

9/40/3

Одобрено кафедрой
«Управление эксплуатационной
работой»

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Задание на контрольную работу
с методическими указаниями
для студентов V курса

специальности

**190701 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЕ
НА ТРАНСПОРТЕ (железнодорожный транспорт) (Д)**



Москва – 2008

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

С о с т а в и т е л и : канд. техн. наук, проф. А.Н. Сухопяткин,
канд. техн. наук, доц. А.П. Ковалев

Р е ц е н з е н т — канд. техн. наук, доц. Г.М. Биленко

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Задание на контрольную работу
с методическими указаниями

Редактор *Д.Н. Тихонычев*
Корректор *В.В. Игнатова*
Компьютерная верстка *Л.В. Орлова*

Тип. зак.	Изд. зак. 182	Тираж 2000 экз.
Подписано в печать 28.03.08	Гарнитура NewtonC	Формат 60×90 ¹ / ₁₆
Усл. печ. л. 0,75		

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© Российский государственный открытый технический
университет путей сообщения, 2008

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

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

Причинами перехода технологических процессов в опасное состояние являются: отказы технических средств, с помощью которых реализуются технические процессы; ошибки в действиях операторов (руководителей процессов), управляющих технологическим операциями (процессами); ошибки проектировщиков и технологического персонала, вводящего в эксплуатацию и обслуживающего технические средства; ошибки разработчиков технологических процессов, делающих их опасными при разработке.

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 технических 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 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 или других предприятиях железнодорожного транспорта.

В данной работе рассматриваются вопросы обеспечения безопасности технических средств систем управления движением поездов.

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Студенты V курса выполняют контрольную работу на тему:

«Меры, обеспечивающие повышение надежности работы станционных устройств». Для выполнения контрольной работы необходимо:

- обосновать технические, организационные, технологические, психологические и экономические концепции обеспечения безопасности движения и безаварийной работы железных дорог;
- показать технические средства и их надежность как основу для повышения уровня безопасности движения;
- раскрыть основные понятия надежности: объект, система, элемент, состояние, отказы, безотказность, работоспособность;
- раскрыть взаимосвязь надежности технических устройств и безопасности движения поездов, показатели надежности;
- привести основные причины технологической надежности, неопасность технологического состояния транспортных систем и их элементы;
- роль человеческих ресурсов, их квалификация и другие социальные факторы обеспечивающие оптимизацию управления для безаварийной работы железных дорог.

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

Номер темы для изложения ответов на контрольные теоретические вопросы определяется студентом **по последней цифре шифра**.

Контрольные вопросы по теоретическому курсу

1. Повышение надежности работы электрических цепей и безопасность движения.
2. Основные положения по предупреждению случаев самопроизвольного ухода вагона.
3. Обеспечение безопасности движения в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ и связи.
4. Критерии надежности и управления тяжеловесными длинносоставными поездами.
5. Технические меры обеспечения безопасности работы сортировочных горок.
6. Анализ отказов и повышение надежности технических средств на безопасность движения поездов.
7. Основные системы и приборы, повышающие безопасность работы железнодорожного транспорта.
8. Обеспечение безопасности движения поездов в нестандартных, аварийных ситуациях.
9. Обеспечение безопасности движения пассажирских поездов и особенности пропуска скоростных пассажирских поездов.
10. Технические меры обеспечения безопасности движения и нормативно-правовые акты по их обеспечению.

ЗАДАЧА №1

Определить наличную пропускную способность комплекса расформирования (парк приема и сортировочная горка сортировочной станции), а также надёжность работы комплекса расформирования.

В задаче следует определить:

- наличную пропускную способность входной горловины парка приёма;

- наличную перерабатывающую способность сортировочной горки;
- наличную пропускную способность путей парка приёма;
- надёжность работы комплекса расформирования (парка приёма и горки).

Исходные данные для задачи №1 принимаются из табл. 1 по предпоследней цифре шифра студента.

Таблица 1

Показатель	Вариант (предпоследняя цифра шифра)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_p	70	75	84	90	96	87	92	98	88	80
$n_{пр}^{марш}$	52	56	63	72	70	61	68	60	62	58
$m_{пп}$	7	8	9	9	10	8	9	10	7	7
$\tau_{пр}, \text{мин}$	7	7	6	6	6,5	7	6,8	6,0	6,4	6,8
$t_{гор}, \text{мин}$	12,0	11,5	9,5	9,0	8,5	9,3	9,5	8,8	11,0	11,3

Показатели исходных данных в табл. 1:

n_p — общее число транзитных с переработкой поездов за сутки поступающих в расформирование;

$n_{пр}^{марш}$ — число грузовых транзитных с переработкой поездов за сутки проследуемых при приёме по наиболее загруженному маршруту во входной горловине парка приёма;

$m_{пп}$ — число путей в парке приема;

$\tau_{пр}$ — время на приём грузового транзитного с переработкой поезда по наиболее загруженному маршруту во входной горловине парка приёма, мин;

$t_{гор}$ — горочный технологический интервал при работе на горке более двух горочных локомотивов, мин.

ЗАДАЧА №2

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.

Исходные данные для задачи №2 применяются из табл. 2 по последней цифре шифра студента.

Таблица 2

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

Показатели исходных данных в табл. 2:

$m_{ваг}$ — количество закрепленных вагонов;

i — уклон пути, в ‰;

V_v — расчетная скорость ветра, м/с;

t° — температура воздуха в летнее время, °C;

$q_{бр}$ — вес вагона брутто, тс.

Краткие методические указания к выполнению задач

Решение первой задачи. Комплекс расформирования сортировочной станции включает: «входная горловина парка — пути парка приёма — сортировочная горка».

Наличная пропускная способность входной горловины парка приёма определяется с учётом коэффициента ($\gamma_{гор}$) её использования по наиболее загруженному маршруту горловины:

$$n = \frac{n_{пр}^{марш}}{\gamma_{горл}},$$

где $n_{пр}^{марш}$ — по табл. 1;

$$\gamma_{горл} = \frac{\sum \tau n (1 + \rho_\tau) k_{нер}}{\alpha_{горл} 1440 - \sum t_{пост}},$$

где τ — продолжительность занятия маршрута одной операцией $\tau_{пр}$ по табл. 1;

можно принять $\tau_{п. лок.} = 5$ мин и $\tau_{гор. лок.} = 5$ мин для проследования поездных и горочных локомотивов по маршруту);

n — число операций за сутки выполняемых по маршруту ($n_{пр. марш}$ по табл. 1; $n_{п. лок.} = (0,50...0,65) n_{пр. марш}$ и $n_{гор. лок.} = n_{пр. марш}$);

$\rho_T = 0,01$ — коэффициент, учитывающий отказы устройств ЭЦ;

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

$\Sigma t_{пост.} = 30...40$ мин — время на выполнение постоянных операций по ремонту и техническому обслуживанию стрелок;

$k_{нер} = 1,15$ — коэффициент, учитывающий суточную неравномерность количества операций.

Наличная перерабатывающая способность сортировочной горки определяется по формуле:

$$n_{пер} = \frac{1440\alpha_{вр} - \Sigma t_{пост.}}{t_{гор.} (1 + \rho_T) \mu_{повт.}} \text{ составов /сут,}$$

где $\Sigma t_{пост.} = 60...90$ мин — время на выполнение постоянных операций по ремонту, техническому обслуживанию устройств и др.;

$\alpha_{вр} = 0,95...0,97$ — коэффициент, учитывающий потерю времени из-за враждебных передвижений;

$\rho_T = 0,05$ — коэффициент, учитывающий отказы технических устройств горки;

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

$t_{гор.} = t_{росп.} + \Delta t_{зсг} + t_{инт.}$ — горочный технологический интервал (мин) при работе на горке более двух горочных локомотивов и при наличии в составах вагонов запрещённых к спуску на горке (ЗСГ) см. табл. 1.

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

$$\gamma_{гор.} = \frac{n_p t_{гор.} (1 + \rho_T) \mu_{повт.}}{1440\alpha_{вр} - \Sigma t_{пост.}} + \gamma_{гор.},$$

где $\gamma_{гор.} = 0,05$ — 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:

$$n_{пп} = \frac{n_p}{\gamma_{пп}} \text{ составов.}$$

Коэффициент использования пропускной способности путей парка приёма:

$$\gamma_{пп} = \frac{k_{нер} \Sigma n_i t_{зан}^i (1 + \rho_T)}{1440\alpha_{п} \beta m_{пп} - \Sigma t_{пост.}},$$

где n_i — число операций (поездов, составов, локомотивов и др.), для которых технологией работы предусмотрено время занятия путей парка (это n_p , $n_{п. лок.} = 0,65 n_p$ и $n_{гор. лок.} = n_p$ и др.);

$t_{зан} = t_{пр} + t_{зан. тех.} + t_{освоб.}$ — время занятия путей одной операцией, мин ($t_{пр}$ по табл. 1, $t_{освоб.} = 7 \div 10$ мин — время на освобождение пути);

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

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

$\alpha_{п} = 0,65$ — коэффициент, учитывающий влияние движения на подходах пассажирских и сборных поездов;

$\beta = 1,08$ — коэффициент, учитываемый при расчёте числа путей в парке приёма;

$\Sigma t_{пост.}$ — время занятия путей постоянными независимыми от размеров движения операциями, мин (принять 50 — 60 мин);

$k_{нер} = 1,15$ — коэффициент, учитывающий суточную неравномерность количества операций.

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

$$H = 2,977 - 1,143 \gamma_{гор.} - 1,541 \gamma_{пп.}$$

Вывод и рекомендации по увеличению надёжности работы комплекса.

Решение второй задачи. Для расчета норм закрепления вагонов на станционных путях необходимо рассмотреть уравнение равновесия сил, действующих на надежность вагонов, стоящих на пути с уклоном и закрепленных 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 расчете 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 расчетов может быть установлено количество башмаков для закрепления вагонов на путях для предотвращения ухода вагонов.

Уравнение равновесия сил действующих на вагоны:

$$nq_o \frac{n_t}{n} f_o 1000 + nq_o \omega_{\text{тр.ог}} > nq_o \omega_{\text{ср.в.}} + nq_o i_{\text{п}}$$

$$\text{или } \frac{n_t}{n} f_o 1000 + \omega_{\text{тр.ог}} > \omega_{\text{ср.в.}} + i_{\text{п}},$$

где n — общее число осей в группе вагонов;

n_t — число осей, которые закреплены башмаками;

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

$\omega_{\text{тр.ог}}$ — удельное сопротивление вагонов при трогании с места, кгс/тс,

$$\omega_{\text{тр.ог}} = k \frac{28}{q_o + 7} \text{ кгс/тс,}$$

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

q_o — средняя нагрузка на ось вагона, тс;

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

$$\omega_{\text{ср.в.}} = \frac{17,8 [c_x s + (m_{\text{ваг}} - 1) c_{\text{хх}} s]}{(273 + t^o) \sum q_{\text{бр.}}} V_{\text{в}}^2,$$

где C_x и $C_{\text{хх}}$ — коэффициент воздушного сопротивления первого и последующих вагонов (среднее значения $C_x = 1,46$ и $C_{\text{хх}} = 0,88$);

S — площадь поперечного сечения вагонов, м².

Вывод: при каком количестве башмаков условие соблюдается.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. — М.: Транспорт, 2000. — 190 с.
2. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации. — М.: Транспорт, 2000. — 317 с.
3. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации. М.: Транспорт, 2000. — 128 с.
4. Железнодорожные станции и узлы / Под ред. Шубко В. Г. и Правдина Н. В. — М.: УМК МПС, 2002. — 368 с.
5. Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам. — М.: Транспорт, 1984. — 289 с.
6. Захаренко В. С. и др. Безопасность движения поездов на железных дорогах России и Белоруссии. — Минск: Полымя, 1999. — 588 с.
7. Железнодорожные станции и узлы. /Под ред. В. М. Акулиничева/—М.: Транспорт, 1992.—478 с.
8. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчёты) / Под ред. Н. В. Правдина и В. Г. Шубко — М.: Маршрут, 2005. — 502 с.
9. Путь и безопасность движения /Под ред. В. Я. Шульги — М.: Транспорт, 1994.—199 с.

10. Буканов М. А. Безопасность движения поездов в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ и связи. — М.: Транспорт, 1990. — 112 с.

11. Гапеев В. И., Пищик Ф. П., Егоренко В. И. Безопасность движения на железнодорожном транспорте. — Минск: Полымя, 1996. — 360 с.

12. Лисенков В. М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов. — М.: Транспорт, 1992. — 192 с.

13. Климанов В. С. Технические аспекты проблем совершенствования безопасности движения поездов. Уч. пос. — М.: РГОТУПС, 1997. — 90 с.

14. Мудраченко С. В., Родионов А. В., Родионов Р. А. Железнодорожная безопасность. — М.: МПС, 2003. — 190 с.

15. Роль ВНИИЖТ в развитии и повышении эффективности работы инфраструктуры и подвижного состава ОАО «РЖД». Сборник докладов. — М.: Интекст, 2004. — 160 с.