

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Б.Б. Бектурова, О.Т. Балабаев, А.Р. Кенжекеева**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
*К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ*  
*И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ*  
*СТУДЕНТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ*  
*«ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА*  
*ОБЕСПЕЧЕНИЯ*  
*БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ»*

**Караганда 2010**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА ИМ. ПРОФ. А.Н. ДАНИЯРОВА**

**О.Т. Балабаев, Б.Б. Бектурова, А.Р. Кенжекеева**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ  
И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ  
СТУДЕНТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ»  
для студентов специальности 5В090100  
«Организация перевозок, движения  
и эксплуатация транспорта»**

## **Караганда 2010**

**УДК 656.25 (574)**

**Балабаев О.Т., Бектурова Б.Б., Кенжекеева А.Р.** Методические указания к контрольным работам и самостоятельной работе студента по дисциплине «Технические средства обеспечения безопасности на транспорте» для студентов специальности 5В090100 «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта». Караганда: КарГТУ, 2010. 35 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями программы дисциплины «Технические средства обеспечения безопасности на транспорте» и включают все необходимые сведения для выполнения контрольных работ.

Методические указания предназначены для студентов специальности 5В090100 «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта».

Рецензент - член редакционно-издательского совета КарГТУ  
**С.Ж. Кабикенов**, кандидат технических наук, доцент  
кафедры автомобильного транспорта

Утверждено редакционно-издательским советом университета

© Карагандинский государственный технический университет, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Теоретический Материал для самостоятельной работы студента	4
Безопасность движения как центральная проблема железнодорожного транспорта	4
Обеспечение безопасности движения и маневровой работы на станциях	9
Обеспечение безопасности движения на переездах	17
Автоматизированные системы контроля технического состояния подвижного состава	18
Устройства диагностики состояния пути и стрелочных переводов	21
Системы контроля бдительности локомотивной бригады. Система автоматического управления тормозами (САУТ)	24
Оперативно-технологическая связь в информационной среде перевозочного процесса	26
Средства для профотбора, обучения и повышения квалификации персонала	28
Общие положения	30
Методика проведения расчетов	31
Оформление контрольной работы	35
Рекомендуемая литература	35

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Технические средства обеспечения безопасности на транспорте» является курсом кафедры промышленного транспорта для специальности 5В090100 «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта».

Целью данной дисциплины является изучение технических средств обеспечения безопасности на транспорте, получения знаний в области эффективного их применения.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

знать: - устройство, содержание и эксплуатацию технических средств, обеспечивающих безопасность работы железных дорог;

- устройства механизации и автоматизации станционных процессов;

уметь: - давать оценку уровня безопасности движения при совершенствовании технического оснащения объектов железнодорожного транспорта;

- оценивать мероприятия по предотвращению транспортных происшествий при внедрении на железных дорогах прогрессивных технических средств .

Контрольная работа позволяет студентам закрепить полученные знания по дисциплине «Технические средства обеспечения безопасности на транспорте» и приобрести практические навыки внедрения современных технических средств, повышающих безопасность на транспорте.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

## Тема 1. Безопасность движения как центральная проблема железнодорожного транспорта

Безопасность движения поездов и ее основные понятия. Основные нормативные документы, регламентирующие безопасность движения

Безопасность движения - это состояние защищенности транспортной системы от нарушений движения, которые могут нанести вред пассажирам, грузоотправителям, транспортной системе и внешней среде. Последствия случаев отказов и нарушений могут быть самыми разными: гибель, травмы людей, повреждение, разрушение подвижного состава, пути, зданий и сооружений, перерывы в движении и т.д.

Поэтому сложилась система реакций на нарушения и отказы в работе транспорта, которая в процессе своего развития трансформировалась в систему обеспечения безопасности движения (СОБД) (рис. 1).

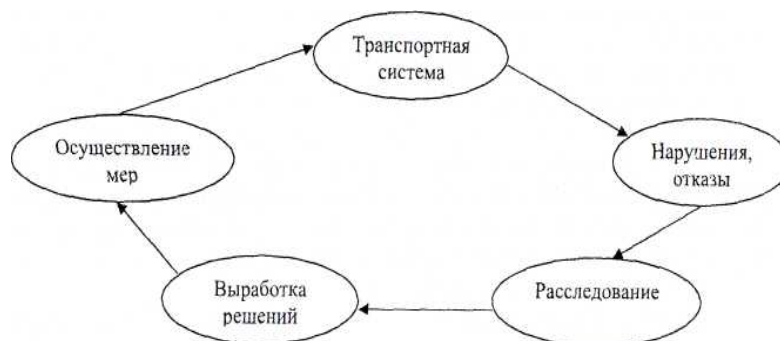


Рисунок 1- Система обеспечения безопасности движения

Основные термины и определения теории безопасности движения - нарушение безопасности движения - это событие выхода параметров транспортной системы за нормативные пределы с определенными негативными последствиями (крушение, авария, брак, отказ);

- обеспечение безопасности движения - это выполнение нормативных требований по содержанию технических средств и управление движением непосредственными исполнителями перевозочного процесса (п. 1.8 ПТЭ);

(надзора) за точностью и полнотой исполнения персоналом технологических процессов по техническому обслуживанию и ремонту технических средств, за остаточным ресурсом технических средств. Основой технической базы должна стать автоматизированная система управления безопасностью (АСУ БД) со следующими функциями:



- автоматизированный контроль (надзор) за исполнением персоналом железных дорог нормативных актов, регламентирующих деятельность в области обеспечения безопасности перевозок;
- автоматизированный контроль остаточного ресурса технических средств;
- автоматизированный расчет вероятностных показателей фактической безопасности перевозок на различных участках железных дорог;
- автоматизированный расчет вероятностных показателей фактической безопасности функционирования технических средств и персонала железных дорог;

Таблица 1

Состояние безопасности движения по АО «НК «КТЖ»

Виды нарушений	Период работы							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
безопасности	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Крушения	2	2						
Аварии	2	3	1			1	2	
Общее количество	1671	1428	887	471	431	373	343	230
Особые случаи брака	359	315	182	90	89	79	71	37
Браки по локомотивному	565	547	372	205	178	171	171	
Браки по вагонному	570	416	237	150	121	114	95	71
Браки по хозяйству пути	277	156	78	41	39	35	28	18
Сходы подвижного	39	36	26	15	25	25	13	15
Сходы на подъездных путях		"	-	-	41	50	70	27

- автоматизированный прогноз безопасности перевозок на различных участках железных дорог;
- автоматизированное формирование оперативных рекомендаций по поддержанию безопасности перевозок пассажиров и грузов.

АСУ БД должна, таким образом, не только автоматизировать сбор информации о крушениях, авариях и браках, а способствовать, прежде всего, предотвращению их возникновения.

Можно выделить два уровня и направления по улучшению состояния безопасности движения:

1. Основа управления безопасностью движения, осуществление контроля за выполнением технологии перевозочного процесса, сбор данных о фактическом выполнении требований по безопасности движения, содержанию технических средств в соответствии с нормативными актами и документами, анализ данных, выработка и реализация управляющих воздействий, направленных на усиление безопасности движения, проверка исполнения управляющих воздействий.

2. Модернизация, обновление подвижного состава, устройств, внедрение технических средств с высоким конструктивным уровнем безопасности движения (приобретение новых локомотивов, вагонов; оборудование локомотивов комплексными устройствами безопасности; внедрение технического контроля за проходом подвижного состава (КТСМ) и неразрушающего контроля состояния его ответственных деталей и узлов; обновление верхнего строения пути, стрелочных переводов; внедрение путевых машин нового типа, малой механизации, автоматической диагностики пути; внедрение новых типов устройств электрической централизации, горочных систем).

Виды нарушений безопасности движения

Нарушения безопасности движения в поездной и маневровой работе на железных дорогах классифицируются (в соответствии с приказом №70 от 19.03.96 г. МТК РК) на крушения, аварии, особые случаи брака.

К крушениям относятся:

столкновения пассажирских или грузовых поездов с другими поездами или подвижным составом, сходы подвижного состава пассажирских или грузовых поездов с рельсов на перегонах и станциях, в результате которых погибли или ранены люди, разбиты локомотивы или вагоны до степени их исключения из инвентаря, возник полный перерыв движения на участке, превышающий нормированное время для ликвидации последствий.

К авариям относятся:

столкновения пассажирских поездов с другими поездами или подвижным составом;

сходы подвижного состава пассажирских поездов с рельсов на перегонах и станциях, не имеющие последствий, указанных выше;

столкновения грузовых поездов с другими грузовыми поездами или подвижным составом;

сходы подвижного состава грузовых поездов с рельсов на двухпутных перегонах, не имеющие последствий, указанных выше, но в результате которых допущен перерыв движения по одному из путей, превышающий нормированное время для ликвидации последствий;

столкновения и сходы подвижного состава с рельсов при маневрах,

экипировке и других передвижениях, в результате которых погибли или ранены люди, разбиты локомотивы или вагоны до степени их исключения из инвентаря, возник полный перерыв движения, превышающий нормированное время для ликвидации последствий.

К особым случаям брака относятся:

столкновения грузовых поездов с другими поездами или подвижным составом;

сходы подвижного состава грузовых поездов с рельсов на перегонах и станциях, не имеющие последствий, указанных выше;

сходы подвижного состава с рельсов при маневрах, экипировке и других передвижениях, не имеющие таких последствий, как при аварии, но которые вызвали повреждение подвижного состава в объеме текущего отцепочного или более сложного ремонта;

прием поезда на занятый путь;

отправление поезда на занятый перегон;

прием и отправление поезда по неготовому маршруту;

проезд запрещающего сигнала или предельного столбика;

перевод стрелки под поездом;

уход подвижного состава на маршрут приема или отправления поезда или на перегон;

излом оси, боковины тележки, надрессорной балки, осевой шейки или колеса;

отправление поезда с перекрытыми концевыми кранами;

неограждение сигналами опасного места для движения поездов при производстве работ;

ложное появление на напольном светофоре разрешающего показания вместо запрещающего или более разрешающего показания;

взрез стрелки;

обрыв автосцепки или хребтовой балки подвижного состава;

порча локомотива с требованием резерва в пассажирском поезде;

отцепка вагона от пассажирского или грузового поезда в пути следования из-за нагревания буксы или других технических неисправностей;

столкновение поезда с автотранспортным средством или другой самоходной техникой, допущенное по вине железнодорожников;

развал груза в пути следования;

отцепка вагона от поезда на промежуточных станциях из-за нарушения технических условий погрузки, угрожающего безопасности движения;

неисправности подвижного состава, пути, устройств СЦБ, связи, контактной сети, энергоснабжения и других технических средств, в результате которых допущен перерыв движения на перегоне хотя бы по одному из путей или задержка поезда на станции сверх установленного времени 1ч и более (за исключением случаев замены острорельсовых рельсов).

Если случай нарушения безопасности движения сочетает в себе несколько видов брака, то он должен быть учтен как наиболее серьезный брак.

Показатели надежности работы технических устройств

В условиях насыщения транспорта техникой повышаются требования к ее безотказности и ремонтпригодности, совершенствованию системы обслуживания. Определим основные 3 понятия безотказной работы системы.

Безотказность - свойство технического средства непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого периода времени или наработки.

Работоспособность - это состояние технического средства, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя значения выходных параметров в пределах, установленных технической документацией.

Отказ - это событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

Долговечность - свойство технического средства сохранять работоспособность в эксплуатации до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность - свойство изделия, которое заключается в его приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей при проведении технического обслуживания и ремонтов.

Основными показателями безотказности работы технических устройств являются:

- вероятность безотказной работы

$$P_0 = \frac{n_{од}}{n_{эк}}, \quad (1)$$

где  $n_{од}$  - число устройств одного типа, безотказно проработавших до момента  $t$ ;  
 $n_{эк}$  - общее число этих устройств;

- параметр потока отказов в расчете на одни сутки

$$\lambda_0 = \frac{m_{от}}{n_{эк} t_c}, \quad (2)$$

где  $m_{от}$  - число отказов однотипных устройств, зафиксированных за  $t_c$  суток наблюдения;

- наработка на отказ

$$T_0 = \frac{\sum_{j=1} n_{эк} \sum_{i=1} m_{от} t}{\sum_{i=1} n_{эк} m_i} \quad (3)$$

где  $t_i$  — время исправной работы  $i$ -го устройства,  
 $m_i$  - число отказов в  $j$ -м комплекте.

Показателем ремонтпригодности является среднее время восстановления  $t_B$  устройства

$$t_b = \frac{\sum_{i=1}^{n} nt_{Bi}}{2a} \quad (4)$$

где  $n$  — число восстановленных устройств данного типа.

В качестве обобщающего показателя надежности технических устройств принята приведенная плотность потока отказов, отражающая затраты времени на восстановление каждого из этих устройств в течение суток

$$\dot{h} = \lambda_0 t_b \quad (5)$$

Контрольные вопросы для СРС:

1. Безопасность движения.
2. Виды нарушений безопасности движения.
3. Основными показателями безотказности работы технических устройств.

## **Тема 2. Обеспечение безопасности движения и маневровой работы на станциях**

Каждый работник станции, связанный с движением поездов, по кругу своих обязанностей несет личную ответственность за безопасность движения поездов. Нарушения безопасности связаны с неправильным выполнением операций по приему-отправлению поездов, маневровой работе или неправильной эксплуатацией технических устройств, связанных с выполнением этих операций. Большинство случаев нарушения условий безопасности связаны с нарушением правил эксплуатации стрелочных переводов. Порядок эксплуатации технических средств станции, в частности стрелочных переводов, устанавливается технико-распорядительным актом станции.

Стрелки, расположенные на главных и приемоотправочных путях, должны находиться в нормальном положении. Нормальным считается положение стрелочного перевода, в котором он должен находиться в свободное от работы время. Переводить стрелки из нормального положения разрешает лицо, руководящее движением поездов и маневровой работой. Нормальное положение стрелок на станционных путях устанавливают так, чтобы по условиям работы стрелку нужно было реже переводить и исключать возможность столкновений и выхода на маршруты приема и отправления, а также на перегон при самопроизвольном движении вагонов и локомотивов. В нормальном положении стрелки, расположенные на концах путей, должны вести подвижной состав на разные пути с учетом их специализации по направлениям движения: стрелки, которые разграничивают маневровые районы и маршруты следования организованных поездов, не должны допускать выхода маневрирующего состава на путь следования поездов, стрелки, входящие в маршруты приема и отправления поездов - выхода в маневровые районы [5].

Проблема безопасности движения на станциях осложняется необходимостью проверки ряда условий, прежде всего связанных с движением по стрелочным переводам. Безаварийный проход подвижной единицы по стрелке гарантируется, если зазор между прижатым острием и рамным рельсом менее 4 мм, а другой острием отведен от рамного рельса на расстояние, не меньшее 125 мм.

Подвижную единицу, возможно, направить на прямой или боковой путь только в случае ее приближения к стрелке со стороны начала острием (в противощерстном направлении). При движении в противоположном направлении (пошерстном) направлении с прямого или бокового пути подвижная единица всегда выходит на прямой путь и, если стрелка установлена в направлении соседнего пути, то перемещение ее острием происходит под действием колесных пар, что называется взрезом стрелки.

Для исключения столкновений при движении по стрелочному переводу он должен быть свободен от подвижного состава в пределах габарита. Стрелочный перевод свободен, если подвижная единица располагается на соседнем пути за предельным столбиком, установленном в том месте, где расстояние между осями сходящихся путей становится равным 4100 мм.

Таким образом, для безопасного движения по стрелкам необходимо освободить их от подвижного состава, установить в соответствующие положение и запереть острием, т.е. приготовить маршрут, который ограничивается светофорами, границами пути или станции.

Для безопасного движения по маршруту необходимо исключить выход его в пределы других подвижных единиц, т.е. исключить враждебные маршруты.

При электрической централизации (ЭЦ) стрелки оборудуют электроприводами, каждый из которых осуществляет перевод, запирает и контроль положения острием стрелки. Главные и приемоотправочные пути, а также стрелки, входящие в поездные и маневровые маршруты, оборудуют рельсовыми цепями.

При ЭЦ проверяются следующие условия безопасности движения: правильность положений стрелок, свобода изолированных участков маршрута, исключение возможности перевода занятых в маршруте стрелок, невозможность открытия светофоров враждебных маршрутов.

Для исключения столкновения подвижных единиц на стрелке необходимо проверить ее свободу с учетом требований габарита. Стрелочная рельсовая цепь может выполнить такую проверку при условии правильного размещения изолирующих стыков. По существующим нормам изолирующие стыки следует располагать на расстоянии 3,5 м от предельного столбика, чтобы свешивающаяся часть подвижной единицы, колеса которой расположены за изолирующими стыками, не выходила за пределы габарита и не мешала движению по стрелке на соседний путь. Изолирующие стыки, которые удовлетворяют этому требованию, называются габаритными.

Перевод входящих в маршрут стрелок должен быть исключен с момента открытия светофора и до проследования их подвижной единицей. Это достигается введением режима замыкания стрелок, т.е. отключения электрических цепей управления стрелочными электроприводами от источника тока.

Габаритными должны быть изолирующие стыки, ограничивающие станционные пути, тупики и бесстрелочные участки в горловинах станций, т.е. изолированные участки, на которых допускается длительная стоянка подвижного состава.

При поездных передвижениях проверяется свобода всех изолированных участков маршрута, а при маневровых - только свобода стрелок, т.к. на станционных путях и участках пути в горловинах допускается стоянка вагонов, движение локомотивов к которым считается обычным.

Поездной светофор закрывается в момент занятия первого изолированного участка маршрута. Маневровые светофоры закрываются в момент освобождения составом изолированного участка перед светофором, а в случае его занятости - первого изолированного участка за светофором.

Перемещение острия стрелки, занимаемой движущимся составом, приводит к сходу его с рельсов. Для исключения этого возможность перевода стрелки ставится в зависимость от свободы стрелочной рельсовой цепи.

Безопасность движения можно гарантировать только при условии его осуществления по разрешающему показанию светофора, в цепи включения которого проверяется окончание перевода и правильность установки стрелок по маршруту. Если в момент смены разрешающего показания на запрещающее, цепи управления светофором перестают проверять условия безопасности движения и в это время ДСП дает ошибочную команду на перевод стрелки в маршрут, то поезд может быть направлен на занятый путь. Следовательно, перевод входящих в маршрут стрелок должен быть исключен с момента открытия светофора и до проследования их подвижной единицей. Это достигается замыканием стрелок, т.е. отключением электрических цепей управления стрелочными электроприводами от источника тока.

В работе станций возникают ситуации, когда ДСП необходимо закрыть светофор и установить маршрут, приготовленный ранее.

Если поезд находится на расстоянии от входного светофора меньшем, чем длина тормозного пути при экстренном торможении, то размыканием стрелок в момент закрытия светофора может привести к проезду светофора и движению по разомкнутым стрелкам. Если же поезд находится на расстоянии, не меньшем тормозного пути при служебном торможении, остановка поезда перед светофором гарантируется и стрелки можно размыкать.

Таким образом, размыкание стрелок ставится в зависимость от наличия поезда на расстоянии тормозного пути на пред маршрутном участке перед открытым светофором. Входной сигнал станции устанавливается от первого

стрелочного перевода при электрической тяге на расстоянии 300 м, при тепловозной - 50 м. Сигнал неудовлетворительной видимости в дневное время устанавливается на расстоянии менее 1000 м.

Это достигается использованием двух режимов замыкания стрелок в ЭЦ - предварительного и полного. Предварительное замыкание происходит в момент открытия светофора при отсутствии поезда на пред маршрутном участке. Закрытие светофора в этом случае приводит к размыканию стрелок с задержкой в 4 с. Полное замыкание осуществляется при наличии поезда на пред маршрутном участке перед открытым светофором. Закрытие светофора не освобождает стрелки от замыкания.

Для повышения уровня безопасности следует совершенствовать устройства СЦБ и автоматики. В настоящее время на железных дорогах функционируют две системы управления стрелками и сигналами - на перегонах и станциях. Единая система сигналов и технических средств для управления стрелками и сигналами на станциях или участках из единого пункта управления называется централизацией. Система автоматики, обеспечивающая разграничение поездов по времени при движении на железнодорожном участке, называется блокировкой. Эксплуатируются две системы блокировки: автоматическая и полуавтоматическая. При автоматической блокировке перегон делится на блок-участки проходными светофорами, имеющими три сигнальных показания: красный, желтый, зеленый. Поезда на перегоне разграничиваются блок-участками при выполнении условий безопасного следования. При полуавтоматической блокировке на перегоне может находиться только один поезд. Сигналы устанавливаются с правой стороны пути по направлению движения поездов.

Аппараты СЦБ должны быть закрыты и запломбированы, вскрывать их могут только уполномоченные работники с соответствующей записью.

При обнаружении неисправностей технических устройств, которые создают угрозу безопасности или могут вызвать задержки поездов, дежурный по станции (ДСП) в первую очередь и немедленно должен сделать запись в журнале осмотра, немедленно известить работника соответствующей дистанции и поставить в известность поездного диспетчера (ДНЦ).

Для обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте ежегодно проводятся весенние и осенние проверки путей, стрелочных переводов и устройств СЦБ. Проверять состояние технических устройств обязательно должны все работники смены при вступлении на дежурство.

Порядок закрепления вагонов на путях станции. Стоящие на станционных путях без локомотива составы поездов, вагоны и специальный подвижной состав должны быть надежно закреплены от ухода тормозными башмаками, стационарными устройствами для закрепления вагонов, ручными тормозами.

Порядок закрепления вагонов и составов устанавливается инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РК и указывается



в техническо-распорядительном акте станции с учетом местных условий. ТРА станции четко регламентируется порядок закрепления и исполнитель закрепления, порядок изъятия тормозных башмаков или отпуск ручных тормозов.

Во всех случаях составы или группы вагонов должны закрепляться тормозными башмаками до отцепки локомотива от состава. На путях, расположенных на уклонах некруче 2,5‰ разрешается после отцепки локомотива от состава использовать автотормоза и только на срок не более 20 мин, после чего вагоны состава обязательно должны быть закреплены тормозными башмаками.

Подвижной состав должен быть закреплен с накатом вагонных колес на полоз тормозного башмака. При закреплении с обеих сторон тормозные башмаки должны укладываться под крайние вагоны.

При возникновении опасности ухода подвижного состава на перегон работники станции обязаны немедленно использовать все имеющиеся в их распоряжении средства для его остановки.

При закреплении вагонов на станционных путях необходимо руководствоваться следующими минимальными нормами [5]:

- на горизонтальных путях и путях с уклонами до 0,0005 включительно - по одному тормозному башмаку для закрепления любого количества вагонов с обеих сторон (состава, группы вагонов или одиночного вагона);

- на путях с уклонами более 0,0005 нормы закрепления определяются по расчетным формулам, приведенным в прил. 2 ИДП РК и указываются в ТРА станции: на путях с уклоном - на каждые 200 осей груженых вагонов количество башмаков должно быть равно величине уклона  $i$  в тысячных, увеличенное на два

$$n_{\text{баш}} = \frac{n_{\text{осей}}(i+2)}{200} \quad (7)$$

при закреплении порожних вагонов на путях с уклоном количество тормозных башмаков должно быть равно величине уклона в тысячных, увеличенное на 3 на каждые 200 осей

$$n_{\text{баш}} = \frac{n_{\text{осей}}(i+3)}{200} \quad (8)$$

- на станционных путях с сильно замасленными поверхностями рельсов (пути погрузки наливных грузов, очистки и промывки цистерн и т.п.), указанные в пункте 1 прил. 2 ИДП нормы закрепления увеличиваются в 1,5 раза.

На путях с ломаным профилем нормы закрепления составов поездов или групп вагонов, располагающихся в пределах всей длины путей, исчисляются по средней величине уклона для всей длины пути. Если вагоны оставляются на

отдельных отрезках путей, то их закрепление тормозными башмаками должно производиться по нормам, соответствующим фактической величине уклона данного отрезка.

При закреплении поданной под выгрузку группы вагонов тормозные башмаки должны укладываться под вагоны, которые подлежат разгрузке в последнюю очередь, или норматив закрепления для них должен исчисляться в соответствии с подпунктом 1.2.3 прил. 2 ИДП.

Запрещается использовать для закрепления вагонов тормозные башмаки с обледенелым или замасленным полозом.

На путях с уклонами башмаки укладываются со стороны спуска. На уклонах более 0,0005 до 0,001 включительно вагоны закрепляются дополнительно одним тормозным башмаком и со стороны, противоположной спуску.

При сильном (более 15 м/с) ветре, направление которого совпадает с направлением возможного ухода вагонов, исчисленная в соответствии с п.1 прил. 2 ИДП норма закрепления (на каждые 200 осей закрепляемой группы) увеличивается укладкой под колеса вагонов трех дополнительных тормозных башмаков, а при очень сильном (штормовом) ветре - семи тормозных башмаков.

Устройства для механизации и автоматизации станционных процессов. Для автоматизации управления стрелками в процессе роспуска составов применяется горочная автоматическая централизация - ГАЦ. На сортировочных горках эксплуатируются две системы ГАЦ: БГАЦ-ЦНИИ (блочная) и ГАЦ-КР (с контролем роспуска) 161.

Первая система ГАЦ была разработана А.М. Брылевым и Н.М. Фонаревым в 1948 г.

На механизированных, автоматизированных горках централизуют все стрелки распределительной зоны, сигналы и замедлители с управлением ими с одного горочного поста. Перед горбом горки устанавливают горочный светофор с маршрутным указателем.

Наиболее распространена система БГАЦ-ЦНИИ. Ее можно применять на горках, имеющих не более 8 пучков по 8 путей в каждом (64 маршрута). Маршрутное задание вводится в систему ГАЦ оператором заблаговременно или непосредственно перед скатыванием отцепа, после чего это задание автоматически транслируется (передается) от стрелки к стрелке перед движущимся отцепом. В системе БГАЦ-ЦНИИ предусмотрены три режима работы горочной централизации: программный-накопление маршрутов заблаговременно не менее, чем для пяти отцепов (при наличии АЗСР—для всего состава); маршрутный-маршрут задается непосредственно перед подходом отцепа к рельсовой цепи головной стрелки; ручной - каждая стрелка переводится индивидуально стрелочным коммутатором с пульта.

Во всех режимах стрелки, участвующие в распределении отцепов по путям сортировочного парка, в маршрутах не замыкаются, и оператору предоставлена возможность в любой момент вмешаться в работу ГАЦ.

Система ГАЦ-КР предназначена для автоматической реализации программы роспуска составов, достоверного контроля ее исполнения с выдачей результатов контроля на печать. Она обеспечивает:

- комплексный контроль головной зоны сортировочной горки, контроль свободности нормированного участка, фиксацию проследования вагонов в зоне расцепа, контроль прохода длиннобазного вагонов, наличие вагона или неправильного расцепа отцепов;
- автоматическое управление стрелками распределительной зоны сортировочной горки в процессе скатывания отцепов;
- слежение за движением отцепов в распределительной зоне и трансляцию при этом кода адреса каждого отцепа;
- хранение информации о номере, фактическом количестве вагонов изданном маршруте отцепов в распределительной зоне;
- выдачу данных на печать о номере, количестве вагонов, заданном маршруте, а при нарушениях программы роспуска о фактическом исполнении маршрута отцепа;
- выдачу оперативной информации на устройства индикации пульта управления и пульта электромеханика;
- выдачу информации о количестве вагонов в двух отцепах на световой указатель для расцепки.

Таким образом, система ГАЦ-КР автоматизирует не только процесс управления стрелками, но и контроль выполнения программы роспуска, выдавая оператору исполненный сортировочный листок на расформировываемый состав.

На вершине горки устанавливается разъединитель тормозных рукавов вагонов и электромеханический расцепитель автосцепок вагонов для расцепления вагонов.

Система работает в четырех режимах: программном, автоматическом, маршрутном и ручном.

Система автоматического регулирования скорости отцепов-АРС-предназначена для поддержания необходимых интервалов между скатывающимися отцепами, определения требуемой скорости выхода с тормозных позиций, управления замедлителями и обеспечения необходимой дальности пробега отцепов при безопасной скорости их соударения. Система предназначена для регулирования скорости движения отцепов в предгорочном парке на длине 360 м. Она содержит устройства вычисления весовой категории отцепов, измерения ходовых свойств на измерительном участке и скорости их движения (с помощью радиолокационного скоростемера с длиной волны 8 мм).

Система АРС ЦНИИ на основании информации о весовой категории, длине, ходовых свойствах каждого отцепа, а также данных о маршрутах следования

отцепов с учетом конкретных ситуаций, складывающихся в зоне тормозных позиций, вырабатывает значения скоростей выхода из тормозных позиций, которые реализуются в процессе скатывания этих отцепов.

Первая тормозная позиция (I ТП) в системе предназначена для интервального регулирования, вторая тормозная позиция (II ТП) служит для интервально-прицельного регулирования (с приоритетом интервального регулирования), а третья тормозная позиция (III ТП) осуществляет прицельное регулирование.

Общие принципы функционирования системы АРС ГТСС можно сформулировать следующим образом. Система на основании данных о весовой категории отцепа, категории его длины, номера пути назначения, а также длины свободной части этого пути вырабатывает программу работы тормозных позиций. Программа представляет собой перечень скоростей выхода отцепа из каждого замедлителя на пути скатывания этого отцепа. Скорости выхода отцепов из I и II ТП (интервальное регулирование), выбираются таким образом, чтобы скорости подхода этих отцепов соответственно к II и III ТП были одинаковы для всех отцепов независимо от их ходовых свойств. Для реализации указанного принципа при возможных изменениях внешних условий в системе АРС ГТСС предусмотрены элементы самонастройки. Прицельное регулирование в системе осуществляется при помощи III ТП, скорость выхода отцепов из которой определяется расчетом.

Указанная программа реализуется в процессе скатывания отцепов с горки путем торможения отцепов на тормозных позициях. При этом возможно корректирование программы работы тормозных позиций.

Автоматизация процесса роспуска составов с переменной скоростью может обеспечиваться совместной работой системы автоматического задания скорости роспуска составов - АЗСР и телеуправления горочным локомотивом - ТГЛ: первая устанавливает и задает значения скорости роспуска составов при подходе определенных отцепов к вершине горки, а вторая реализует их.

Система АЗСР обеспечивает роспуск составов с переменной скоростью в зависимости от длины отцепов и места разделения маршрутов их следования для ускорения расформирования за счет большей средней скорости роспуска составов. Система имеет блок предварительного накопления информации об отцепах и реализует 15 интервалов скорости роспуска в пределах 3-9 км/ч с дискретностью 0,5 км/ч. Индикатор выдает информацию о каждом трех последующих отцепах, скатывающихся с горки. Показания горочного светофора дублируются в кабине машиниста маневрового локомотива.

Для предварительного накопления информации применяется горочное оперативное запоминающее устройство-ГОЗУ. Считываемая в процессе роспуска составов информация поступает в АЗСР, где происходит вычисление скорости роспуска. Применение АЗСР позволяет повысить среднюю скорость роспуска составов с 5,5 км/ч до 6,0 км/ч, т.е. примерно на 10 %.

Скорость, с которой очередной отцеп должен надвигаться на горку, определяется в процессе роспуска с опережением на один отцеп, т.е. скорость роспуска для второго отцепа вычисляется до скатывания с горба горки первого отцепа. После отделения от состава первого отцепа определяется скорость роспуска для третьего отцепа и выдается задание на реализацию скорости, ранее вычисленной для второго отцепа. Одновременно система АЗСР на основе информации о маршруте следования и длине отцепов осуществляет программное управление ГАЦ и включение световых цифровых указателей количества вагонов в двух смежных отцепах. Верхний указатель показывает количество вагонов в первом (спускаемом в данный момент), а нижний-во втором (последующем) отцепах. Составитель по этим показаниям расцепляет состав.

Контрольные вопросы для СРС:

1. Инструкция по движению поездов.
2. Горочная автоматическая централизация.

### **Тема 3. Обеспечение безопасности движения на переездах**

Место пересечения железных дорог в одном уровне с автомобильными дорогами, трамвайными путями, троллейбусными линиями называют-переездом [4,5].

Столкновение автомобилей с подвижным составом приводит к наиболее тяжелым последствиям. Вместе с тем железнодорожные переезды являются местами длительных задержек транспортных средств.

Для обеспечения безопасности все переезды оборудуют соответствующими средствами сигнализации, информации и контроля.

Главное требование, предъявляемое к переездам,-это их исправное состояние и хорошая видимость подходов. Видимость считается удовлетворительной, когда на расстоянии 50 м от переезда водителю автотранспортного средства виден приближающийся с любой стороны поезд не менее чем за 400 м, а машинисту локомотива виден переезд не менее чем за 1000 м. Чтобы обеспечить такую видимость, переезд, как правило, располагают на прямых участках пути и под прямым углом к путям.

В зависимости от интенсивности и скорости движения поездов и автотранспортных средств, а также от условий видимости переезды делятся на регулируемые и нерегулируемые. Обязанность дежурного по переезду—обеспечение безопасного движения поездов и автотранспорта. Он своевременно открывает и закрывает переезд, подает установленные сигналы, наблюдает за состоянием проходящих поездов и, обнаружив неисправность, угрожающую безопасности движения, принимает меры к их остановке. Переезды оборудуются шлагбаумами с обеих сторон на расстоянии 8.5 м от ближайшего рельса. Высота

шлагбаума в закрытом положении 1.25 м. При двухстороннем движении он перекрывает переезд с правой стороны на  $\frac{2}{3}$  проезжей части, оставляя с левой стороны неперекрытой часть дороги шириной 3 м. Фонари на заградительных брусках при закрытом положении шлагбаума показывают в сторону автодороги красный огонь, а при открытом-прозрачно-белый. Шлагбаумы бывают автоматического действия и с ручным управлением (при помощи механической лебедки). При приближении поезда на переездах с автоматическими шлагбаумами и с автоматической переездной сигнализацией начинает действовать звуковой сигнал, загораются красные мигающие огни на шлагбаумах и светофорах, ограждающих переезд со стороны подхода автотранспорта, и через определенное время шлагбаумы автоматически закрываются. Светофорами автоматической оповестительной сигнализации могут быть оборудованы переезды и с ручным управлением, и без заградительных шлагбаумов. Начало подачи сигнала рассчитано так, чтобы переезд можно было освободить до подхода поезда. Светофоры в этом случае устанавливаются на обочине автомобильной дороги с правой стороны не ближе 6 м от крайнего рельса. Заградительные светофоры устанавливаются с правой стороны железнодорожного пути на расстоянии не менее 15 м и не более 800 м от переезда. Нормально заградительный светофор не освещается и сигнального значения не имеет.

Безопасность и наибольшая пропускная способность железнодорожного переезда обеспечивается следующими основными условиями и мероприятиями:

соблюдением водителями и пешеходами установленных правил движения по железнодорожным переездам;

достаточным расстоянием видимости переезда для водителей и машинистов локомотивов;

достаточной шириной полосы движения и числом полос на переезде:

наличием и исправностью предупредительной информации и сигнализации на переезде.

Контрольные вопросы для СРС:

1. Железнодорожный переезд.
2. Виды переездов.

#### **Тема 4. Автоматизированные системы контроля технического состояния подвижного состава**

До 40 % всех нарушений безопасности движения приходится на вагонное и путевое хозяйство.

К неисправностям подвижного состава, ведущим к нарушениям безопасности движения, относят: излом оси, осевой шейки или бандажа

колесной пары, грение букс, разрушение роликовых подшипников, заклинивание колесных пар, падение на путь деталей вагонов, разрыв поездов вследствие неисправности автосцепки, хребтовой балки, саморасцеп автосцепки. ПТЭ установлены строгие требования к техническому состоянию подвижного состава и определены нормы неисправностей, с которыми запрещается эксплуатировать подвижной состав. В частности, расстояние между внутренними гранями колесной пары должно быть не более 1443 мм и не менее 1439 мм, толщина гребня не более 33 мм и не менее 28 мм, прокат не более 5 мм, толщина обода не менее 35 мм. Запрещается эксплуатировать колесные пары со следующими дефектами: с трещинами, с кольцевыми выработками, с наплывами металла и т.д.

Автоматизированные системы контроля технического состояния подвижного состава позволяют своевременно выявить и устранить появляющиеся в процессе эксплуатации неисправности ходовых частей подвижного состава и тем самым предупредить возникновение необратимых отказов, способных привести к авариям и крушениям, увеличить скорости движения поездов, сократить затраты времени на техническое обслуживание составов, увеличить расстояния безостановочного пробега поездов без технического обслуживания вагонов, облегчить условия труда линейных работников вагонного хозяйства.

К средствам автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда (далее - средства контроля) относятся стационарные системы обнаружения отдельных видов неисправностей подвижного состава, которые являются дополнительными средствами повышения безопасности движения поездов.

Поезда, в которых с помощью средств контроля обнаружены неисправные вагоны (локомотивы), останавливаются на станции (при выработке сигнала "Тревога" аварийного уровня) или на подходе к станции (при выработке сигнала "Тревога" критического уровня), где расположены эти средства контроля, для осмотра, устранения неисправностей или отцепки вагона (локомотива).

Средства контроля на каждом пункте их установки включают в себя перегонное и станционное оборудование, связанное между собой кабельной линией связи. Перегонное оборудование в свою очередь подразделяется на напольное и постовое, а станционное-на регистрирующее и сигнализирующее.

Напольное оборудование средств контроля устанавливается непосредственно на пути и предназначено для считывания информации с подвижного состава. Сигналы от напольного оборудования поступают по кабелю к постовому оборудованию, размещенному в специальном помещении в непосредственной близости от напольного.

После обработки сигналов устройствами постового оборудования информация о состоянии проконтролированного подвижного состава передается к станционному оборудованию и регистрируется устройствами этого

оборудования. При этом регистрируются данные о наличии, месте расположения в поезде неисправных подвижных единиц (локомотив, вагон), виде их неисправности, месте расположения неисправных узлов в подвижной единице и ряд вспомогательных данных (общее количество подвижных единиц в поезде, количество неисправных подвижных единиц, время контроля поезда, степень аварийности выявленной неисправности, результаты автоматического контроля исправности оборудования средств контроля).

В момент обнаружения средствами контроля неисправных подвижных единиц соответствующие сигналы об этом со станционного оборудования передаются на сигнальный световой указатель, установленный между перегонным оборудованием и входным сигналом станции, или на речевой информатор для извещения машиниста поезда и на сигнализирующее оборудование для извещения дежурного персонала станции.

Сигнализирующее оборудование средств контроля выдает звуковые и световые сигналы тревоги. При этом, в зависимости от степени аварийности, вида неисправности подвижного состава и типа средства контроля выдаются сигналы тревоги пред аварийного уровня "Тревога 0" (не требующие остановки поезда), аварийного уровня "Тревога 1" (требующие остановки поезда на станции или перегоне в зависимости от типа средств контроля) и критического уровня "Тревога 2" (требующие остановки поезда на перегоне).

Средства контроля на каждом пункте их установки применяются комплексно. При этом базовым средством, обладающим конструктивной и функциональной завершенностью и позволяющим самостоятельно работать в условиях эксплуатации, как правило, является система обнаружения перегретых букс, а все остальные средства контроля в качестве подсистем могут только дополнять ее на тех или иных пунктах контроля.

В состав средств контроля входят:

системы обнаружения перегретых букс (ПОНАБ-3, ДИСК-Б, ДИСК2-Б, КТСМ-01, КТСМ-01Д);

системы обнаружения заторможенных колесных пар (ДИСК-Т, ДИСК2-Т);

системы обнаружения волочащихся деталей (ДИСК-В, ДИСК2-В);

системы обнаружения дефектов колес по кругу катания (ДИСК-К, ДИСК2-К);

5) системы обнаружения отклонений верхнего габарита подвижного состава (ДИСК2-Г);

6) системы обнаружения перегруза вагонов (ДИСК2-3).

Системы обнаружения перегретых букс обеспечивают контроль бесконтактным методом температуры корпусов букс (для систем ДИСК также и ступицы колеса), характеризующей техническое состояние буксовых узлов, распознавание по определенным критериям неисправных букс, передачу и регистрацию информации о наличии и расположении таких букс в поезде. При



этом все типы систем выдают сигнал "Тревога 1". Сигнал Тревога 2" выдается системами ДИСК-Б, ДИСК2-Б, а сигнал "Тревога 0" - только системой ДИСК2-Б.

Системы обнаружения заторможенных колес обеспечивают контроль бесконтактным методом температуры ступиц колес каждой подвижной единицы, характеризующей передачу тепла в эти элементы колесной пары при трении тормозных колодок об обод колеса, распознаванием по определенным критериям подвижной единицы с неисправным тормозным оборудованием, передачу и регистрацию полученной информации. При этом системы выдают сигналы "Тревога 1".

Системы обнаружения волочащихся деталей вырабатывают сигнал наличия волочащейся детали при механическом соударении узлов и деталей подвижной единицы, выходящих за пределы нижнего габарита подвижного состава, с элементами напольного электромеханического датчика и обеспечивают передачу и регистрацию информации о наличии и месте расположения волочащейся детали. При этом системы вырабатывают сигнал "Тревога 2" (для систем ДИСК-В, ДИСК2-В) или регистрируют специальный знак (при сопряжении с ПОНАБ-3) на бланке регистрирующего устройства.

Системы обнаружения дефектов колес по кругу катания обеспечивают контроль динамического воздействия колеса на рельс, характеризующего величину и вид дефекта на поверхности катания колеса, выделение по определенным критериям сигнала информации в случаях, когда динамическое воздействие колеса на рельс превышает заданное пороговое значение, передачу и регистрацию сигналов информации о расположении неисправных подвижных единиц в поезде и колес в подвижной единице.

Контрольные вопросы для СРС:

1. Виды неисправностей подвижного состава.
2. Системы обнаружения не исправностей подвижного состава.

## **Тема 5. Устройства диагностики состояния пути и стрелочных переводов**

Главной задачей работников путевого хозяйства является обеспечение безопасного и бесперебойного движения поездов с установленными скоростями и нагрузками от колесной пары на рельсы. Все элементы железнодорожного пути (земляное полотно, верхнее строение и искусственные сооружения) по прочности, устойчивости и состоянию должны это обеспечивать.

Деформируемость железнодорожного пути и его отдельных элементов обуславливается влиянием эксплуатационных условий и рядом природных факторов.

К важнейшим характеристикам эксплуатационных условий относятся скорости движения грузовых и пассажирских поездов, нагрузки от колесной пары на рельсы, грузонапряженность в год. Совокупность этих характеристик определяет работу верхнего строения пути и степень интенсивности накопления остаточных деформаций.

К числу природных факторов относятся температура, влажность воздуха, атмосферные осадки, глубина промерзания грунтов, повторяемость и скорость ветров.

Для поддержания пути в исправном состоянии проводятся следующие основные виды планово-предупредительных ремонтов [8]:

- текущее содержание пути (выправка пути, подбивка шпал, рихтовка пути, регулировка ширины колеи, одиночная смена скреплений и шпал, очистка рельсов, выправка стрелочных переводов с подбивкой шпал и брусьев);

- подъемочный ремонт пути (сплошная выправка пути, срезка загрязненной корки, замена загрязненного или очистка щебеночного балласта, планировка и оправка балластной призмы, срезка обочины и очистка водоотводных сооружений);

- средний ремонт пути (ликвидация остаточных деформаций в балластном слое со сплошной очисткой, обновлением или добавлением чистого балласта, оздоровление шпального хозяйства);

- капитальный ремонт пути (сплошная смена рельсов, оздоровление или усиление балластного слоя, шпального хозяйства и земляного полотна);

- сплошная смена рельсов новыми;

- сплошная смена рельсов старогодными.

Основной задачей контроля рельсовой колеи является своевременное обнаружение отклонений параметров колеи от установленных норм для предупреждения выхода этих отклонений за пределы допусков. Периодичность контроля зависит от эксплуатационных условий, конструкций пути и его состояния, инженерно-геологических условий и особенностей природно-климатических факторов. Контроль рельсовой колеи заключается в проверке ширины колеи и взаимного положения головок рельсов по уровню с помощью путевых шаблонов. Путевые шаблоны делятся на рабочие и контрольные. Рабочий путевой шаблон применяется в процессе производства путевых работ на перегонах и станциях, при сборке звеньев рельсошпальной решетки.

Контрольный путевой шаблон служит для измерения ширины колеи, взаимного положения поверхностей катания головок рельсов по уровню, расстояний между рабочими гранями сердечника крестовины и контррельса, между рабочими гранями контррельса и усовика на крестовине, ординат переводных кривых.

Для проверки рельсовой колеи применяются следующие виды шаблонов [8]:

1. Измерительный путевой шаблон ЦУП-2Д позволяет измерять только ширину колеи и взаимное положение головок рельсов по уровню.

2. Путьевые тележки (трех-колесная и четырехколесная) измерительная тележка конструкции Д.Д. Матвеевко производят непрерывную проверку состояния колеи по шаблону и уровню с автоматической записью результатов измерений.

3. Путьеизмерительный вагон служит для систематического сплошного контроля рельсовой колеи.

- Тележки для измерения неровностей на поверхности катания рельсовых нитей.

- Прибор ВНИИЖТ для измерения износа рельсов позволяет определять вертикальный, горизонтальный износ рельсов.

- Прибор ВНИИЖТ для измерения подуклона рельсов. Исправное состояние стрелочных переводов определяется отсутствием недопустимых повреждений и отклонений от норм содержания. Контроль в местах контрольных измерений стрелочных переводов проводится с помощью шаблона ЦУП-3Д.

ПТЭ запрещают эксплуатировать стрелочные переводы при следующих неисправностях:

разъединение стрелочных острижков;

отставание острижка от рамного рельса, подвижного сердечника крестовины от усовика на 4 мм и более;

выкрошивание острижка на главных путях более 200 мм, на приемо-отправочных - более 300 мм, на прочих - более 400 мм;

понижение острижка против рамного рельса на 2 мм и более;

излом острижка, крестовины или рамного рельса;

разрыв одного контррельсового болта;

расстояние между рабочей гранью сердечника крестовины и рабочей гранью головки контррельса менее 1474 мм;

расстояние между рабочими гранями головки контррельса и усовика более 1435 мм.

Большое влияние на безопасность движения оказывает исправность рельсов. В процессе эксплуатации в рельсах возникают различные дефекты. К дефектам относятся [8]:

отслоение или выкрошивание металла по поверхности катания;

поперечные трещины в головке рельса и изломы из-за них;

продольные, вертикальные и горизонтальные трещины в головке рельса;

смятие и неравномерный износ головки рельса;

дефекты и повреждение шейки рельса;

дефекты и повреждение подошвы рельса;

изломы рельса по всему сечению;

изгибы рельса в вертикальной и горизонтальной плоскости.

В зависимости от вида и степени повреждения рельсы подразделяются на остродефектные и подлежащие немедленной смене, и дефектные, заменяемые в плановом порядке.

Для выявления дефектных рельсов проводится дефектоскопия [8]. Существуют следующие методы дефектоскопии:

визуально-акустический (с помощью зеркала, щупа, молоточка, лупы);  
магнитный;  
токовихревой;  
ультразвуковой.

Применяемые в настоящее время дефектоскопы можно подразделить на три группы:

стационарные,  
перемещаемые по пути для непрерывной проверки одновременно обеих рельсовых нитей (смонтированные в цельнометаллическом вагоне, на тележке);  
переносные.

При оценке состояния пути учитывают также состояние стыковых скреплений (по исправности резьбы гаек и болтов, пружинных шайб и т.д.); промежуточных скреплений - с помощью стыкоизмерителей ВНИИЖТа, КБ ЦШ типа ИЭСС-2;

подрельсовых оснований (проверка шпал) - визуальный осмотр;  
балластного слоя - визуальный осмотр;  
земляного полотна - с помощью сейсмического зондирования и «просвечивания» (применяются сейсморазведочные установки).

Контрольные вопросы для СРС:

1. Виды планово-предупредительных ремонтов пути.
2. Периодичность контроля пути.

## **Тема 6. Системы контроля бдительности локомотивной бригады. Система автоматического управления тормозами (САУТ)**

Существует ряд систем контроля бдительности локомотивной бригады [9, 10, 11,12]:

автоматическая локомотивная сигнализация АЛСН;  
устройства контроля бдительности машиниста при движении на запрещающий сигнал;  
устройства автоматической остановки поезда (автостоп);  
устройство «Дозор-Л 132»;  
устройство контроля бдительности машиниста УКБМ;  
индикатор бодрствования машиниста.

При автоматической локомотивной сигнализации локомотивные светофоры должны давать показания, соответствующие показаниям путевых светофоров, к которым приближается поезд. При движении только по показаниям локомотивных светофоров эти светофоры должны давать показания в зависимости от занятости или свободности впереди лежащих блок-участков.

Локомотивные светофоры устанавливаются в кабине машиниста. АЛС должна дополняться автостопом с устройствами проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда.

АЛС состоит из светофоров и приборов, устанавливаемых в кабине машиниста, и устройств, размещенных в релейных шкафах на перегоне. Последние передают показания путевых светофоров в кабину локомотива и при необходимости автоматически останавливают поезд или регулируют скорость в соответствии с ними. На сети действует непрерывная АЛС. В ней показания на локомотивном светофоре изменяются в любой точке пути. Для передачи сигналов с пути на локомотив используются рельсовые цепи автоблокировки.

В локомотивной сигнализации непрерывной системы применяется пятизначный локомотивный светофор со следующими сигнальными огнями:

зеленый - на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит зеленый огонь;

желтый - на путевом светофоре желтый;

желтый с красным - на путевом светофоре красный;

красный — локомотив проехал путевой светофор с красным огнем;

белый — поезд следует по пути, не оборудованному АЛСН.

Автостоп в устройствах АЛС не имеет абсолютного действия, так как машинист нажатием рукоятки бдительности предупреждает срабатывание тормозов и экстренное торможение заменяет служебным, например, при проезде условно-разрешающего сигнала или входного светофора по пригласительному огню. Чтобы повысить бдительность машиниста, автостоп дополнен контролем скорости с абсолютным действием и рукояткой, которую необходимо нажимать периодически.

Устройство контроля бдительности машиниста при движении на запрещающий сигнал Л-116 разработано ПКБ ЦТ МПС. Одно из устройств (Информационное письмо Р1131Ин) выполнено применительно к АЛС двухсекционных локомотивов, каждая секция которых оборудована своим комплектом АЛС, другое (Информационное письмо Р1179) - для односекционных, двухкабинных локомотивов, а также для двухсекционных, имеющих один комплект АЛС на две секции.

Повышение эффективности контроля бдительности достигается тем, что в случае вступления на блок-участок перед запрещающим напольным светофором (при движении по красному с желтым огню локомотивного светофора) машинист при периодических проверках бдительности для того, чтобы нажать дополнительно устанавливаемую рукоятку, должен встать.

Устройство автоматической остановки поезда (световая сигнализация с блоком Л-143), разработанное ПКБ ЦТ МПС, предусматривает периодическую проверку бдительности кроме звукового сигнала, световой сигнализацией, предваряющей световой сигнал.

Сигнальные лампы мигают с частотой 1,5-4 Гц ярким или тусклым светом (в зависимости от положения специального тумблера до свистка, подаваемого электропневматическим клапаном. Если машинист в течение 5-7 с мигания ламп не нажмет на рукоятку бдительности, сработает автостоп, после свистка клапана нажатие рукоятки уже не предотвратит срабатывание автостопа. Для того, чтобы он не сработал, машинист должен встать в течение 6-7 с после свистка и нажать на дополнительную рукоятку. Если этого не сделать, произойдет экстренное торможение поезда.

Устройство также обеспечивает периодическую проверку бдительности машиниста через 60-90 с с помощью мигающей световой сигнализации при движении поезда по зеленому огню локомотивного светофора, а также по белому огню на некодированном участке. Если поезд движется по желтому или красному с желтым на локомотивном светофоре, то бдительность машиниста контролируется через 30-40 с. При этом отменить очередную проверку бдительности, нажав на рукоятку бдительности до подачи светового сигнала, невозможно.

Эта система дополнена устройством, предназначенным для автоматической экстренной остановки поезда при внезапной потере машинистом способности управлять движением поезда (разработана ПКБ ЦТ МПС). Оборудованные им локомотивы можно обслуживать в одно лицо. Устройство обеспечивает контроль скорости 20 км/ч при красном огне локомотивного светофора; контроль скорости при красном с желтым огне; однократную проверку бдительности при сменах огней на локомотивном светофоре; периодическую проверку бдительности через каждые 30-40 с при огнях локомотивного светофора красном, красном с желтым и белом на кодированных участках; периодическую проверку бдительности через 60-90 с при зеленом, желтом и белом огнях локомотивного светофора на некодированных участках.

Контрольные вопросы для СРС:

1. Система автоматического управления тормозами.
2. Автоматическая локомотивная сигнализация.

## **Тема 7. Оперативно-технологическая связь в информационной среде перевозочного процесса**

Для организации перевозочного процесса и управления работой подразделений железнодорожного транспорта, связанных с обеспечением

безопасности движения поездов, используют различные виды технологической связи. Связь, предназначенную для решения задач оперативного характера, называют оперативно-технологической ОТС [13].

ОТС классифицируют на:

магистральную (дорожно-распорядительная ДРС и связь совещаний СС);  
дорожную;  
отделенческую;  
местную.

ДРС служит для регулирования вагонопотоков и распределения подвижного состава между отделениями перевозок. Ее организуют между ДГП (распорядительными отделами Департамента движения) и дежурными по отделениям, дежурными по станциям ДСП сортировочных, участковых и отдельных крупных грузовых.

Местная или станционная распорядительная связь СРС позволяет выполнять все виды работы на станциях. Ее организуют между станционным диспетчером и дежурными по паркам, сортировочным горкам, ПТО и др.

Для оперативного руководства работой применяют следующие виды отделенческой связи:

- поездную диспетчерскую связь (ПДС) - для переговоров поездного диспетчера ДНЦ с дежурными отдельных пунктов участка;
- энерго диспетчерскую связь (ЭДС) - для оперативного руководства энергоснабжением электрифицированных участков;
- вагонную диспетчерскую связь (ВДС) - для переговоров работников отделения со станциями по вопросам распределения и использования вагонного парка;
- служебную связь электромехаников (СЭМ) - для оперативного руководства работой технического персонала дистанций СЦБ и связи;
- линейно-путевую связь (ЛПС) - для оперативного руководства работой технического персонала дистанций пути;
- информационную связь - для передачи сведений о подходе поездов и составе грузов на сортировочных станциях;
- постанционную связь (ПС) - для служебных переговоров работников промежуточных станций, разъездов между собой и прилегающими участковыми станциями;
- поездную межстанционную связь (МЖС) - для переговоров дежурных смежных станций по вопросам движения поездов;
- перегонную связь (ПГС) - для переговоров линейных работников, находящихся на перегоне, с дежурными ближайших станций, поездным диспетчером, энергодиспетчером и т.д.

Контрольные вопросы для СРС:

1. Виды связей на железнодорожном транспорте.

## **Тема 8. Средства для профотбора, обучения и повышения квалификации персонала**

Удовлетворение высоких требований, предъявляемых к качеству управления движением поездов возможно лишь при высокой квалификации специалистов, непосредственно связанных с этим, а именно, ДНЦ, ДСП, дежурных по посту централизации. Их обучение проводится в условиях реального движения поездов, а квалификация определяется действиями в сбойной ситуации при нарушении планового графика. До последнего времени методика обучения специалистов службы движения складывалась из двух составляющих: пассивного дублирования работы действующего ДНЦ и реализация управлений при имитации сбойных ситуаций. Т.к. обучать действиям в чрезвычайных ситуациях в условиях реального движения поездов невозможно, актуальным является создание автоматизированных средств обучения (тренажеров) для специалистов службы движения. Тренажеры позволяют моделировать движение поездов и работу связанных с ним систем.

Тренажеры диспетчеров - лиц, принимающих решение ЛПР, - обладают рядом особенностей по сравнению с тренажерами для лиц, управляющих транспортным средством. В тренажерах для диспетчеров больше внимания уделяется моделированию технических средств получения видео- и аудиоинформации, по которой диспетчер оценивает ситуацию, складывающуюся в управляемой системе. Тренажеры ЛПР требуют моделирования движения не одного-двух транспортных средств, а большего их количества, а, следовательно, и более подробного моделирования систем, через которые они взаимодействуют: система энергоснабжения, система обеспечения безопасности движения поездов, система диспетчерской централизации.

Повышение требований к технологии оперативного управления движением поездов заставляет искать пути улучшения качества планирования и принятия решений с учетом реальной ситуации и текущего состояния устройств автоматики и телемеханики.

На основе модульной системы информационных и имитационных моделей работы станций и систем интервального регулирования движения поездов разработаны иерархическая модель элементов и методов задания алгоритмов и способов обработки потоков данных. В результате имеется возможность создания полнофункциональных тренажеров ДСП и ДНЦ, реализующих в лабораторных условиях производственную ситуацию в режиме единого масштабируемого времени и функции действующих систем и технологических процессов. Разработанные алгоритмы применены в моделях взаимодействия ДСП и ДНЦ с техническими средствами управления и анализа, обработки и синхронизации передачи потоков данных.



Учебно-тренировочный центр представляет собой полигон участка железной дороги на базе тренажеров дежурных по станциям и поездных диспетчеров. Он предназначен для обучения студентов, повышения квалификации работников оперативного управления.

Каждый тренажер ДСП состоит из ПК, пульта-табло, комплекса аппаратуры сопряжения и программного обеспечения. Имитационная модель полностью соответствует работе аппаратных средств железнодорожной автоматики. Программные средства созданы таким образом, чтобы добиться максимальной функциональности и универсальности, обеспечивая расширение возможностей тренажера без коренной реконструкции. Для этого имеются визуальный редактор станции и пульта-табло, есть возможность генерации таблицы маршрутов, адаптации структур данных. Совокупность имитационных моделей тренажера позволяет управлять сигналами и стрелками, формированием и передвижением виртуальных поездов (прицепкой и отцепкой отдельных групп вагонов, управлением маневрами, заданием скорости, направления и режима движения и др.).

Контрольные вопросы для СРС:

1. Повышения квалификации работников и отбор персонала.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Контрольная работа выполняется на тему «Определение эффективности автоматического управления торможением грузовых поездов».

Написание контрольной работы производится по данному методическому указанию. Объем должен составлять не более 10-15 стр. машинописного текста.

Вариант контрольной работы выбирается следующим образом: 2 последние цифры зачетной книжки суммируются и конечный результат,- это и есть номер варианта работы.

Таблица 2

Исходные данные для расчетов

№ варианта	Участок $L_p$ , км	Число блок-участков $n$ , шт.	Число светофоров $n_c$ , шт.	Средние размеры грузового движения $N$ , пар поездов в сутки
1	200	206	306	43
2	210	216	316	46
3	220	226	326	49
4	230	236	336	53
5	240	246	346	56
6	250	256	356	59
7	260	266	366	63
8	270	276	376	66
9	280	286	386	69
10	290	296	396	73
11	300	306	406	76
12	310	316	416	79
13	320	326	426	83
14	330	336	436	86
15	340	346	446	89
16	350	356	456	93
17	360	366	466	96
18	370	376	476	99
19	380	386	486	103
20	390	396	496	106
00	400	406	506	109

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ

Экономический эффект от внедрения САУТ на грузовых поездах достигается вследствие повышения скоростей движения при показаниях сигналов АЛСН, которые за время движения поезда по блок-участку меняются на более разрешающие: с желтого на зеленое, с красно-желтого на желтое.

Участок, для которого произведен расчет экономического эффекта, имеет следующие характеристики:

протяженность  $L_p$ , км; число блок-участков  $n$ ; число светофоров  $n_c$ ;

средние размеры грузового движения  $N = 103$  пары поездов в сутки; серии электроваза - трехсекционный ВЛ11; масса поезда нетто  $m_{пн} = 3250$  т;

среднее для пары поездов число блок-участков, при движении по которым происходит смена показания АЛСН на более разрешающее, а длина и профиль блок-участка позволяют реализовать повышенную скорость движения — при смене показания с желтого на зеленое  $n_{ж} = 58,1$ , с красно-желтого на желтое  $n_{кж} = 19,3$ ;

сокращение нормативного времени хода поезда (при наличии САУТ) по блок-участку, в процессе движения по которому происходит смена показания на более разрешающее, а длина и профиль блок-участка позволяют реализовать повышенную скорость движения - при смене показания с желтого на зеленое  $\Delta t_{ж} = 19$  с; с красно-желтого на желтое  $\Delta t_{кж} = 51$  с; участковая скорость  $V_{уч1} = 36,7$  км/ч;

средний состав поезда  $n_{ваг} = 51,7$  вагона; коэффициент вспомогательного пробега локомотивов к пробегу их при следовании в голове поезда  $0,161$ .

Суммарное сокращение времени хода поездов за сутки составит

$$\sum t = \frac{(\Delta t_{ж} * n_{ж} + \Delta t_{кж} * n_{кж}) * N}{3600} \quad (1)$$

Сокращение времени хода поездов приводит к росту участковой скорости, новое значение которой определяется как

$$V_{уч2} = \frac{2 * L_p}{\frac{2 * L_p}{V_{ex1}} - \frac{(\Delta t_{ж} * n_{ж} + \Delta t_{кж} * n_{кж})}{3600}}, \text{ км/ч.} \quad (2)$$

Полученная экономия поездо – часов приводит к экономии в локомотивном парке

$$\Delta M_{л} = \frac{\kappa_{л} * N * 2 * L_p}{24(1 - \alpha_{л})} \left( \frac{1}{V_{уч1}} - \frac{1}{V_{уч2}} \right), \quad (3)$$

где  $\kappa_{л}=1,15$  – коэффициент, учитывающий резерв локомотивов из-за неравномерности движения;

$\alpha_{л}=0,05$  – доля неисправных локомотивов.

При среднем составе поезда, равном 51,7 вагона, экономия поездо – часов приводит к высвобождению вагонов, число которых

$$\Delta M_{\epsilon} = \frac{51,7 \sum t}{24}. \quad (4)$$

Стоимость одной секции электровоза ВЛ11 равна 60 000 тыс. тг., стоимость вагона 2000 тыс. тг. Общая экономия на капитальных вложениях в подвижной состав

$$K_1 = 60\,000 * 3 * \Delta M_{л} + 2000 * \Delta M_{\text{ваг}}, \text{ тыс. тг.} \quad (5)$$

В результате экономии поездо – часов уменьшится также стоимость грузов, находящихся в процессе перевозок на величину

$$\Delta K_{\text{об}} = \frac{C_{т} * m_{\text{нн}} \sum t}{24}, \text{ тыс. тг.} \quad (6)$$

где  $C_{т}=3000$  тг. – цена 1т груза в пути.

Потребное для обеспечения перевозок число локомотивов

$$M_{л} = \frac{\kappa'_{л}}{24 * (1 - \alpha_{л})} \left( \frac{2 * L_{п}}{V_{\text{уч2}}} + t_{л} \right) * N, \quad (7)$$

где  $\kappa'_{л}=1,32$  – коэффициент, учитывающий наибольший резерв локомотивов из-за неравномерности движения;

$t_{л}=11,2$  ч – среднее время простоя локомотива на участке.

Затраты на оборудование аппаратурой САУТ одного локомотива составляют 100 тыс. тг. и одного светофора – 10 тыс. тг. Тогда капитальные вложения на оборудование 186 локомотивов и 502 светофоров устройствами САУТ составят:

$$K_2 = 100 * M_{л} + 10 * 502, \text{ тыс. тг.} \quad (8)$$

Для эксплуатации устройств САУТ потребуются дополнительные капитальные вложения в оборудование контроля и диагностики. По предварительной оценке эти затраты составят для локомотивных депо  $K_3=50,0$  тыс. тг., для дистанций сигнализации и связи  $K_4=20$  тыс. тг.

С учетом высвобождающегося локомотивного и вагонного парков общее снижение единовременных затрат при внедрении САУТ:

$$\Delta K = K_1 + \Delta K_{об} - K_2 - K_3 - K_4, \text{ тыс. тг.} \quad (9)$$

Таблица 3

Измеритель	Расходная ставка на единицу измерителя, тг.	Значение измерителя	Сумма расходов, тг. $\sum Q$
Вагоно - часы	27	51,7	1395,9
Локомотиво - часы (электровоз ВЛ 11, трехсекционный)	145	1,161	168,4
Тепловоз 2ТЭ10	352		408,7
Бригадо-часы при тяге:			
Тепловозной	930	1,161	1079,7
электровозной	1080		1253,9
Итого расходы на 1 поездо-ч	-	-	При тепловозной $\sum Q_m$ 2884,3 При электровозной $\sum Q$ , 2818,2

Изменение эксплуатационных расходов определим, найдя укрупненную расходную норму на 1 поезд-час и умножив ее на общее сокращение поезд-часов  $\sum t$  (табл. 2).

Снижение годовой суммы эксплуатационных расходов:

$$\Delta C = \sum Q, * \sum t * 365, \text{ тыс. тг.} \quad (10)$$

Повышение скорости движения поездов влечет за собой дополнительный расход энергии и увеличение механической работы. Вместе с тем САУТ сокращает число торможений, вызывая тем самым экономию энергии на последующие разгоны поезда. Поэтому можно принять, что вызванное САУТ сокращение числа торможений полностью компенсируют увеличение энергии на повышение скорости движения и это увеличение можно не учитывать в изменении эксплуатационных расходов.

Дополнительные эксплуатационные расходы при внедрении САУТ идут на увеличение штата локомотивного депо: 10 чел. Для обслуживания локомотивных устройств и 12 работников дистанции сигнализации и связи для обслуживания напольных устройств САУТ.

Основная и дополнительная заработные платы 22 слесарей и электромонтеров 4-го разряда при часовой тарифной ставке 200 тг., с учетом премий и доплат в размере 30 % тарифной савки, с отчислениями на социальное страхование, а также с учетом отпусков составят

$$З_{\text{доп}} = \frac{200 * 173,1 * 12 * 22 * 1,3 * 1,07 * 1,1}{100 \ 000} = 139,8 \text{ тыс. тг.}$$

С учетом затрат на материалы и электроэнергию расходы на текущее содержание устройств САУТ

$$C_{\text{доп}} = 1,25 * Z_{\text{доп}} = 1,25 * 139,8 = 174,8 \text{ тыс. тг.} \quad (11)$$

Сумму амортизационных отчислений получим исходя из стоимости устройств САУТ и средний по устройствам СЦБ норме 5,4 %:

$$C_a = 0,054 * K_2, \text{ тыс. тг.} \quad (12)$$

Таким образом, внедрение САУТ на рассматриваемом участке вызовет общее снижение эксплуатационных расходов

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta C - C_{\text{доп}} - C_a, \text{ тыс. тг.} \quad \dots(13)$$

Годовой экономический эффект, рассматриваемый как предварительная оценка планового (фактического) эффекта, который будет получен предприятиями железнодорожного транспорта,

$$\mathcal{E}_r = \Delta \mathcal{E} + E_n * K, \text{ тыс. тг.} \quad (14)$$

где  $E_n = 0,15$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Можно ожидать, что экономическая эффективность будет большой, так как в расчетах не учитывалось пассажирское и пригородное движение, для которых не потребуется капиталовложения для напольных и станционных устройств.

# ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Изложение всех вопросов в контрольной работе должно быть последовательным, взаимоувязанным и строго выдержанным в соответствии с выбранной тематикой. Текст контрольной работы следует набирать в редакторе Word 2000 (не ниже) шрифтом Times New Roman, размер шрифта (кегель) – 14, интервал одинарный, выверенный по ширине. Страницы нумеруются арабскими цифрами, номер страницы ставится внизу, по центру без знаков препинания. Первой страницей считается титульный лист, но на нем номер страницы не ставится. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии со стандартом.

Список использованных источников включает источники и литературу, которыми пользовался автор при выполнении контрольной работы.

## ***РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА***

1. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения/ Под ред. И.В. Харлановича. - М.: Транспорт, 1993.-368 с.
2. Варфоломеев В.В., Колодий Л.П. Устройство пути и станций. - М.:Транспорт, 1992.-303 с.
3. Железнодорожные станции и узлы. Под ред. В.М. Акулиничева. М: Транспорт, 1992.- 480 с.
4. Правдин Н.В., Банек Т.С, Негрей В.Я. Проектирование железнодорожных станций и узлов. 4.1 и 2. - Минск: Высшая школа, 1984.- 288 с.
5. Годович Л.М., Тюрин В.К. Безопасность движения поездов: (В условиях реконструкции станций). М.: Транспорт, 1988.-136 с.
6. Сагайтис В.С., Соколов В.Н. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок. М.: Транспорт, 1088 - 208 с.
7. Гридюшко В.И., Бугаев В.П., Криворучко Н.З. Вагонное хозяйство. - М.: Транспорт, 1988.-295 с.
8. Путевое хозяйство Под ред. И.Б. Лехно. М.: Транспорт, 1990 . 472 с.
9. Локомотивное хозяйство Под ред. С.Я. Айзинбуда. М.: Транспорт, 1986.- 263 с.
10. Никифоров Б.Д., Головин В.И., Кутыев Ю.Г. Автоматизация управления торможением поездов. М.: Транспорт, 1985.- 263 с.
11. Автоматизация управления тормозами поезда. Межвузовский сб. науч. Вып. 61. Свердловск: УрЭМИИТ, 1980.- 109 с.
12. Посмитюха А.А. Локомотивные приборы безопасности и контроль за их работой. М.: Транспорт, 1992.- 61 с.
13. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте/ Под ред. Устинского А.А. М.: Транспорт, 1985. - 439 с.

Рассмотрено на заседании  
кафедры промышленного транспорта

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой промышленного  
транспорта

\_\_\_\_\_  
(подпись) доц., к.т.н. Данияров Н.А.

Одобрено учебно-методическим бюро  
ТДФ

Протокол № \_\_\_\_\_  
Председатель учебно-методического  
бюро ТДФ

\_\_\_\_\_  
(подпись) Б.Б. Тогизбаева

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к контрольным работам и самостоятельной работе студента по  
дисциплине «Технические средства обеспечения безопасности  
на транспорте» для студентов специальности 5В090100  
«Организация перевозок, движения и эксплуатация  
транспорта»

для студентов специальности 5В090100  
«Организация перевозок, движения  
и эксплуатация транспорта»

Разработали: Балабаев О.Т.,  
Бектурова Б.Б.  
Кенжекеева А.Р.

*Редактор* Б.А. Асылбекова

Гос. изд. лиц. №50 от 31.03.2004 г.

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60x90/16. Тираж 120 экз.  
(дата)

Объем 2,1 уч. изд. л. Заказ \_\_\_\_\_

---

Издательство КарГТУ. 100027, Караганда, Бульвар Мира, 56