

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТРАНСПОРТЕ

**А. А. Ленок, А. В. Гаевский, Р. Т. Хакимов**

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,  
Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация.** Экономическая выгода все чаще заставляет предприятия переходить на более дешевые виды топлива, чем бензин и дизель, такие как компримированный или сжатый природный газ. Однако эксплуатация газомоторной техники без должного учета газа, часто обходится дороже, чем при использовании традиционных видов топлива. Как следствие это формирует стереотип о сложности и неоднозначности применения газа в виде моторного топлива, а также потребности при использовании газа приобретать экспертный уровень во множестве вопросов. Дороговизна оборудования, сложность в эксплуатации, снижение ресурса двигателей, да и в принципе мнение, что «использование газа не безопасно» – это далеко не весь список камней преткновения, на пути к получению желаемой выгоды от использования самого дешевого и экологичного вида топлива. Синергия проблематики явно обозначает три основных вопроса: безопасность, учет и контроль, а также влияние газа на ресурс двигателя. Прибор «АГС478 ЭРА ГЛОНАСС» предназначен для установки на любые автомобили, использующие компримированный природный газ. Он автоматически производит расчеты и выдает результаты для отображения на индикаторе в цифровом формате в салоне автомобиля или трактора, а также конвертирует данные для передачи через GPS/ГЛОНАСС устройства для передачи в программу мониторинга транспорта. Аналогичная система давно используется на транспорте, использующем бензин и дизель, теперь дошло и до газомоторной техники. Одним из важных моментов является то, что использование средств инструментального контроля в паре с приборами GPS/ГЛОНАСС позволяет производить наблюдения за параметрами использования газа с привязкой к пространству и времени, что дает доступ к богатейшим пластам информации об эксплуатации этой техники, алгоритмах ее использования и еще массе косвенных и сопутствующих вопросов. Это так же дает серьезный повод задуматься о применении искусственного интеллекта. Из этого следует, что применение прибора «АГС478 ЭРА ГЛОНАСС» в процессе эксплуатации автотракторной техники на газе, будет большой мере решением проблематики безопасности, учета, контроля, а также влияния газа на ресурс двигателя, приводить к изменению качества работы всей системы. Чем больше данных мы получим в процессе эксплуатации, тем стабильнее будет работать и вся система эксплуатации газомоторного транспорта. А значит этот процесс подлежит контролю путём мониторинга транспорта и параметров работы*

газобаллонного оборудования. Одна из целей – это автоматизация сбора данных о процессах, фиксация изменений о количественном и качественном состоянии физических параметров газобаллонного оборудования, не допуская их падения или превышения определённого уровня эксплуатации.

**Ключевые слова:** экология, природный газ, газоанализатор, датчик контроля газа, автотракторная техника, газобаллонное оборудование.

## **IMPROVING ENVIRONMENTAL AND TECHNICAL SAFETY IN GAS-POWERED TRANSPORT**

**A. A. Lenok, A. V. Gaevsky, R. T. Khakimov**

*Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russian Federation*

**Abstract.** *Economic benefits are increasingly forcing businesses to switch to cheaper fuels than gasoline and diesel, such as compressed or compressed natural gas. However, the operation of gas-powered vehicles without proper gas accounting is often more expensive than using traditional fuels. As a result, this creates a stereotype about the complexity and ambiguity of using gas as a motor fuel, as well as the need to acquire an expert level in a variety of issues when using gas. The high cost of equipment, the complexity of operation, the reduction in engine life, and, in principle, the opinion that «using gas is not safe» is not the whole list of stumbling blocks on the way to obtaining the desired benefits from using the cheapest and most environmentally friendly type of fuel. The synergy of the issues clearly identifies three main issues: - safety, accounting and control, as well as the effect of gas on engine life. The AGS478 ERA GLONASS device is designed to be installed on any vehicles using compressed natural gas. It automatically performs calculations and outputs the results for display on an indicator in digital format in the interior of a car or tractor, and also converts data for transmission via GPS/GLONASS devices for transmission to a transport monitoring program. A similar system has long been used in vehicles using gasoline and diesel, and now it has reached gas-powered vehicles. One of the important points is that the use of instrumental monitoring tools paired with GPS / GLONASS devices allows you to monitor the parameters of gas use with reference to space and time, which gives access to a wealth of information about the operation of this technology, algorithms for its use, and a host of indirect and related issues. This also gives a serious reason to think about the use of artificial intelligence. It follows from this that the use of the AGS478 ERA GLONASS device during the operation of gas-powered automotive equipment will be a major solution to the problems of safety, accounting, control, as well as the effect of gas on engine life. lead to a change in the quality of the entire system. The more data we receive, the more stable the entire system of operation of gas-powered vehicles will be during operation. This means that this process is subject to control by monitoring the transport and operating parameters of the gas cylinder equipment. One of the goals is to automate the collection of data on processes, to record changes in the quantitative and qualitative state of the physical parameters of gas cylinder equipment, preventing them from falling or exceeding a certain level of*

operation.

**Keywords:** ecology, natural gas, gas analyzer, gas monitoring sensor, automotive machinery, gas cylinder equipment.

**Цель исследования** – повышение экологической и технической безопасности на газомоторной технике за счет цифровых методов контроля и мониторинга.

### Материалы и методы.

Использование природного газа на транспорте возможно, как показано на рисунке 1 тремя способами: 1) в сжатом состоянии, 2) в смешанном сочетании баллонов со сжатым и в сжиженном состоянии природного газа, 3) в сжиженном состоянии природного газа в специальных криогенных баках.

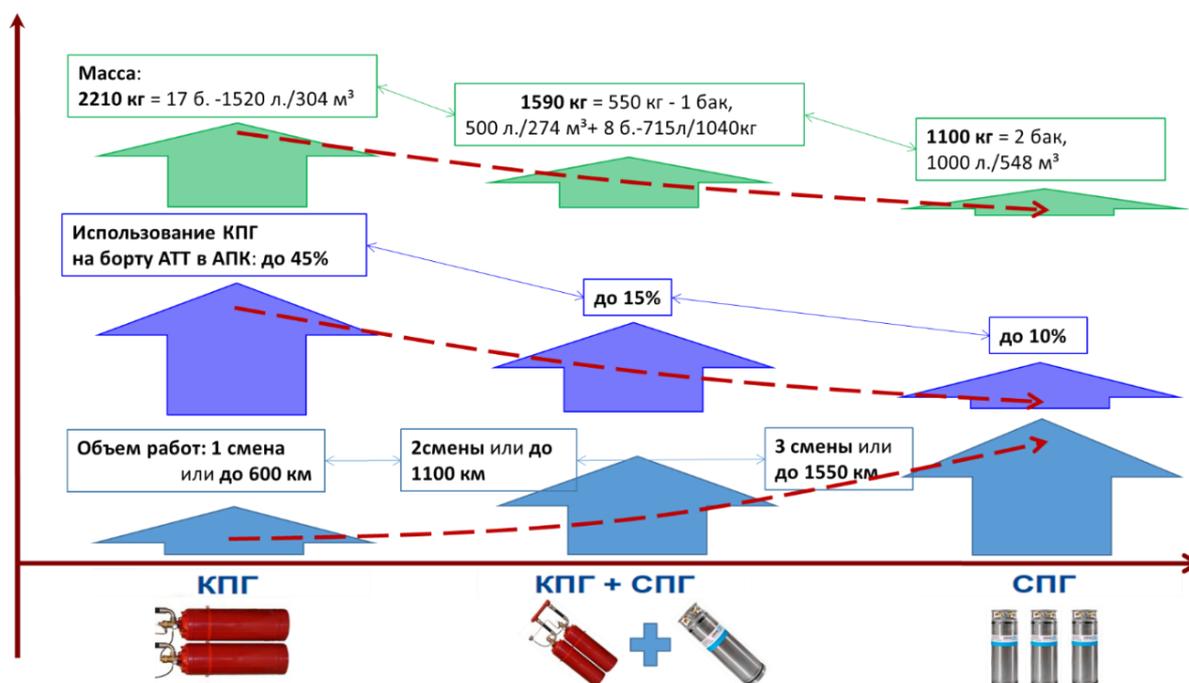


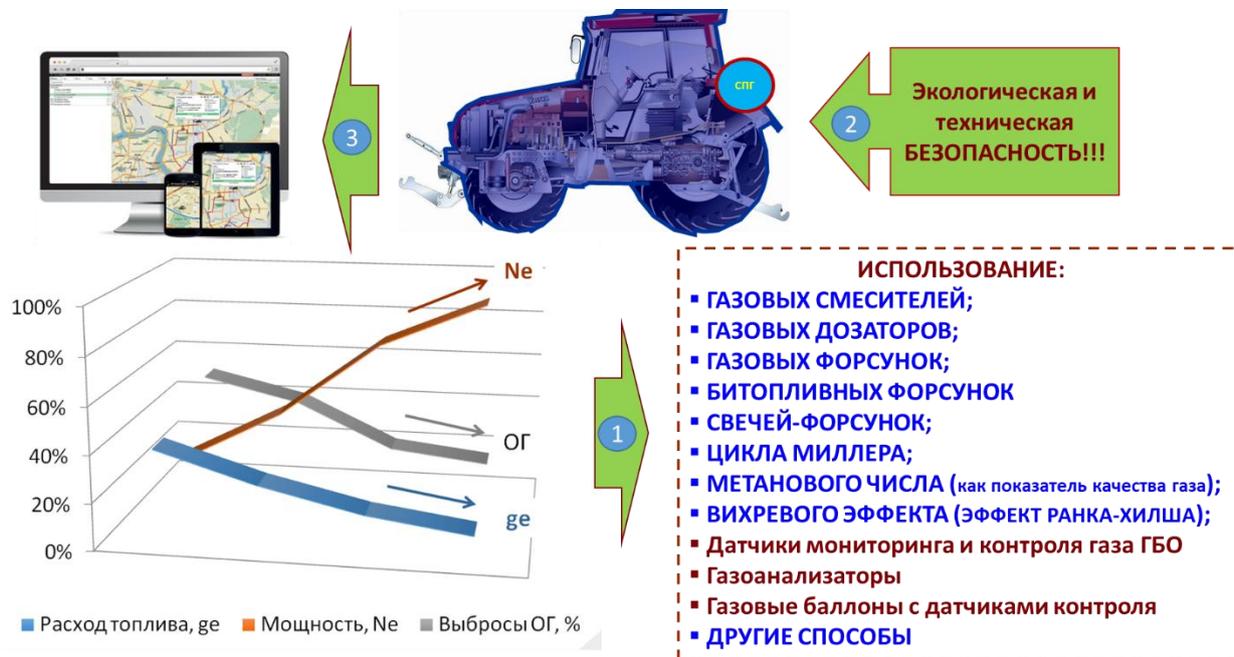
Рисунок 1 – Схема эффективности использования сжатого и сжиженного метана на автотракторной технике

Методы, используемые при мониторинге о текущем состоянии параметров природного газа, используемого в качестве основного моторного топлива на автотракторной технике.

Метод первый – натуральный сбор показаний.

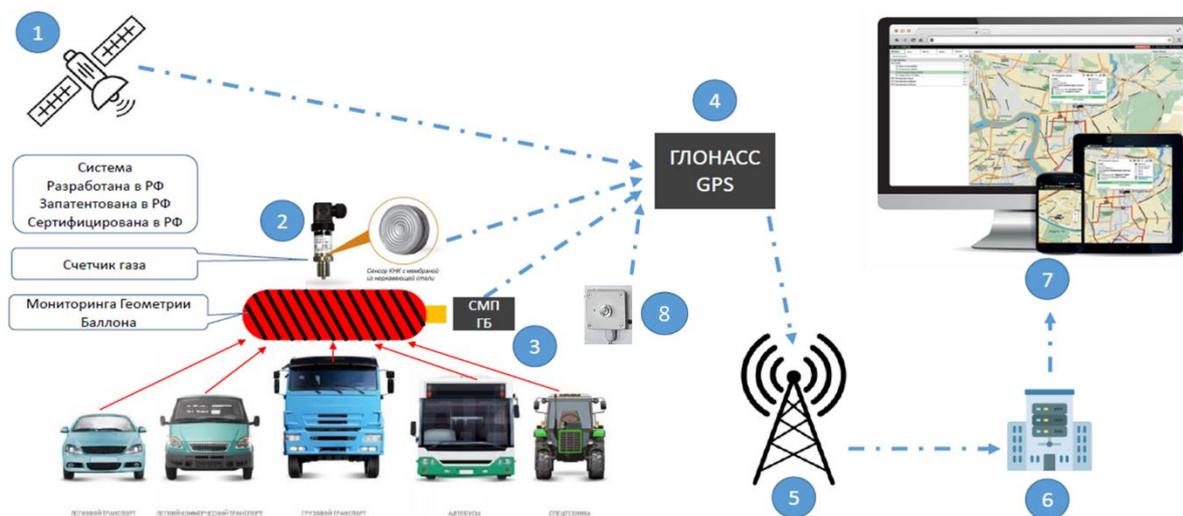
Первый способ фиксации давления и температуры, а также расчета «остатка газа в баллонах автомобиля» заключается в ручном, то есть натуральном сборе показателей с приборов. Для этого требуется физическое присутствие, нештатные приборы и ручной расчет данных

по формуле. К слову сказать таблицы перевода давления и температуры в заданном объеме в метры кубические существуют уже давно. Метод сложен, неудобен. поэтому применяется крайне редко. Применяется при неисправности или отсутствии штатных приборов.



**Рисунок 2 – Схема энергоэффективности работы автотракторной техники**

Метод второй, вывод значений давления и температуры на механические и электронные индикаторы. Частично автоматизированный, облегчает расчеты водителям и контролирующим сотрудникам проводить расчеты, но из-за направленности только на индикацию, по-прежнему заставляет производить сбор информации вручную, локально по каждой машине, поэтому требует физического присутствия.

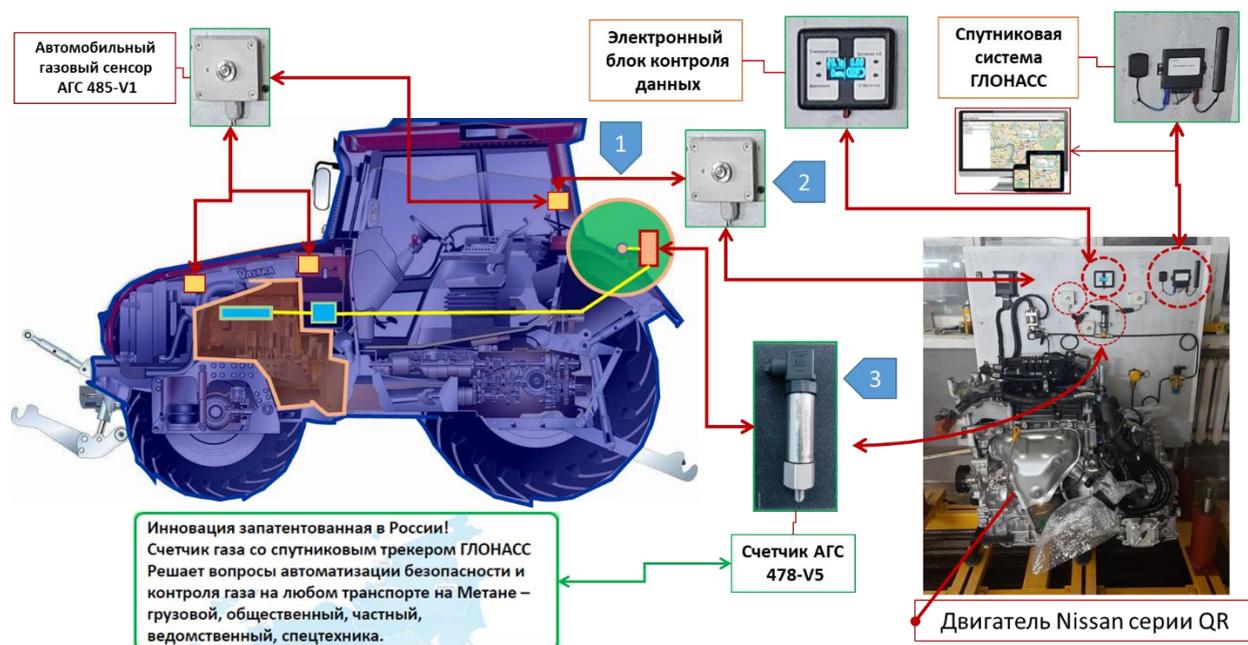


**Рисунок 3 – Схема геосистемного мониторинга газомоторной автотракторной техники**

Способ часто используемый. К нему прибегают скорее от безальтернативности, так как на рынке затруднительно найти прибор учета газа с разрешениями на установку на автомобиль (сертификаты и декларации).

Способ 3 частично автоматизированный с электронной обработкой в программе мониторинга транспорта.

Метод третий включает как применение цифрового салонного индикатора, так и может осуществляться без него. Способ полностью опирается на установленные приборы, но не исключает сбор данных натуральным способом. Натуральный сбор показаний так же доступен. В основе метода сбора данных с применением прибора учета газа АГС 478 ЭРА ГЛОНАСС лежит непрерывное измерение давления и температуры природного газа газовой магистрали газобаллонного оборудования в заранее заданном, рабочем объеме баллонов, установленных на автомобиле и переводе полученных данных в кубометры – автоматически, для вывода данных на цифровой индикатор в салоне автомобиля и прибор GPS/ГЛОНАСС.

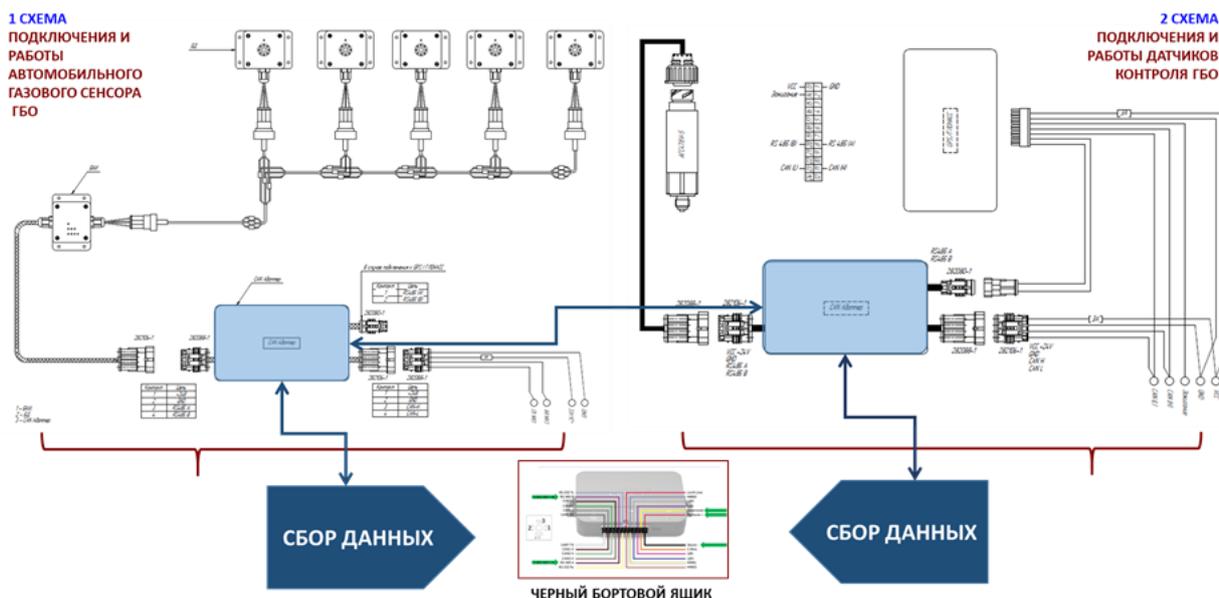


**Рисунок 4 – Элементы многофункционального бортового интеллектуального комплекса газобаллонного оборудования автотракторной техники**

Метод использует полезную модель связки приборов датчика давления и температуры и прибора спутникового мониторинга транспорта GPS/ГЛОНАСС (Патент № 7236454. Система мониторинга учета и расхода топлива транспортного средства). Также может быть реализованы сбор и передача данных с CAN шины автомобиля через

прибор спутникового мониторинга транспорта GPS/ГЛОНАСС (Патент № 2797731. Способ работы системы мониторинга параметров газобаллонного оборудования и учета расхода топлива двигателя транспортного средства, работающего на газовом или газовом и жидком топливе). Данная связка приборов обеспечивает автоматизированный контроль физических параметров использования газа, а также позволяет вести сбор данных вручную как при первом, так и при втором методе.

Метод четвертый. Этот метод использует всю совокупность автоматизированного сбора данных со средств инструментального контроля. Может применяться для последующей обработки с применением искусственного интеллекта. Но уже сейчас в базовом исполнении средства автоматизации позволяют выборочно выдавать обработанные данные только по тем параметрам, которые действительно требуют внимания. Поэтому данные обрабатываются сразу же при получении самим прибором учета газа.

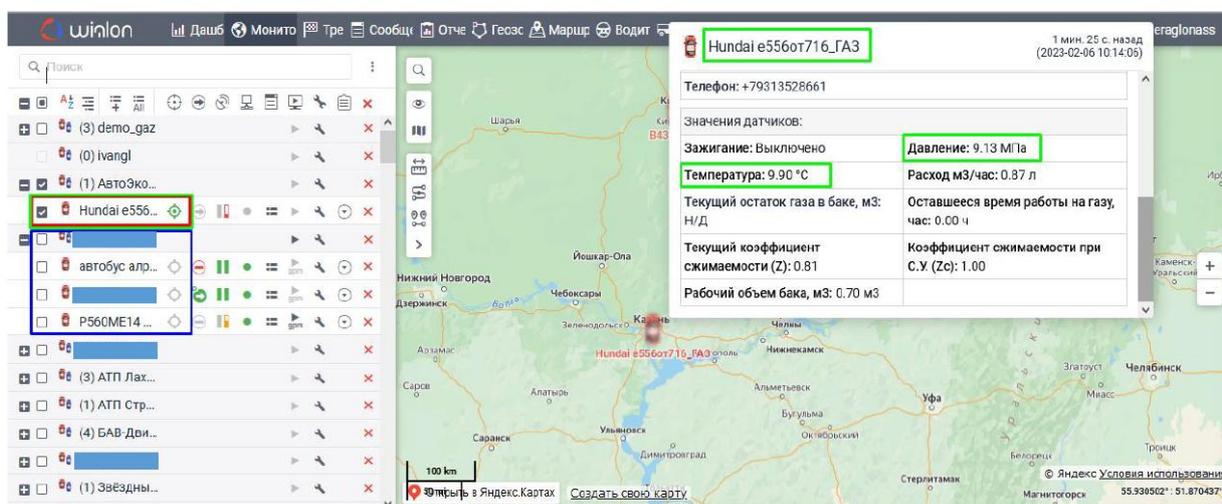


**Рисунок 5 – Многофункциональный бортовой интеллектуальный комплекс (МБИК)**

Целью четвертого способа выступает производство, обработка и передача готовой информации. Он учитывает то, что более полезной будет считаться не разрозненная информация, потеря которой приводит к неточностям, а уже готовые и обработанные данные. Иными словами, полезнее будут не слагаемые (Давление и Температура), а производное (Кубометры). Однако для проверки полученной суммы, дан-

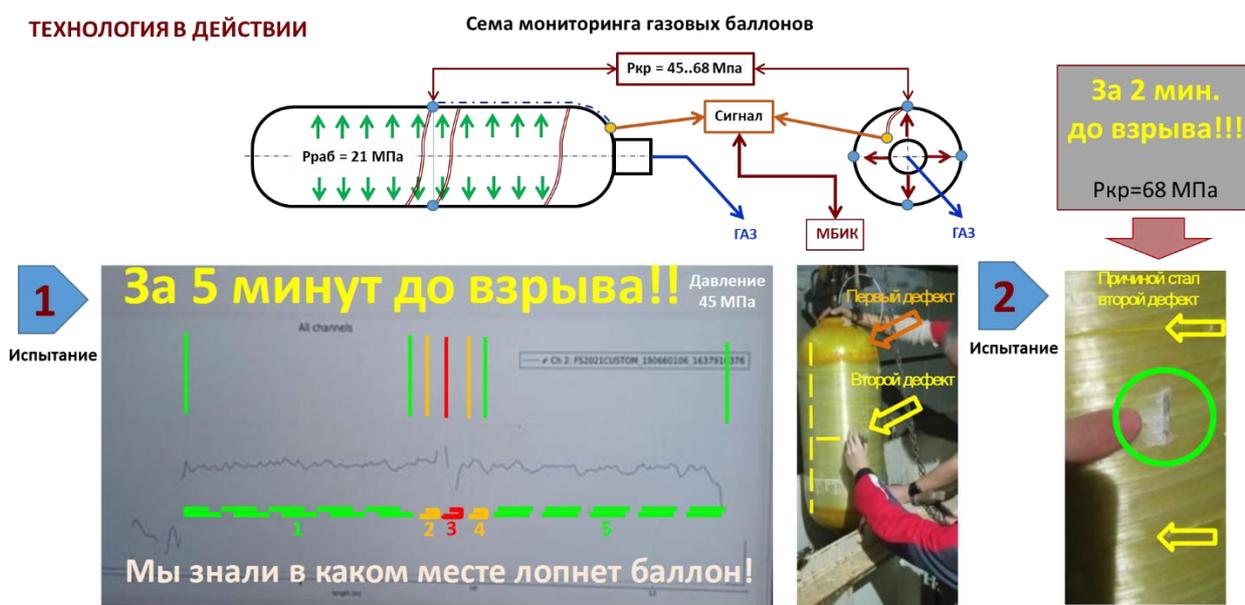
ные слагаемых так же передаются и могут быть использованы для проверки суммы. Обработанная информация быстрее обрабатывается машинами, удобнее анализируется человеком, после чего последний принимает наиболее выгодное решение, связанное с выполнением того или иного действия.

Разница между старым и новым методами заключается в том, что на каждую точку времени и пространства согласно данным GPS/ГЛОНАСС, мы получаем не три вида исходных данных: Давление, Температура, Остаток Газа в баллонах в м<sup>3</sup>, которые нужно еще передать и еще обработать, а семь видов данных включая (исходные и обработанные) такие как: Время, Широта, Долгота, Давление, Температура, Остаток Газа в баллонах в м<sup>3</sup>, Расход газа.



**Рисунок 6 – Программа мониторинга данных по параметрам газобаллонного оборудования автотракторной техники на эксплуатируемой на территории России и СНГ**

В рамках развития и совершенствования работы газобаллонного оборудования СПбГАУ при взаимодействии с ООО «ЭРА ГЛОНАСС» и НПО «ДИНАМИКА» в г. Санкт-Петербурге провели совместные испытания новых образцов газовых баллонов с встроенными датчиками контроля геометрических параметров корпуса ёмкости с целью повысить безопасность конструкции баллонов для обнаружения и снижения риска образования внештатных ситуаций (рисунок 7).



**Рисунок 7 – Испытания газового баллона с встроенными датчиками мониторинга геометрии стенки баллона**

### Результаты и обсуждение

Развитие рынка мониторинга транспорта идет по пути расширения функционала приборов и инструментального контроля постоянно наращивая список используемых датчиков и интеграций под задачи клиента. А так как РФ – это страна, где много транспорта на природном газе и 10 % мировых запасов газа, такая задача в транспортной сфере одна из наиболее актуальных. Так как на сегодняшний день газ – это инструмент формирования цен.

На сегодняшний день в мире насчитывается более 2 001 920 разновидностей приборов GPS/ГЛОНАСС, зарегистрированных только в одной самой популярной программе мониторинга транспорта Wialon, а их много.

В России 360 000 единиц транспорта, работающего на компримированном природном газе.

Количество автомобилей в сегменте КПГ с 2018 года увеличивается более чем на 7 % в год. При этом государственная программа РФ «Развитие энергетики» ставит весьма амбициозные цели, в соответствии с которыми на горизонте до 2024 года потребление метана должно увеличиться с текущих 1,3 до 2,7 млрд м<sup>3</sup>. Количество заправок – более 1000. Перечень АГНКС в России постоянно увеличивается.

По прогнозам в России в ближайшие 10 лет резко увеличится количество автомобилей с ГБО. За тот же период половина общественного транспорта должна быть переведена на газ.

### Выводы

- Подобраны методы и оборудование для определения решения инженерных задач по фиксации и учету физических процессов на транспорте.
- Для оценки и расчета выбрана формула Менделеева-Клапейрона.
- Получена возможность автоматизации мониторинга физических процессов состояния газа и газобаллонного оборудования 24/7 на транспорте автоматическим путем.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Афанасьев, А. С. Исследование параметров торможения АТС категории М1, оснащенных адаптивными тормозными системами / А. С. Афанасьев, Н. В. Чудакова, Р. Т. Хакимов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2021. – № S55. – С. 9-12.
2. Хакимов, Р. Т. Использование природного газа в качестве моторного топлива для автотракторной техники / Р. Т. Хакимов, О. Г. Огнев // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта : сборник статей, Екатеринбург, 03 декабря 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2022. – С. 39-41.
3. Дидманидзе, О. Н. Метановое число природного газа и его влияние на эффективность рабочего процесса газового двигателя / О. Н. Дидманидзе, А. С. Афанасьев, Р. Т. Хакимов // Записки Горного института. – 2021. – Т. 251. – С. 730-737.
4. Дидманидзе, О. Н. Улучшение эксплуатационных показателей автомобилей путем совершенствования охлаждающих систем / О. Н. Дидманидзе, Н. А. Большаков, Р. Т. Хакимов // Автотранспортная техника XXI века : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Москва, 29 октября 2018 года / Под редакцией О. Н. Дидманидзе, Н. Е. Зимина, Д. В. Виноградова. – М. : ООО «Мегаполис», 2018. – С. 29-45.
5. Научные основы математического моделирования процессов теплообмена в теплообменнике тягово-транспортного средства / О. Н. Дидманидзе, Р. Т. Хакимов, Е. П. Парлюк, В. В. Рудомазин. – М. : УМЦ «Триада», 2020. – 106 с.
6. Афанасьев, А. С. Системное диагностирование автомобильного двигателя с использованием мультиплексажа / А. С. Афанасьев, Л. П. Астахов // Магистратура – автотранспортной отрасли : материалы VIII Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слушания», Санкт-Петербург, 26-27 октября 2023 года. – СПб : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 12-18.
7. Неговора, А. В. Разработка методики для оценки технического состояния электромагнитных дозаторов газа / А. В. Неговора, И. Р. Исанбердин, А. А.

Чекрыжов // Инновационные технологии как фактор развития : материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXIV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2024», Уфа, 26-28 марта 2024 года. – Уфа : Башкирский государственный аграрный университет, 2024. – С. 106-111.

8. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.

9. Дидманидзе, О. Н. Современный уровень развития двигателей с газомоторной и электрической силовой установками на транспортно-тяговых средствах / О. Н. Дидманидзе, А. С. Гузалов, Н. А. Большаков // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 52-59. – DOI 10.34286/1995-4646-2019-67-4-52-59.

10. Сафиуллин, Р. Н. Системы автоматизации контроля движения на автомобильном транспорте / Р. Н. Сафиуллин, В. В. Резниченко, А. Ф. Калюжный. – СПб : ООО «Издательство Лань», 2024. – 516 с.

11. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

#### *Сведения об авторах:*

**Ленок Александр Александрович** – аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

**Гаевский Антон Викторович** – аспирант, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

**Рамиль Тагирович Хакимов** – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Автомобили, тракторы и технический сервис» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

#### *About the authors:*

**Alexander A. Lenok** – postgraduate student, Saint-Petersburg State Agrarian University.

**Anton V. Gaevsky** – postgraduate student, Saint-Petersburg State Agrarian University.

**Ramil T. Khakimov** – D.Sc. (Engineering), associate professor, Head of the Department «Cars, tractors and technical service», Saint-Petersburg State Agrarian University.