



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ АТЛАСОВ ОЦИФРОВАННЫХ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СИСТЕМАХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ВОДИТЕЛЕЙ

Р.И. Хасанов (ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»)

*Представлен алгоритм компьютерной поддержки водителей с использованием единого виртуального информационного пространства и навигационной привязки характеристик дорожного полотна к местоположению автотранспортных средств. Модернизировано программное обеспечение экспериментального образца (прототипа) системы компьютерной поддержки водителя.*

*Ключевые слова: система компьютерной поддержки водителя, единое виртуальное информационное пространство, атласы оцифрованных участков автомобильных дорог, ГЛОНАСС/GPS.*

Ежегодно в России и за рубежом проводится мониторинг и паспортизация автомобильных дорог с использованием специализированных мобильных дорожных лабораторий. Полученные данные формируют и наполняют национальные базы данных о состоянии дорожного фонда. Однако полученный массив данных о состоянии автомобильных дорог далее не используется в качестве источника априорной информации для систем компьютерной поддержки водителей (СКПВ). Активное развитие современных информационных и навигационных технологий позволяет использовать имеющиеся данные о состоянии дорожного фонда в качестве атласов оцифрованных участков автомобильных дорог с навигационной привязкой транспортно-эксплуатационных состояний (ТЭС) и картограмм дефектов поверхности дорожного полотна (ДП) к местоположению автотранспортных средств (АТС).

Проблеме повышения активной безопасности автомобилей с использованием СКПВ уделено большое внимание в современной литературе и в источниках сети Internet. Среди работ по данной тематике следует отметить: труды, посвященные созданию СКПВ нового поколения, а также беспилотных автомобилей [1 – 3]; разработки бортовых систем по оцифровке траектории движения и позиционированию гоночного автомобиля с использованием навигационных методов и средств вычислительной техники [4, 5]; разработки систем автоматического управления движением автомобилей с использованием инерциальных спутниковых навигационных систем, цифровых видеокамер, лидаров и радаров [7 – 8]; исследования по визуальному многоуровневому распознаванию и дистанционному отслеживанию перемещений транспортных средств для СКПВ [9, 10].

Анализ современных публикаций показал, что, несмотря на значительные достижения в области методологии построения систем активной безопасности АТС, существующие методы и средства СКПВ имеют следующие недостатки:

— не используют базы картограмм дефектов и ТЭС оцифрованных участков автомобильных дорог, полученные службами мониторинга и диагностирования;

— не осуществляют навигационную привязку ТЭС ДП и картограмм дефектов к местоположению автотранспортных средств по данным средств спутниковой навигации (СН) «ГЛОНАСС/GPS»;

— не формируют единого виртуального информационного пространства между участниками дорожного движения для обмена актуальной информацией о ТЭС оцифрованных участков автомобильных дорог.

Под единым виртуальным информационным пространством (ЕВИП) в работе понимается наличие у всех участников информационного взаимодействия (субъектов транспортного процесса) одинаковых копий динамического образа  $Q_t$ , при изменении структуры или содержания которого в моменты времени  $t$  модифицированный образ  $Q'_t$  становится одинаково обновленным для всех участников информационно-тактического взаимодействия, то есть во всех созданных копиях. Примером использования подхода ЕВИП является игра «Морской бой», а также современные компьютерные игры в сетевом (командном) режиме.

Целью работы является разработка метода повышения активной безопасности АТС на основе компьютерной поддержки водителей с использованием подхода ЕВИП и навигационной привязки характеристик ДП к местоположению АТС. Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи: разработан алгоритм компьютерной поддержки водителей с использованием подхода ЕВИП и навигационной привязки характеристик ДП к местоположению АТС, модернизировано программное обеспечение экспериментального образца (прототипа) системы компьютерной поддержки водителя.

На рис. 1 представлена схема алгоритма компьютерной поддержки водителей с использованием подхода ЕВИП и навигационной привязки характеристик ДП к местоположению АТС.

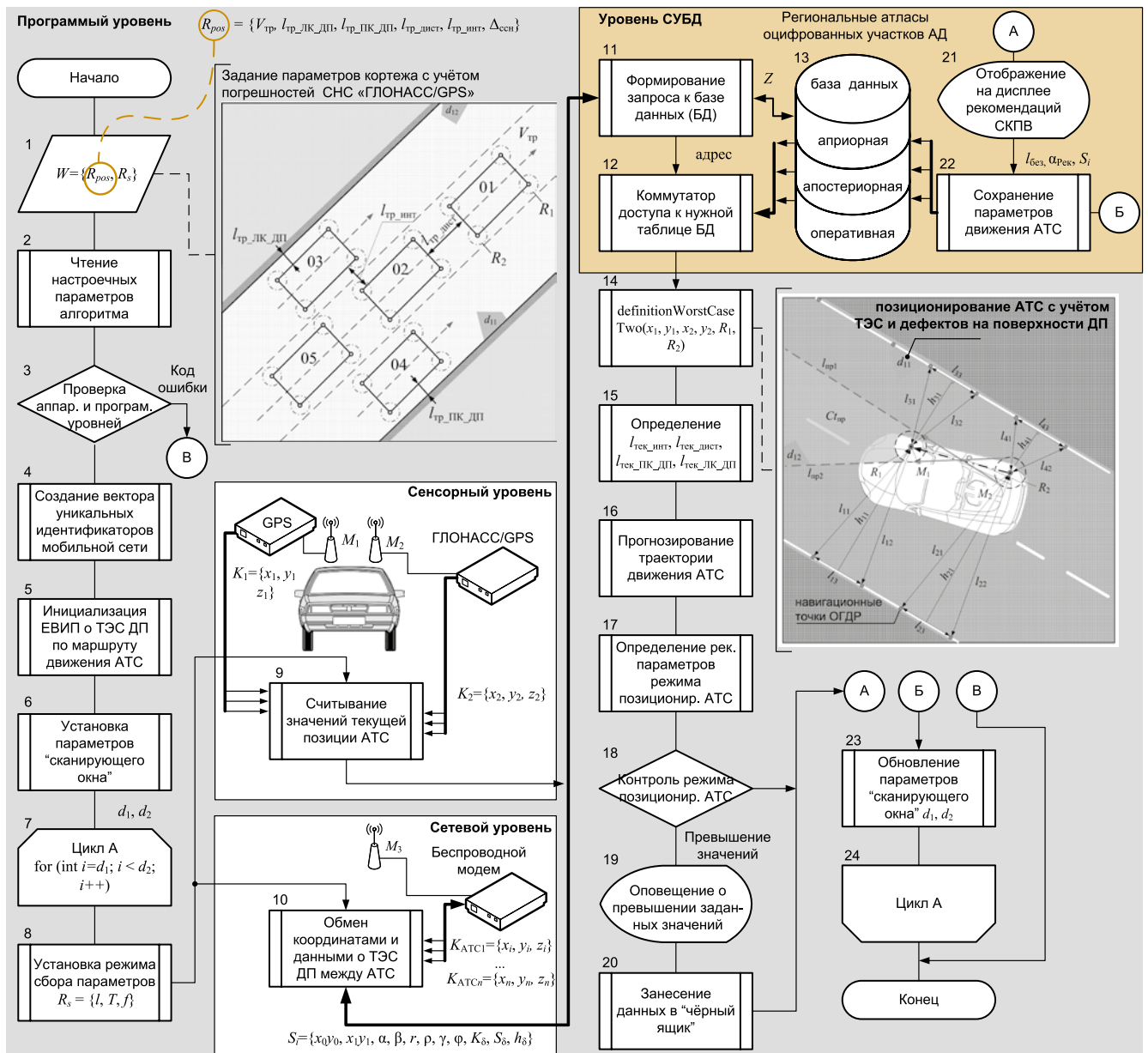


Рис. 1. Схема алгоритма компьютерной поддержки водителей с использованием подхода ЕВИП и навигационной привязки характеристик ДП к местоположению АТС

Алгоритм компьютерной поддержки водителей состоит из следующих шагов.

1) Для каждого АТС задается число антенн  $N_{сн}$ , дискретность получения навигационных данных  $f_{сн}$  и погрешность средств спутниковой навигации  $\Delta_{сн}$ . Осуществляется загрузка в динамический массив векторов оцифрованных границ ДП требуемого маршрута движения  $W_{road}$  с привязкой картограммы дефектов и ТЭС ДП. Задается режим позиционирования АТС  $R_{pos}$ : безопасный скоростной режим  $V_{тр}$ , требуемые минимальные расстояния до левой и правой оцифрованных границ кромки ДП  $l_{тр\_лк\_дп}$ ,  $l_{тр\_пк\_дп}$ , дистанции и интервалы между участниками дорожного движения  $l_{тр\_дист}$  и  $l_{тр\_инт}$ . В настроечных параметрах СКПВ задаются также габаритные размеры кузова и число звеньев АТС, места установки антенн СН «ГЛОНАСС/GPS».

2) Для координации субъектов транспортно-го процесса (участников дорожного движения) в СКПВ каждого АТС создается (инициализируется) ЕВИП. Указанное пространство представляет собой многостраничный (многослойный) динамический массив сложной структуры, используемый СКПВ для выборки необходимых записей и осуществления выбранного режима позиционирования  $R_{pos}$  с учетом ТЭС и дислокации дефектов  $d_{ij}$  на поверхности ДП.

В ЕВИП каждый автомобиль имеет свой уникальный идентификатор, например, первому АТС группы присваивается идентификатор «АТС\_01», второму — «АТС\_02» и т. д.

3) ЕВИП содержит следующие страницы и разделы в них: оцифрованные левые и правые границы ДП по маршруту следования АТС; базу картограмм дефектов и ТЭС ДП; навигационные координаты всех

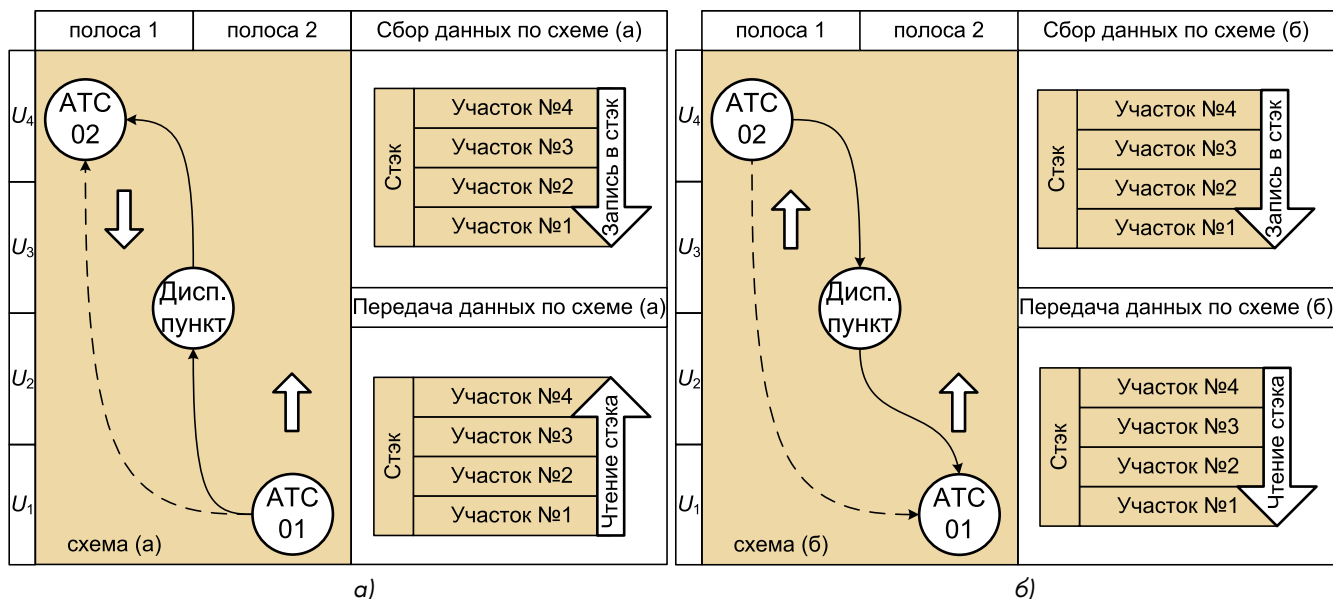


Рис. 2. Варианты обмена информацией между субъектами транспортного процесса: а) при движении АТС в противоположном направлении; б) при движении АТС в одном направлении

АТС в каждый момент времени  $t$ , вектора расстояний между ними и их расположение относительно оцифрованных границ ДП. Навигационные координаты всех участников кортежа через подсистему обмена навигационной информацией АТС поступают на вход СКПВ и наполняют ЕВИП актуальной информацией.

4) В процессе движения АТС субъект транспортного процесса (водитель, штурман или диспетчер системы) получает звуковые (голосовые), визуальные рекомендации от СКПВ по выбору безопасного скоростного режима и траектории движения АТС с учетом геометрических характеристик ДП. Поскольку навигационная подсистема имеет метрологические погрешности, то при вычислении координат антенн

ССН «ГЛОНАСС/GPS» учитываются наихудшие варианты возможных местоположений АТС. Алгоритмом также осуществляется прогнозирование траектории движения АТС.

5) Для обеспечения водителей АТС актуальной информацией о ТЭС ДП используется подпрограмма обмена информацией о состоянии ДП между субъектами транспортного процесса по беспроводному каналу связи на платформе ZigBee.

На рис. 2 представлены варианты обмена информацией о состоянии ДП между субъектами транспортного процесса.

На рис. 3 представлена схема формирования пакетов информации о состоянии ДП и их передача

Дорожное полотно (обратное направление)	Обмен по схеме (б)		Обмен по схеме (а)		ATC 03																			
Дорожное полотно (прямое направление)	ATC 01		ATC 02																					
Широта	52° 22' 54,288"				52° 22' 53,112"				52° 22' 50,796"															
Долгота (град, мин, сек)	55° 52' 3,372"				55° 52' 5,292"				55° 52' 9,078"															
Код участка	Участок №1				Участок №2				Участок №3															
Продольные уклоны, град.	3,83	7,76	8,48	-1,44	3,98	4,86	5,59	5,30	5,15	-0,37	2,64	2,79	2,50	2,50	-1,91	-0,06	0,08	2,50	0,23	-2,37	1,29	-1,13	1,89	0,23
Поперечные уклоны, град.	-2,62	-3,44	-3,71	-1,25	-2,34	-2,62	-3,17	-3,85	-3,44	-1,66	-1,25	-1,11	-1,52	-1,79	-1,38	-1,66	-2,62	1,23	0,67	-0,42	-2,75	-1,79	-2,62	-2,34
Высота по GPS, м	173,6	174,1	174,6	174,9	175,3	175,7	176,1	176,7	177	177,4	177,7	178	178,3	178,5	178,7	178,8	178,8	178,9	178,7	178,6	178,5	178,3	178,2	178,3
Коеф. сцепления	0,44	0,46	0,40	0,44	0,40	0,42	0,41	0,43	0,47	0,47	0,46	0,48	0,47	0,48	0,49	0,48	0,47	0,47	0,43	0,44	0,44	0,48	0,49	0,44
Предупреждение	Опасный участок				Дефекты ДП																			

Рис. 3. Схема формирования пакетов информации о транспортно-эксплуатационном состоянии ДП и их передача между субъектами транспортного процесса

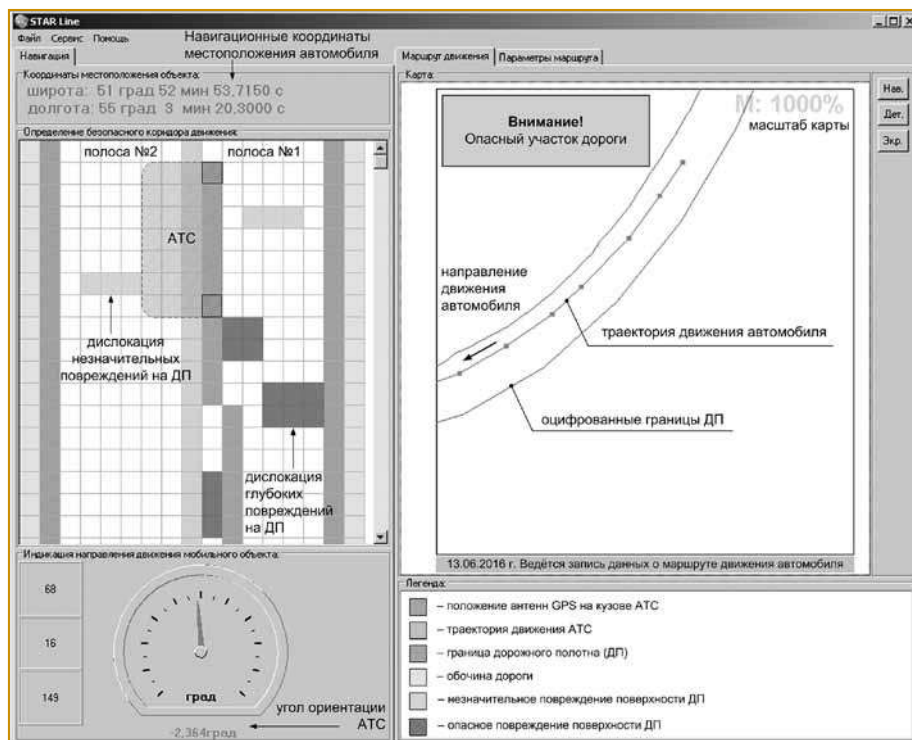


Рис. 4. Отображение параметров режима позиционирования АТС на экране СКПВ с учетом ТЭС и дефектов на поверхности дорожного полотна

другим субъектам транспортного процесса через диспетчерский пункт по данным, полученным от средств измерения, регистрации и обработки СКПВ.

Автомобили «АТС\_01», «АТС\_02» и «АТС\_03» обмениваются данными о состоянии ДП для пройденных ими участков автомобильной дороги. Обмен данными для обеспечения требуемой достоверности информации производится в зоне прямой видимости беспроводных средств ZigBee. Алгоритм передачи информации по схеме рис. 2 (а) основан на принципе работы стековой памяти в ЭВМ как один из вариантов систем массового обслуживания по принципу «первым пришел — последним ушел»; при варианте обмена информацией по схеме рис. 2 (б) — передача данных происходит по принципу «первым пришел — первым ушел».

Разработанный алгоритм и программа обеспечивает стабильный обмен информацией при прямой видимости в радиусе до 300 м при использовании ZigBee-модемов ETRX2-PA. Достигнутая экспериментально скорость передачи данных о ТЭС ДП и навигационных координатах АТС составляет 20 Кбит/с. Выбор технологии ZigBee обусловлен следующими причинами: оперативностью и экономичностью развертывания подсистем обмена информацией, относительно малыми эксплуатационными затратами.

Результаты работы программы сохраняются в базе данных, расположенной в директории установленной инструментальной базы. Предусмотрена возможность передачи результатов в другие программы путем экспорта данных в Excel.

Представленный алгоритм использован при модернизации инструментальной базы [11, 12] и при разработке метода повышения активной безопасности АТС на основе компьютерной поддержки водителей с использованием подхода ЕВИП и навигационной привязки характеристик ДП к местоположению АТС.

На рис. 4 представлен интерфейс модернизированной инструментальной базы.

Эргономичность обеспечена гибкой настройкой программного обеспечения, а также ее открытой архитектурой. Пользователь обладает возможностью изменять как расположение и масштаб отображаемых визуальных элементов, так и их цветовую индикацию [11].

Модернизированная СКПВ с использованием аудио и визуальных средств оповещения сигнализирует водителю о наличии опасной ситуации в процессе

эксплуатации АТС. Инструментальная база реализована в среде программирования Borland Delphi 7. Для работы с инструментальной базой необходим ПК с частотой  $\geq 1600$  Гц и оперативной памятью  $\geq 1$  Гб, установленной ОС Windows не ниже вер. 2000 и СУБД InterBase.

Достоинства представленного метода:

- возможность использования баз картограмм дефектов и ТЭС ДП, полученных службами мониторинга и диагностирования автомобильных дорог;
- автоматизация режима навигационной привязки ТЭС и картограмм дефектов поверхности ДП к местоположению АТС и осуществление компьютерной поддержки субъектов транспортного процесса;
- высокое быстродействие и уровень информативности на основе использования подхода ЕВИП и реализации «сканирующего» алгоритма оперативного выбора данных с учетом направления и скорости движения АТС;
- адаптивность к изменению метрологической погрешности и дискретности получения навигационных сигналов;
- масштабируемость к увеличению числа субъектов транспортного процесса.

Предложенный подход осуществляет компьютерную поддержку водителей при управлении АТС с учетом ТЭС и дефектов ДП, что позволяет повысить активную безопасность автомобилей. Полученные результаты могут быть рекомендованы при совершенствовании имеющихся и разработке новых систем компьютерной поддержки водителей для по-

*Наибольшую опасность на дорогах представляет машина, которая едет быстрее, чем способен думать её водитель.*

Роберт Лембке

вышения безопасности автомобильного транспорта с использованием региональных атласов оцифрованных участков автомобильных дорог.

Разработанное программное обеспечение передано для внедрения в ООО «Оренбургское специализированное транспортное предприятие» (г. Оренбург), аппаратно-программные средства системы компьютерной поддержки водителя используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

#### Список литературы

1. Гайсин С.В., Бахмутов С.В., Ендачев Д.В., Мезенцев Н.П. Развитие интеллектуальных систем помощи водителю (ADAS) в Российской Федерации // Труды НАМИ. 2016. № 265. С. 6 - 11.
2. Дебелов В.В., Ендачев Д.В., Евграфов В.В., Бахмутов С.В. Пути реализации систем управления режимами движения транспортного средства на основе развития технологии автономного движения: материалы 99-й Междун. научно-технич. конф. «Безопасность колесных транспортных средств в условиях эксплуатации». – Иркутск: Изд-во «ИРНТУ». 2017. С. 504 - 512.
3. Karpukhin K.E., Terenchenko A.S., Bakhmutov S.V. et al. Tendency of Creation of «Driverless» Vehicles Abroad // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2014. № S. T 11. P. 241 - 246. doi:10.13005/bbra/1469
4. Туренко А.Н., Ужва А.В., Лукашов И.В., Шелаев Д.В. Разработка устройства глобального позиционирования для воспроизведения траектории движения гоночного автомобиля // Автомобильный транспорт (Харьков). 2013. № 32. С. 7 - 11.
5. Туренко А.Н., Ужва А.В., Лукашов И.В., Шелаев Д.В. Использование навигационной спутниковой системы GPS для воспроизведения траектории движения гоночного автомобиля // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2013. № 60. С. 83 - 89.
6. Лаишков И.Б., Смирнов А.В., Кашевник А.М. Исследование и разработка подхода к построению интеллектуального мобильного сервиса для автоматизированной поддержки водителя транспортного средства // Научно-технич. вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 6. С. 1130 - 1138.
7. Broggi A., Cappalunga A., Caraffi C. et al. TerraMax Vision at the Urban Challenge 2007 // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2010. Vol. 11. №. 1. P. 194 - 205.
8. Broggi A., Medici P., Zani P., Coati A., Panciroli M. Autonomous vehicles control in the VisLab Intercontinental Autonomous Challenge // Annual Reviews in Control. 2012. № 36 (1). P. 161 - 171.
9. Gu Q., Yang J., Zhai Y., Kong L. Vision-based multi-scaled vehicle detection and distance relevant mix tracking for driver assistance system // Optical Review. 2015. V. 22. N 2. P. 197 - 209.
10. Gaikwad V., Lokhande S. Lane departure identification for advanced driver assistance // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2015. Vol. 16. № 2. P. 910 - 918.
11. Хасанов Р.И. Компьютерная поддержка водителя в задаче выбора траектории и скорости движения мобильного объекта // Автоматизация в промышленности. 2016. № 7. С. 51 - 57.
12. Хасанов Р.И. Обеспечение активной безопасности автотранспортного средства в условиях дефицита визуальной информации // Автоматизация в промышленности. 2017. № 2. С. 28 - 35.

*Хасанов Рафаэль Илдарович — канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники и защиты информации ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».*

*Контактный телефон +7-922-850-73-41.*

*E-mail: hasanov0401@yandex.ru*

#### На котлоагрегате №3 главной распределительной энергостанции Топар проведен интеграционный тест новой АСУТП

Компания "Модульные Системы Торнадо" (г. Новосибирск) осуществила шеф-монтаж программно-технического комплекса (ПТК) АСУТП котлоагрегата (КА) № 3 на главной распределительной энергостанции п.Топар Республики Казахстан. Автоматизированная система управления котлоагрегата реализована на базе ПТК "Торнадо-N", предназначенного для выполнения функций локального управления высокой сложности на объектах любой степени ответственности.

Исходные данные для проектирования ПТК котлоагрегата № 3 были получены в конце 2017 г., в начале марта 2018 г. был проведен интеграционный тест готового ПТК.

На данный момент стартует проектирование ПТК КА № 4. Планируется внедрение АСУТП нескольких агрегатов: турбоагрегатов №№ 1, 2, КА №№ 3, 4 с организацией общего щита управления (ТЩУ-1).

Для АСУТП агрегатов ГРЭС было решено много задач:

- созданы электрогидравлические системы регулирования турбин №№ 1, 2 (поставки ТОО "Карагандинский турбомеханический завод") выполнена на единых программных средствах с ПТК АСУТП ТА №№ 1, 2, что позволило обеспечить "бесшовную" интеграцию ЭСЧР в ПТК;

- в ПТК реализована интеграция с несколькими смежными подсистемами, информация по интегрируемым подсистемам используется для визуализации, сигнализации, а также для участия в защите: с автоматизированной системой контроля вибрации и механических величин (АСКВМ) "Вибробит 300"; с автоматизированной системой технического учета электроэнергии (АСТУЭ); с подсистемой экологического мониторинга станции;

- предусмотрена возможность передачи необходимой информации в общестанционную сеть ГРЭС;
- в проекте ПТК котлоагрегата № 3 впервые выполнена информационно-вычислительная задача "Учет наработки поверхностей нагрева с повышенной температурой".

Несмотря на то, что агрегаты были отнесены к разным ПТК (ТА № 1, КА №№ 1–2 к ПТК № 1, ТА № 2, КА №№ 3, 4 к ПТК № 2), на экранах коллективного пользования (ЭКП) отображается общая информация по КА №№ 1–4 и ТА №№ 1–2 соответственно. Также на данном объекте не менее важным оказалось выполнение эргономичного общего щита управления. ООО "Модульные Системы Торнадо" разработало план расположения оборудования ПТК на ТЩУ-1 и специально для данного объекта выполнило щиты ЭКП по индивидуальным изгибам и размерам, а также пульты управления с возможностью двухъязычного размещения мониторов.

[Http://tornado.nsk.ru](http://tornado.nsk.ru)