост}}, \text{ составов / сут.}, \quad (1.4)$$

где: $\sum T_{\text{пост}} = 60 - 90 \text{ мин.}$ – время на выполнение постоянных операций по ремонту, техническому обслуживанию устройств и др.;

$\alpha_z = 0,95 - 0,97$ – коэффициент, учитывающий потерю времени из-за враждебности передвижений;

$\rho_z = 0,05$ – коэффициент, учитывающий надежность технических устройств горки;

$\mu_{\text{повт}} = 1,06$ – коэффициент, учитывающий повторную переработку вагонов на горке;

t_z – горочный технологический интервал при работе на горке более двух горочных локомотивов и при наличии в составах вагонов запрещенных к спуску с горки, мин. (табл. 1.1).

Загрузка сортировочной горки или коэффициент полезного использования горки ($\gamma_{\text{гор}}$) для роспуска составов определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{гор}} = \frac{t_z N_p (1 + \rho_z) \times \mu_{\text{повт}}}{\alpha_z 1440 - \sum T_{\text{пост}}} + \psi_z, \quad (1.5)$$

где $\psi_z = 0,05$ – относительные потери перерабатывающей способности горки из-за недостатка числа и вместимости сортировочных путей.

Наличная пропускная способность путей парка приёма может определяться по коэффициенту использования путей:

$$n_{\text{ПП}} = \frac{N_p}{\gamma_{\text{ПП}}}, \text{ составов}, \quad (1.6)$$

где: N_p – общее число транзитных поездов с переработкой за сутки, поступающих в расформирование (табл. 1.1).

$\gamma_{\text{ПП}}$ – коэффициент использования пропускной способности путей ПП:

$$\gamma_{\text{ПП}} = \frac{k_{\text{пер}} \sum n_i t_{\text{зан}}^i (1 + \rho_m)}{\alpha_n \beta m_{\text{ПП}} 1440 - \sum T_{\text{пост}}}, \quad (1.7)$$

где: n_i - число операций (поездов, составов, локомотивов и др.), для которых технологией работы предусмотрено время занятия путей парка:

$n_p = N_p$ - число операций при приёме грузовых транзитных поездов с переработкой (табл. 1.1);

$n_{п.лок} = 0,65N_p$ - число операций при проследовании поездных локомотивов по маршруту в локомотивное депо;

$n_{г.лок} = N_p$ - число операций при проследовании горочных локомотивов по маршруту при заезде под состав в ПП;

$t_{зан}^i$ - время занятия путей одной операцией, мин.:

$t_{зан}$ - время занятия пути ПП при приёме и обработке грузовых транзитных поездов с переработкой, мин.:

$$t_{зан} = t_{пр} + t_{зан}^{мех} + t_{освоб}, мин., \quad (1.8)$$

$t_{зан}^{мех}$ - время занятия путей ПП обработкой грузовых транзитных поездов с переработкой, мин.

$$t_{зан}^{мех} = 81,9 - 196,0\gamma_{гор} + 195,4(\gamma_{гор})^2, мин., \quad (1.9)$$

$t_{освоб} = 7...10 мин.$ - время на освобождение составом пути ПП;

$$\sum n_i t_{зан}^i = N_p t_{зан} + n_{п.лок} t_{п.лок} + n_{г.лок} t_{г.лок} =$$

$$+ N_p t_{зан} + 0,65 N_p t_{п.лок} + N_p t_{г.лок}, операций / сут. \quad (1.10)$$

$\rho_m = 0,30$ - коэффициент, учитывающий влияние неравномерности операций, отказы технических средств и других факторов;

$\alpha_n = 0,65$ - коэффициент, учитывающий влияние движения на подходах пассажирских и сборных поездов;

$\beta = 1,08$ - коэффициент, учитывающий при расчёте числа путей в ПП;

$m_{ПП}$ - число путей в ПП (табл. 1.1);

$\sum T_{пост}$ - время занятия путей постоянных независимыми от размеров движения операциями, мин. (принять 50-60 мин).

Надёжность работы комплекса расформирования (в долях от 1 и рекомендуется не менее 0,92 — 0,95) можно определить по формуле Е. В. Архангельского:

$$H = 2,977 - 1,143\gamma_{\text{гор}} - 1,541\gamma_{\text{III}}, \quad (1.11)$$

где 2,977; 1,143; 1,541 – эмпирически коэффициенты.

Вывод и рекомендации по увеличению надёжности работы комплекса.

Задача 2

Таблица 2.1 Исходные данные для выполнения задачи

Показатель	Вариант (последняя цифра учебного шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m_{\text{ваг}}$	4	5	6	4	7	8	13	15	9	7
i , ‰	4	6	3	5	4	3	7	6	4	5
$V_{\text{в}}$, м/с	10	12	11	13	14	12	15	13	12	14
t° , °C	22	24	25	26	23	20	24	28	22	26
$q_{\text{бр}}$, тс	66	70	76	82	80	84	78	80	74	82

Требуется:

Определить необходимое минимальное и достаточное количество тормозных башмаков для закрепления группы вагонов при постановке их на станционных путях и в целях удержания от ухода этих вагонов.

Методические указания к решению задачи

Для расчёта норм закрепления вагонов на станционных путях необходимо рассмотреть уравнение равновесия сил, действующих на надёжность вагонов, стоящих на пути с уклоном и закреплённых тормозными башмаками. Средства закрепления (башмаки) и сопротивление троганию вагонов являются силами, способствующими предотвращению ухода вагонов со станционных путей.

Сила ветра имеет временное направление, но в расчёте сила ветра принимается в направлении способствующему уходу вагонов со станционных путей. Силы, способствующие уходу вагонов, это составляющая сила от тяжести вагонов, стоящих на уклоне, а также силы, действующие на вагоны, от среды и ветра, учитываемые величиной удельного сопротивления от скорости ветра, температуры и др.

В результате расчётов может быть установлено количество башмаков для закрепления вагонов на путях для предотвращения ухода вагонов.

Уравнение равновесия сил действующих на вагоны:

$$nq_o \frac{n_t}{n} f_o 1000 + nq_o \omega_{\text{прог}} > nq \omega_{\text{ср.в.}} + nq_o i \quad (2.1)$$

или

$$\frac{n_t}{n} f_o 1000 + \omega_{\text{прог}} > \omega_{\text{ср.в}} + i, \quad (2.2)$$

где: n - общее число осей в группе вагонов:

$$n = n_o m_{\text{ваг}}, \text{ осей}, \quad (2.3)$$

n_o - число осей вагона, принимаем 4 оси;

$m_{\text{ваг}}$ - количество закрепленных вагонов (табл. 2.1);

n_t - число осей, которые закреплены башмаками;

f_o - коэффициент тормозного действия башмака при трогании с места ($f_o = 0,17 - 0,25$);

i - уклон пути, в ‰ (табл. 2.1);

$\omega_{\text{прог}}$ - удельное сопротивление вагонов при трогании с места, кгс/тс:

$$\omega_{\text{прог}} = k \frac{28}{q_o + 7}, \text{ кгс} / \text{тс}, \quad (2.4)$$

$k = 1,8$ — коэффициент, зависящий от взаимодействия в сцепных приборах вагонов;

q_o - средняя нагрузка на ось вагона, тс:

$$q_o = \frac{q_{\text{бп}}}{n_o}, \text{ тс} / \text{ось}, \quad (2.5)$$

$q_{\text{бп}}$ - вес вагона брутто, тс;

$\omega_{\text{ср.в}}$ - удельное сопротивление вагонов от воздушной среды и ветра, кгс/тс:

$$\omega_{\text{ср.в}} = \frac{17,8 [C_x S + (m_{\text{ваг}} - 1) C_{xx} S]}{(273 + t_o) \sum q_{\text{бп}}} V_{\text{в}}^2, \text{ кгс} / \text{тс}, \quad (2.6)$$

C_x, C_{xx} - коэффициент воздушного сопротивления первого и последующих вагонов (среднее значения $C_x = 1,46$ и $C_{xx} = 0,88$);

S - площадь поперечного сечения крытого вагона принимаем $9,7 \text{ м}^2$;

$v_{\text{в}}$ - расчетная скорость ветра, м/с (табл. 2.1);

t^o - температура воздуха в летнее время, °C (табл. 2.1);
 $\sum q_{\bar{o}p}$ - вес брутто группы вагонов, тс:

$$\sum q_{\bar{o}p} = m_{\text{ваз}} q_{\bar{o}p}, \text{ тс}, \quad (2.7)$$

Из выражений (2.1) и (2.2) следует:

$$n_t > (\omega_{\text{ср.в}} + i - \omega_{\text{проз}}) \frac{n}{f_o 1000} \text{ осей}. \quad (2.8)$$

Можно использовать для расчёта количества тормозных башмаков, необходимых для закрепления этой же группы вагонов на этом же участке пути, формулу, приведённую в Инструкции по движению поездов и маневровой работе, то можно записать (для случая закрепления группы вагонов, состоящей из однородного по весу брутто подвижного состава):

$$K = \frac{n(1,5i + 1)}{200} \text{ тор.баш.}, \quad (2.9)$$

где: K - необходимое количество тормозных башмаков.

i - средняя величина уклона пути или отрезка пути в тысячных;

$(1,5i + 1)$ - количество тормозных башмаков на каждые 200 осей.

Вывод: при каком количестве башмаков условие соблюдается.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Технические средства обеспечения безопасности движения на железных дорогах. А. А. Хохлов, В.И. Жуков. ООО «Издательский дом «Транспортная книга»», 2009.
2. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения Э.В. Воробьев, А.М. Никонов, А.А. Сеньковский, Ю.В. Ефремов, А.А. Сидраков М.: Маршрут, 2005. – 533 с.
3. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты) Под ред./ Н.В. Правдина и В.Г. Шубко-М.: Маршрут, 2005 – 502 с.
4. Железнодорожные станции и узлы/ Под ред. В.М. Акулиничева – М., Транспорт. 1992-478 с.
5. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 21 декабря 2010 г. № 286. М. 2011г., ООО «Техинформ».
6. Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 4 июня 2012 г. № 162. М. 2012 г. ООО «Трансинформ».
7. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железнодорожном транспорте Российской Федерации. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 4 июня 2012 г. № 162. 2012 г. М. 2012 г. ООО «Трансинформ».
8. Инструкция по техническому обслуживанию и эксплуатации сооружений, устройств, подвижного состава и организации движения на участках обращения скоростных пассажирских поездов (с изменениями и дополнениями от 30.04.03) ЦРБ – 393/МПС России. – М., Транспорт, 2003.
9. Инструкция по текущему содержанию пути ЦП – 774\МПС России. – М.: Транспорт, 2001.
10. Приказ МПС России от 12.11.2001 «Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм федерального железнодорожного транспорта» МПС России. – М.: Транспорт.
11. Буканов М.А. Безопасность движения поездов в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ и связи. – М.: Транспорт, 1990. – 112 с.