

УДК 625.031.1

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПОЛОЖЕНИЯ СТРЕЛКИ

Д. Е. Минаков (Юго-Восточная Дирекция инфраструктуры ОАО «РЖД»)

В соответствии с [3] для выполнения основной задачи путевого хозяйства («Обеспечение бесперебойного и безопасного движения поездов с установленными скоростями») в настоящее время при эксплуатации и ремонтах пути внедряются прогрессивные конструкции, а также совершенствуются технологии и техника.

В последнее время Российские железные дороги уделяют достаточно серьезное внимание вопросу повышения безопасности движения, рассматривая при этом как традиционные [7], так и инновационные направления [6, 8]. При этом как отмечается в [2] в целом повышение безопасности движения поездов, невозможно без обеспечения надежной работы одного из важнейших устройств железнодорожной автоматики и телемеханики – стрелочного электропривода.

Построение систем управления, контроля и диагностики технического состояния стрелочного электропривода и стрелочного перевода следует производить с учётом особенности управления и необходимости непрерывного контроля фактического положения остриёв и замыкателей стрелочного перевода. При этом с целью выполнения функциональных требований, обеспечения безопасности и приведения к минимуму затрат времени и средств на их содержание в условиях эксплуатации, целесообразно решать эти три задачи комплексно с применением современных устройств сбора, компоновки, передачи и обработки информации в непрерывном действии с применением многоканальных систем выработки и передачи данных, а также с выделением ответственных команд на безопасном уровне.

Существуют разные системы управления и контроля стрелочным переводом [1, 4, 9]. Все они имеют определенные недостатки и преимущества, однако ни одна из них не дает полной информации о состоянии перевода. Отсутствие удаленного мониторинга и непрерывной диагностики технического состояния технических средств приводит к необходимости дополнительного выполнения ряда технологических операций, требующих отвлечение людей и дополнительных технических средств, в том числе и средств измерений, а затем принятия решения о дальнейшей эксплуатации данного технического средства. Общеизвестно, что для принятия правильных и рациональных решений необходимо иметь достаточный объем достоверной информации о состоянии объекта контроля [5]. В современных условиях поиск и устранение неисправностей в рас-

смаатриваемых устройствах ведутся при ограниченной информации, получаемой руководителем работ с большим опозданием, низкой достоверностью и несущей неконкретный характер. Вследствие этого и ряда других причин на практике часто имеют место случаи, когда электромеханик, прибыв к месту нахождения неисправной аппаратуры, вынужден возвращаться на дистанцию сигнализации и связи за новыми деталями, блоками и приборами.

В последние годы на дистанциях сигнализации и связи введена диспетчерская служба, при которой улучшилась оперативность информации об отказах аппаратуры. Однако при такой практике работ по техническому обслуживанию устройств на восстановление их работоспособности затрачивается неоправданно много времени. Поэтому для правильной организации технического обслуживания необходимы новые методы и технические средства получения объективной и своевременной информации о состоянии устройств стрелочного перевода в пути и станционной аппаратуры, а также работоспособности элементов и узлов объекта контроля. В целом необходимо разработать методы, технологию и аппаратуру сбора, передачи, обработки и отображения информации.

В настоящее время устройства железнодорожной автоматики стрелочных переводов нельзя считать полностью автоматизированными, так как часть функций управления и контроля выполняет человек.

Устройства железнодорожной автоматики стрелочных переводов относят к группе сложных и ответственных диагностируемых систем, характеризующихся функциональной структурой. При этом отказ подсистемы такой структуры может приводить с одной стороны к потере работоспособности всей системы (что означает приостановку движения поездов), а с другой к опасному состоянию подсистемы, что в случае прохождения поезда в данный момент по стрелке может привести к катастрофе. Если учесть, что для нормального хода выполнения перевозочного процесса необходимо до минимума исключить отказы и сбои в работе эксплуатируемых устройств автоматики и телемеханики, то становится очевидным и другое важное требование – обеспечение прогнозирования отказов. Для этого нужна предварительная информация о граничных режимах работы элементов, узлов и блоков комплекса перевода стрелок. Прогнозирование работы указанных устройств позволит своевременно принять меры по регулировке контролируемых параметров тех элементов, у которых они находятся на грани выхода за допустимые значения.

Решить такой комплекс сложных задач представляется возможным на базе использования теории, методов и способов технической диагностики. Базируясь на

объективных факторах в оценке состояния объектов контроля, теория построения технической диагностики и реализация ее на практике обеспечивает своевременное выявление неисправностей и создает возможность для оперативного их устранения, вплоть до прогнозирования работы отдельных узлов и всего объекта контроля.

Таким образом, для решения данной проблемы следует разработать эффективную систему технического диагностирования, позволяющую решать ряд теоретических и практических задач. К таким задачам относятся оценка надежности эксплуатируемых устройств автоматики и телемеханики, анализ отказов, моделирование процесса поиска и устранения неисправностей, выбор необходимого и достаточного числа контролируемых параметров, разработка способов и методов передачи и обработки контрольной информации, создание и исследование высоконадежных диагностических датчиков. Кроме того, немаловажным является определение оптимальной структуры системы диагностирования, обеспечивающей высокую экономическую эффективность всего диагностического комплекса.

Возможности технического диагностирования позволяют обеспечивать автоматический контроль и своевременную оценку работоспособности объекта контроля. Особенность технического диагностирования устройств автоматики и телемеханики состоит в том, что объекты контроля рассредоточены непосредственно на контролируемых объектах и контрольных точках, удаленных в данный момент относительно друг друга на большом расстоянии, а кроме того они находятся в непрерывном (круглосуточном) режиме эксплуатации и не допускают перерывов в работе. При техническом диагностировании этих устройств следует учитывать и то обстоятельство, что эксплуатируются они в сложных климатических условиях и подвержены прямому воздействию подвижного состава. Эту сложную задачу целесообразно решать на основе анализа и оценки работоспособности систем с учетом количества и временных факторов проявления неисправностей и отказов, расчета времени восстановления, а также законов распределения функции нарушения работоспособности объектов.

Устройства железнодорожной автоматики стрелочных переводов относят к объектам контроля длительного пользования, восстанавливаемость которых во многом зависит от ремонтпригодности, или приспособляемости к выполнению ремонта, и технического обслуживания. Последнее свойство определяется конструктивными особенностями объекта контроля, квалификацией обслуживающего персонала, наличием запасных частей, территориальным размещением и т. д. Следовательно, их восстанавливаемость есть функция таких случайных величин, как время поиска неисправности $t_{\text{п}}$, время оповещения о по-

явившейся неисправности t_{OP} , время, затрачиваемое на проследование к отказавшему устройству t_{PP} , и собственно время устранения неисправности t_{YC} :

$$t_B = t_{II} + t_{OP} + t_{PP} + t_{YC}. \quad (1)$$

Отметим, что при внедрении системы диагностирования время оповещения незначительно. Величина t_{OP} определяется временем цикла опросов контролируемых элементов. В реальной системе диагностирования устройств автоматики и телемеханики это время составляет несколько тысячных долей секунды, поэтому при расчетах восстанавливаемости величиной t_{OP} , можно пренебречь.

Тогда для исследуемых устройств соотношение (1) примет вид

$$T_B = T_{II} + T_{PP} + T_{YC}, \quad (2)$$

где T_{II} – математическое ожидание времени поиска неисправности; T_{PP} – математическое ожидание времени, затрачиваемого на проследование к неисправному объекту; T_{YC} – математическое ожидание времени устранения неисправности.

Восстанавливаемость устройств тесно связана с их безотказностью – свойством объекта непрерывно сохранять работоспособность. Такое свойство обычно оценивают средним коэффициентом готовности K_G – долей времени, в течение которого объект контроля находится в работоспособном состоянии в установившемся режиме эксплуатации:

$$K_G = T_O / (T_O + T_B), \quad (3)$$

где T_O – среднее время безотказной работы.

Так как среднее время безотказной работы значительно больше времени, затраченного на восстановление, то последнее не оказывает существенного влияния на коэффициент готовности. Однако от этой величины зависит эффективность работы комплекса в целом. Величина T_B во многом определяет время задержки поездов, и поэтому при введении диагностирования необходимо это время свести к минимальному.

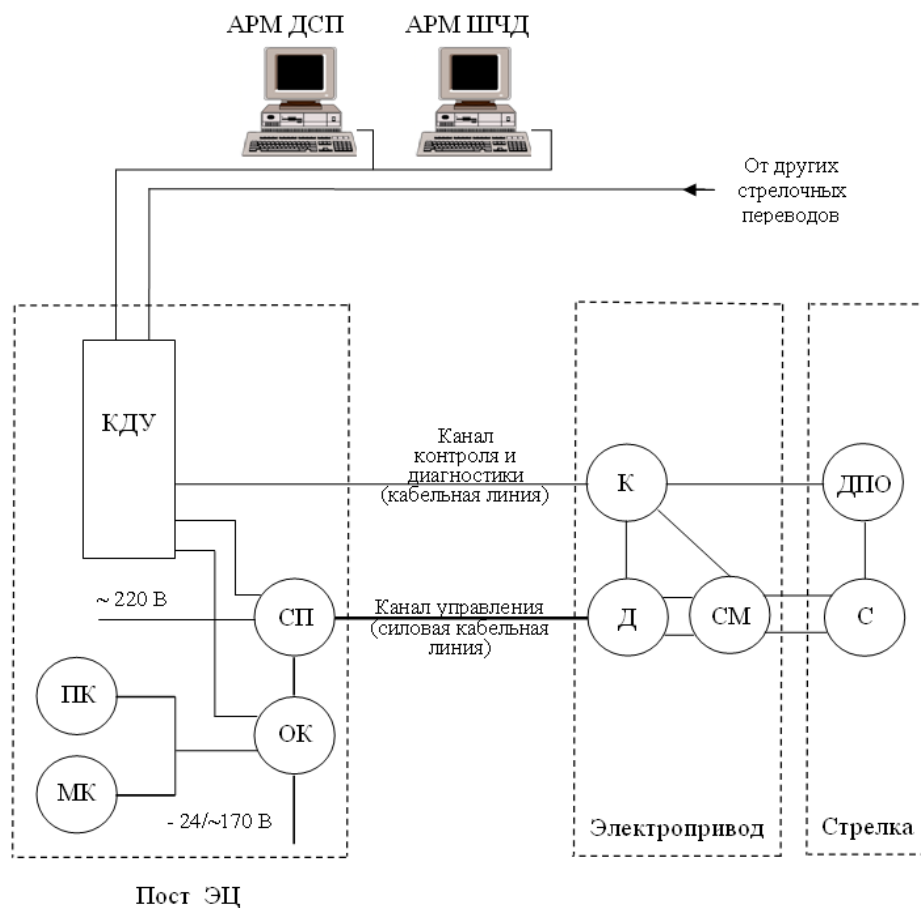
Анализируя формулу (2), можно прийти к выводу, что при проведении непрерывного контроля за техническим состоянием устройств время поиска неисправности T_{II} можно ввести в период действия системы T_O (параллельная работа) и с учетом проведения анализа и планирования предотказного состоя-

ния время проследования к неисправному объекту $T_{ПР}$, тоже можно ввести в период действия системы T_o . Тогда

$$T_B = T_{VC}. \quad (4)$$

При планировании работ по устранению предстоящей неисправности, может быть полностью исключена задержка движения поездов, а коэффициент готовности будет равен $K_G = 1$.

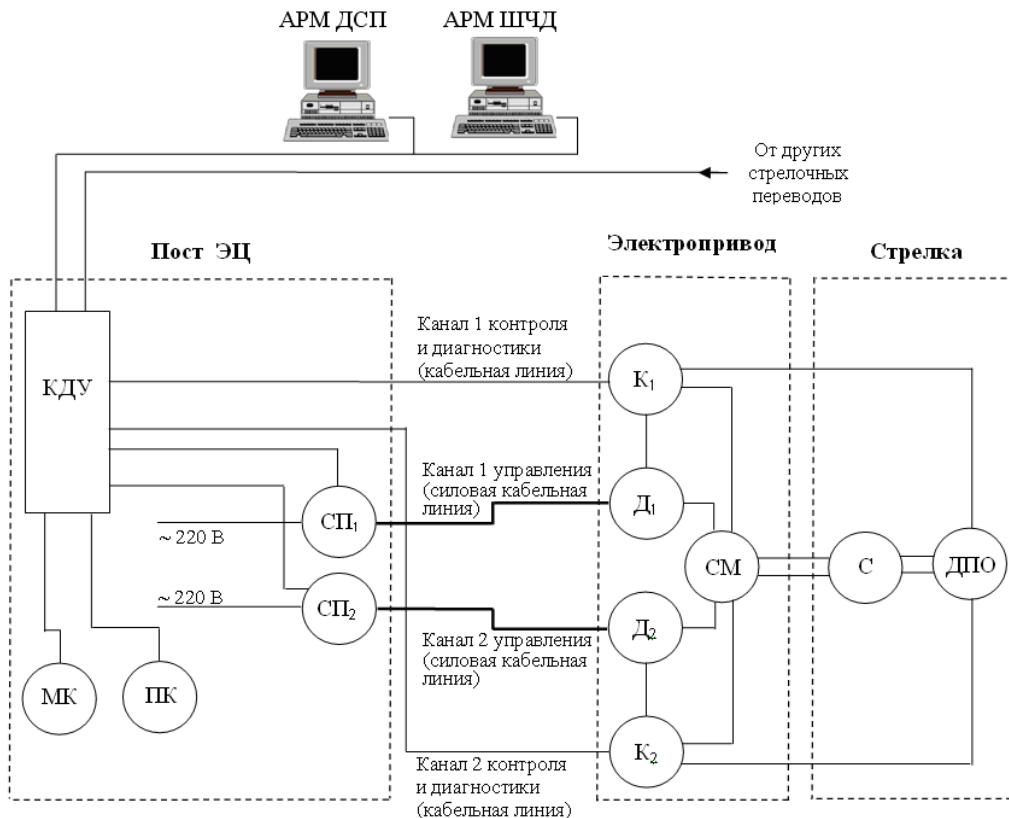
На рисунке 1 приведена структурная схема построения системы управления, контроля и диагностики технического состояния стрелочного электропривода с использованием отдельных каналов управления и контроля.



К – контролер; Д – электродвигатель; СМ – силовой механизм электропривода;
 С – стрелка с гарнитурой; ДПО – датчики положения остряка; ОК – реле общего контроля;
 СП – пусковой блок; МК – минус контроль; ПК – плюс контроль; ПУ – передающее устройство (радиоканал); ПрУ – принимающее устройство (радиоканал);
 КДУ – блок управления, контроля и диагностики стрелочного перевода;
 АРМ ДСП – автоматизированное рабочее место дежурного по станции;
 АРМ ШЧД – автоматизированное рабочее место дежурного диспетчера ШЧ

Рисунок 1 – Структурная схема построения системы управления с отдельными каналами управления и контроля:

На рисунке 2 приведена структурная схема построения системы управления, контроля и диагностики технического состояния стрелочного электропривода с дублированием отдельных каналов управления и контроля.



К₁ и К₂ – контролер соответственно первого и второго канала; Д₁ и Д₂ – электродвигатель соответственно первого и второго канала; СМ – силовой механизм электропривода; С – стрелка с гарнитурой; ДПО – датчики положения остряка; ОК – реле общего контроля; СП₁ и СП₂ – пусковой блок соответственно первого и второго канала; МК – минус контроль; ПК – плюс контроль; КДУ – блок управления, контроля и диагностики стрелочного перевода; АРМ ДСП – автоматизированное рабочее место дежурного по станции; АРМ ШЧД – автоматизированное рабочее место дежурного диспетчера ШЧ

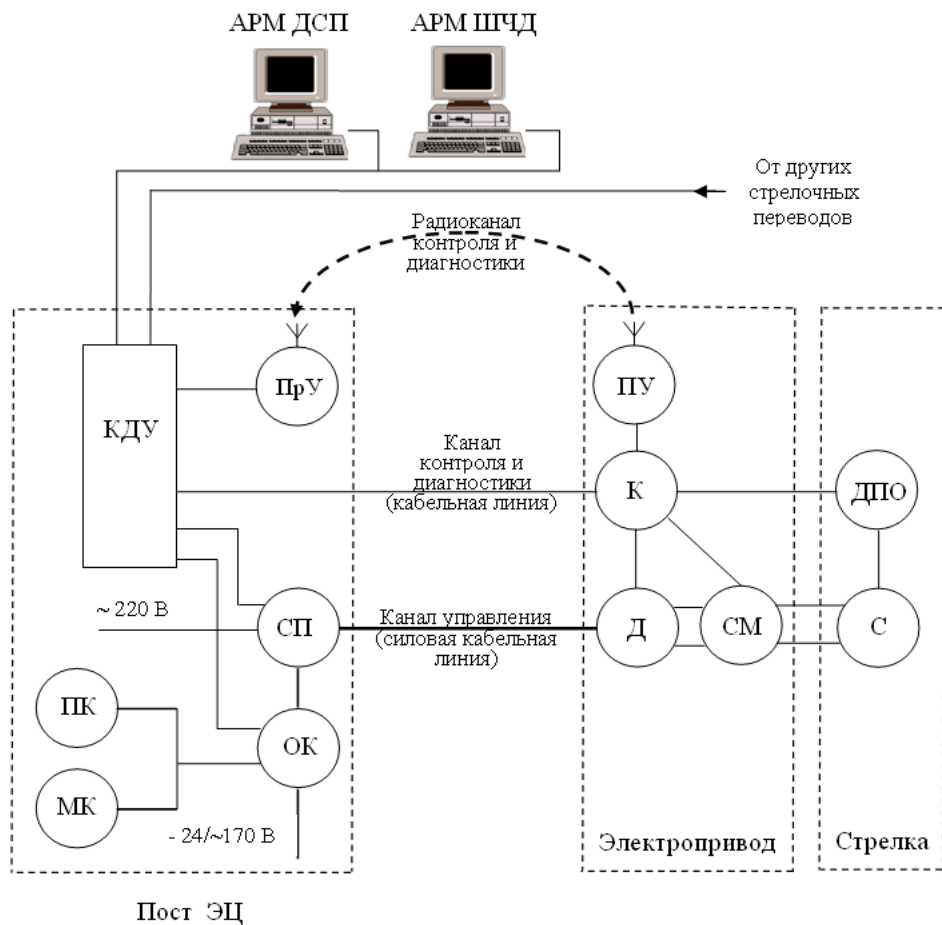
Рисунок 2 – Структурная схема построения системы управления с дублированием отдельных каналов управления и контроля:

На рисунке 3 приведена структурная схема построения системы управления, контроля и диагностики технического состояния стрелочного электропривода с использованием отдельных каналов управления и контроля и дополнительного канала передачи данных состояния электропривода по радиоканалу.

В таблице 1 приведена матрица организации контроля, управления и диагностики стрелочных электроприводов «Нового поколения».

В таблице 2 приведен перечень параметров, мест измерения и периодич-

ности контроля при организации контроля, управления и диагностики стрелочных электроприводов «Нового поколения».



К – контролер; Д – электродвигатель; СМ – силовой механизм электропривода;
 С – стрелка с гарнитурой; ДПО – датчики положения остряка; ОК – реле общего контроля;
 СП – пусковой блок; МК – минус контроль; ПК – плюс контроль; ПУ – передающее устройство (радиоканал); ПрУ – принимающее устройство (радиоканал);
 КДУ – блок управления, контроля и диагностики стрелочного перевода;
 АРМ ДСП – автоматизированное рабочее место дежурного по станции;
 АРМ ШЧД – автоматизированное рабочее место дежурного диспетчера ШЧ

Рисунок 3 – Структурная схема построения системы управления с дополнительным каналом передачи данных:

Таблица 1 – Матрица организации контроля, управления и диагностики стрелочных электроприводов «Нового поколения»

№№ пп	Назначение мониторинга	Контролируемый параметр													
		Измерение сопротивления изоляции цепей управления и контроля.	Измерение напряжения на посту ЭЦ, подаваемого на электродвигатель.	Контроль фазировки электропитания.	Измерение тока перевода стрелки.	Измерение коэффициента мощности Cos φ	Измерение частоты вращения (числа оборотов) двигателя.	Измерение тока (контроль целостности) электрических цепей.	Измерение времени перевода стрелки.	Измерение напряжения на электродвигателе.	Измерение положения механизма перевода и запираания стрелки.	Измерение механических ускорений и вибраций.	Измерение фактического положения острияков (сердечников) по ДПО.	Счет количества сделанных переводов стрелки.	Контроль вскрытия электропривода
1	Проверка исправности электропитания	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Проверка исправности электроцепей	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
3	Контроль положения стрелки	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+
4	Контроль перевода стрелки	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Контроль усилия перевода стрелки	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
6	Проверка усилия регулировки муфты	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
7	Проверка прилегания острияков	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+
8	Проверка суммарной величины зазоров в шарнирах	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+
9	Проверка кинематической исправности механизма электропривода	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-
10	Определение ресурса работы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
11	Проверка несанкционированного вскрытия	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
12	Ведение электронного протокола	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Таблица 2 – Организация контроля, управления и диагностики стрелочных электроприводов «Нового поколения»

№№ пп	Контролируемый параметр	Место установки датчика	Периодичность контроля	Способ (метод) контроля
1	Сопrotивление изоляции цепей управления	На посту ЭЦ	Непрерывно	СЗИ
2	Измерение напряжения на посту ЭЦ, подаваемого на электродвигатель	На посту ЭЦ	Во время перевода стрелки	По падению напряжения на шунте
3	Контроль фазировки электропитания	На посту ЭЦ	Непрерывно	Фазоуказатель
4	Контроль усилия перевода (фактическое)	На посту ЭЦ	Во время перевода стрелки	По току и Cos φ. Аналитический
5	Контроль усилия работы на фрикцию	На посту ЭЦ	Спец. режим	По току и Cos φ. Аналитический
6	Контроль тока (факта) перевода стрелки	На посту ЭЦ	Во время перевода стрелки	По падению напряжения на резисторе
7	Контроль целостности электрических цепей	На посту ЭЦ	Непрерывно	По току контроля
8	Измерение частоты вращения (числа оборотов) двигателя	На посту ЭЦ	Во время перевода стрелки	По импульсам наведенной ЭДС
9	Контроль выполнения алгоритма перевода стрелки (контроль положения стрелки)	В стрелочном электроприводе	Непрерывно	Индукционный (потенциометр)
10	Контроль времени перевода стрелки	На посту ЭЦ	Во время перевода стрелки	Таймер. Аналитический
11	Измерение напряжения на электродвигателе	В стрелочном электроприводе	Во время перевода стрелки	По падению напряжения на шунте
12	Контроль кинематической исправности механизмов	В стрелочном электроприводе	Непрерывно	Акселерометр (шумомер)
13	Контроль фактического положения острияков, подвижных сердечников крестовин	На стрелке (≥ 6 точек)	Непрерывно	Индукционный (ДПО-1)
14	Счет числа перевода стрелки	На посту ЭЦ	Во время перевода	Таймер
15	Контроль состояния зазоров в шарнирных соединениях гарнитуры	На посту ЭЦ	Во время перевода стрелки	Аналитический
16	Контроль вскрытия электропривода	В стрелочном электроприводе	Непрерывно	Геркон или индукционный

Библиографический список

1 Горелик, А. В. Безопасность и надежность электромеханических устройств железнодорожной автоматики [Текст] : Монография / А. В. Горелик, Е. Ю. Минаков // Российский гос. открытый технический ун-т путей сообщ. – М. : 2008.

2 Епифанова, Л. М. Бесколлекторный управляемый двигатель – будущее стрелочных переводов / Л. М. Епифанова // Евразия-Вести : транспортная газета. – 2004. – № 7. – С. 25.

3 Ермаков, В. М. Развитие инновационных средств и технологий в путевом комплексе / В. М. Ермаков // Евразия-Вести : транспортная газета. – 2012. – № 8. – С. 5.

4 Минаков, Е. Ю. Автопереключатель электропривода стрелочного винтового для работы на крестовинах с непрерывной поверхностью катания / Е. Ю. Минаков, П. В. Пензев, Д. Е. Минаков / патент на полезную модель RUS 97695 29.04.2010.

5 Минаков, Е. Ю. Системы и технические средства обеспечения перевода стрелок. Монография / Е. Ю. Минаков, В. В. Шуваев. – Москва, 2004.

6 Платонов, А. А. Перспективные транспортные средства текущего содержания железнодорожного пути / А. А. Платонов, М. А. Платонова, Н. Н. Киселёва // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 135.

7 Платонова, М. А. Модернизация сортировочных станций как способ повышения уровня безопасности движения на железной дороге / М. А. Платонова // Воронежский научно-технический Вестник. – 2013. – № 4. – С. 42-50.

8 Платонова, М. А. Инновационные колёсные машины для обслуживания железнодорожного пути / М. А. Платонова, А. А. Платонов / Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 198.

9 Электропривод стрелочный для скоростных железных дорог / Е. Ю. Минаков, П. В. Пензев, Д. Е. Минаков // патент на полезную модель RUS 94937 14.01.2010.