

## **Разработка интеллектуального метода распознавания вида помехи на пути движения железнодорожного состава на основе технологии нейросетевой классификации**

Работа проведена в 2014 - 2015 г.г. в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 г.г.»

Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0047 от 19.06.2014 г. (Этап 3)

Научный руководитель проекта: профессор, доктор технических наук, Круг Петр Германович

### **1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

1.1 Разработка интеллектуального метода обнаружения и распознавания вида помех на пути движения железнодорожного состава для оценивания в реальном масштабе времени уровня опасности столкновений.

1.2 Создание нейросетевого классификатора, предназначенного для классификации образов помех, обнаруженных на пути движения железнодорожного состава.

### **2. Основные результаты ПНИ**

Разработан интеллектуальный метод обнаружения и распознавания вида помех, возникающих на пути движения железнодорожного состава, основанный на искусственной нейронной сети типа многослойный персептрон, воспринимающей и обрабатывающей видео и другую информацию о текущем состоянии инфраструктуры и объектах, ей не принадлежащих, поступающих от системы технического зрения. Разработана структура нейросетевого классификатора, его алгоритмическое и программное обеспечение, и проведены экспериментальные исследования его программной реализации, подтвердившие достижение заявленных свойств классификатора.

В 2015 году в рамках 3 этапа (с 01 июля 2015 г. по 31 декабря 2015г.):

Выполнена технико-экономическая оценка полученных результатов, на основании которой разработан проект технического задания на проведение ОКР по созданию опытного образца бортового цифрового модуля своевременного оповещения машиниста о возникновении препятствий на пути движения железнодорожного состава.

Разработанный нейросетевой классификатор функционирует в режиме постоянного и непрерывного обнаружения и распознавания помех в реальном масштабе времени, осуществляя определение направления и скорости движения помех в случае их подвижности и оценку уровня опасности столкновений с помехами с учетом погрешности средств технического зрения. Для повышения достоверности принятия решений нейросетевым классификатором обрабатываются сигналы различных по принципу действия и назначению датчиков. Комплексирование первичных изображений обеспечивает достаточную для принятия решений разрешающую способность классифицируемых изображений. Выходные сигналы нейросетевого классификатора подаются на входы локомотивных систем безопасности для реализации программ торможения состава.

Полученные результаты полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к выполняемому проекту Техническим заданием и Планом-графиком выполнения работ, что подтверждается результатами проведенных экспериментальных исследований.

Полученные результаты соответствуют мировому уровню в области технологий обеспечения безопасности движения железнодорожного состава.

Результаты проекта были представлены в рамках международных мероприятий по демонстрации и популяризации результатов и достижений науки: на международной выставке информационных технологий, телекоммуникаций, IT-решений и услуг CeBIT 2015, 16-20 марта 2015 г., в г. Ганновер (Германия); на международной выставке высоких технологий China Hi-Tech Fair 2015, 16-21 ноября 2015 г., в г. Шэньчжэнь (Китай).

По результатам выполнения проекта опубликован ряд научных статей: The Classifying Algorithms for Train Barriers Recognition on the basis of Image Fusion Methods and Neural Networks (Бехтин Ю.С., Круг П.Г., Vic Grout), Proceedings of the Sixth International Conference on Internet Technologies and Applications (ITA 15), 11.09.2015; Monitoring of Railroad Parts for the Presence of an Objects on the Rails (Круг П.Г.), ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 10, No. 18, 15.10.2015; Разработка нейросетевого классификатора вида помехи движению железнодорожного состава (Бехтин Ю.С., Круг П.Г., Лупачев А.А., Павельев С.А.), Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE – International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology), №22 (186), 07.12.2015. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ - Программное обеспечение нейросетевой классификации вида помех, возникающих на пути движения железнодорожного состава «Транспорт-Глаз», № 2015619441, 03.09.2015.

### **3. Новизна результатов работы**

Новым технологическим решением является применение технологий нейросетевой классификации в сочетании с методом комплексирования первичных изображений для обнаружения и распознавания вида помех на пути движения железнодорожного состава в реальном времени.

Новым в технологии распознавания помех на пути движения железнодорожного состава в разрабатываемом методе также является использование: режима постоянного и непрерывного обнаружения и распознавания в реальном масштабе времени помех; определение направления и скорости движения помех, в случае их подвижности; оценивание уровня опасности столкновений с помехами; учет погрешности средств технического зрения и применение методов повышения разрешающей способности систем машинного зрения от видео датчиков различного спектрального состава.

### **4. Область применения результатов ПНИ**

4.1. Бортовые системы своевременного оповещения машиниста о возникновении препятствий на пути движения железнодорожного состава и электронные модули автоматических систем управления своевременным торможением, реализованные на основе технологий технического зрения и нейросетевой классификации, разрабатываются для применения, в первую очередь, на магистральных локомотивах, в том числе и для высокоскоростного железнодорожного сообщения. Данные модули также могут использоваться для повышения безопасности движения маневровых локомотивов.

4.2. Объёмы практического внедрения результатов ПНИ ограничены мощностями производства разрабатываемых бортовых систем и модулей, так как инвентарный парк локомотивов (электровозов и тепловозов) в ОАО «РЖД» составляет на сегодняшний день более 20 тыс. Из них на Российских железных дорогах работает грузовых и пассажирских локомотивов -14 тыс. и маневровых локомотивов 6 тыс. (сайт ОАО «РЖД», <http://rzd.ru>).

4.3. Разрабатываемый интеллектуальный метод обнаружения и распознавания вида помех, возникающих на пути движения железнодорожного состава, является перспективным для международного сотрудничества, в первую очередь с Китаем и Индией. В этих странах эксплуатируется суммарно более 30 тыс. локомотивов, причём рост их парка, например, только в Китае за 2005 – 2010 гг. составил не менее 2 тыс. (по данным: National Bureau of Statistics of China; Ministry of Railways (Railway Board), India).

### **5. Оценка перспектив продолжения работ по проекту.**

Проведенная технико-экономическая оценка результатов ПНИ дает основание полагать, что разработанные технологии найдут широкое применение в промышленности.

Использование бортовых систем своевременного оповещения машиниста о возникновении препятствий на пути движения железнодорожного состава, реализованных на основе технологий технического зрения и нейросетевой классификации, и электронных модулей автоматических систем управления своевременным торможением железнодорожного состава при возникновении препятствий на пути движения позволит

существенно расширить функциональные возможности современной аппаратуры обеспечения безопасности движения.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчётном этапе исполненными надлежащим образом.