

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-4-7-26

УДК 656

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*Т.В. Коновалова, Ю.Д. Шевцов, С.Л. Надирян,  
М.П. Миронова, М.М. Журавлев*

*С ростом объемов производства транспортной продукции, эффективное управление логистическими затратами предприятия заставляет искать новые подходы в управлении ресурсами предприятия. Логистические издержки напрямую зависят от логистических операций в цепи поставок. Оптимизация логистических издержек предприятия в новых конкурентных условиях предполагает поиск и внедрение инновационных решений в сфере транспортных технологий. В статье рассматривается разработка методов повышения эффективности транспортно-логистических процессов за счет оптимизации логистических издержек предприятия, через оптимизацию систем управления транспортными средствами.*

**Цель** – разработка методики оценки эффективности работы ИСАУ.

**Метод или методология проведения работы:** в статье использовались математические и статистические методы анализа.

**Результаты:** определены наиболее информативные параметры оценки функционирования ИСАУ, которые должны включать расчетную оценку мощностных, экономических, экологических и надежности показателей при различных режимах управления или их сочетания, а также при различных эксплуатационных режимах.

**Область применения результатов:** прикладные исследования в области оценки эффективности транспортно-логистических процессов; проведение исследовательских работ, направленных на создание новых наукоемких технологий оптимизации транспортно-технологических систем.

**Ключевые слова:** транспортно-логистические процессы; транспортное средство; режим управления; двигатель; логистические издержки; интеллектуальные системы автоматического управления

## INCREASING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT AND LOGISTICS PROCESSES THROUGH OPTIMIZATION OF VEHICLE CONTROL SYSTEMS

*T.V. Konovalova, Yu.D. Shevtsov, S.L. Nadiryan,  
M.P. Mironova, M.M. Zhuravlev*

*With the growth of production volumes of transport products, the effective management of the logistics costs of the enterprise forces us to look for new approaches in the management of enterprise resources. Logistics costs are directly dependent on logistics operations in the supply chain. Optimizing the logistics costs of an enterprise in the new competitive environment involves the search and implementation of innovative solutions in the field of transport technologies. The article discusses the development of methods for improving the efficiency of transport and logistics processes by optimizing the logistics costs of the enterprise, through the optimization of vehicle control systems.*

**Purpose** – development of a methodology for assessing the effectiveness of ISAS.

**Method or methodology of the work.** The article used mathematical and statistical methods of analysis.

**Results.** The most informative parameters for evaluating the functioning of ISAS were determined, which should include a calculated

assessment of power, economic, environmental and reliability indicators for various control modes or their combinations, as well as for various operating modes.

**Scope of the results.** Applied research in the field of evaluating the effectiveness of transport and logistics processes; carrying out research work aimed at creating new science-intensive technologies for optimizing transport and technological systems.

**Keywords:** transport and logistics processes; vehicle; control mode; engine; logistics costs; intelligent automatic control systems

Автомобильный транспорт обеспечивает единство хозяйственной деятельности всех сфер материального производства. Объемы перевозимых грузов и пассажиров увеличиваются каждый год соответственно на 3–5%, падение предельных значений объемов перевозимых грузов в 2020 году связано с введением коронавирусных ограничений.

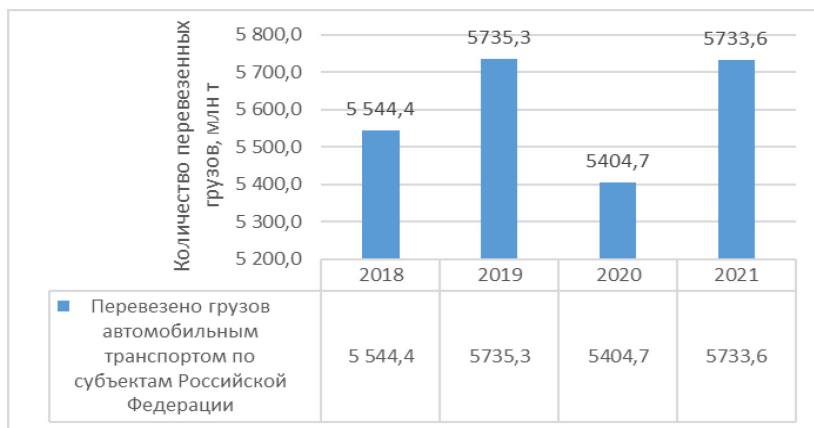
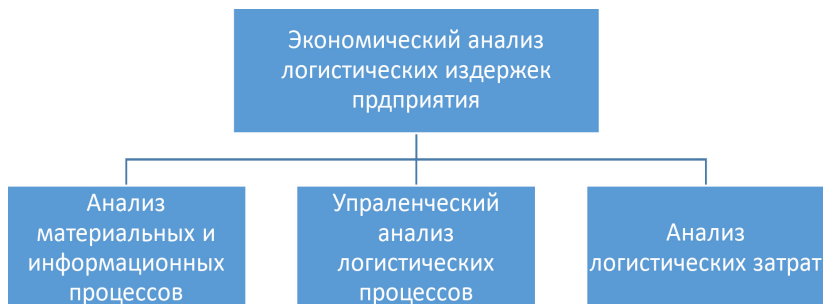


Рис. 1. Анализ объемов перевозимых грузов

Снижение перевозок пассажиров связано с ростом использования легкового автомобильного транспорта, и перераспределением людей с транспорта общего пользования на индивидуальный.



**Рис. 2.** Анализ перевозок пассажиров автобусами общего пользования

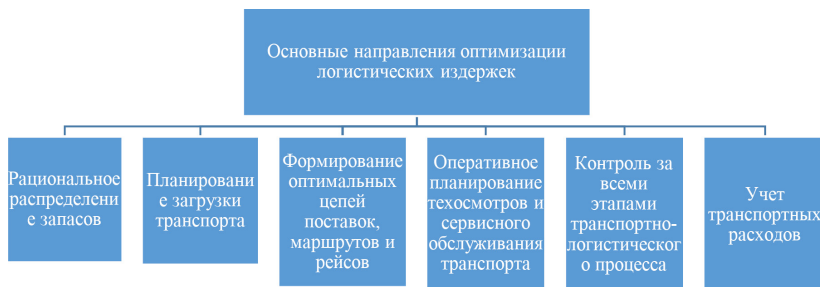


**Рис. 3.** Экономический анализ логистических издержек предприятия

В современных условиях возрастающей конкуренции, повышением себестоимости продукции эффективное управление логистическими затратами предприятия является актуальной практической задачей. Логистические издержки напрямую зависят от логистических операций в цепи поставок. Логистические издержки предприятия не ограничиваются учетом движения материальных ресурсов в цепи поставок, они также учитывают технологические процессы производства (трансформационные издержки), возникающие в процессе взаимодействия предприятия с

поставщиками и покупателями, с учетом внешней и внутренней среды предприятия.

Для оптимизации логистических издержек, предприятия необходимо придерживаться следующих направлений, представленных на рисунке 4:



**Рис. 4.** Основные направления оптимизации логистических издержек

Разработка методов повышения эффективности транспортно-логистических процессов за счет оптимизации логистических издержек предприятия, предполагает поиск и внедрение инновационных решений в сфере транспортных технологий.

Рассмотрим транспортное средство – как одно из направлений внедрения инновационных решений. Создания наиболее эффективной системы управления параметрами автомобильного двигателя при различных режимах и условиях его эксплуатации позволит повысить эффективности транспортно-логистических процессов.

Современное развитие транспортных силовых установок и неуклонное совершенствование автомобильной техники на базе двигателей внутреннего сгорания на сегодняшний день предполагает обязательное оснащение их эффективными системами электронного управления (СЭУ), которые должны обеспечить выполнение ряда задач и жестких требований, предъявляемых к ним. К ним относятся повышение топливной экономичности, повышение надежности, обеспечение энергоэффективности, а также высокие требования к

экологичности, безопасности, комфортабельности, уровню шума, вибраций, и др. Это в свою очередь будет влиять на безопасность транспортно-логистических систем, в том числе и экологическую – как одного из параметров системы безопасности движения.

Выполнение вышеперечисленных задач возможно при разработке и применении систем управления на основе искусственного интеллекта, т.е. интеллектуальных систем автоматического управления (ИСАУ).

Интеллектуальные системы автоматического управления (ИСАУ) позволят обеспечить индивидуальную оптимизацию рабочих процессов в каждом цикле каждого цилиндра, автоматически выбирать и устанавливать такие совокупности значений параметров рабочего процесса в цилиндрах двигателя, которые были бы оптимальными по расходу топлива, тепловому состоянию, режиму трения и качеству переходных процессов. При этом алгоритмы управления ИСАУ должны учитывать режимы работы двигателя, при изменяющихся параметрах окружающей среды и ограничения по экологическим и техническим (надёжностным) показателям. Исходя из этого при создании Интеллектуальных систем автоматического управления нового поколения должны быть выполнены следующими требованиями:

- обеспечение контроля и прогнозирования изменений параметров системы и объекта управления в условиях неопределённости;
- возможность построения режима самообучения системы и объекта управления на основе синтеза и анализа контролируемых параметров и поддержание их работоспособности в условиях неопределённости;
- обеспечение высокой адаптивности к внешним возмущающим воздействиям различной природы за счёт автоматической настройки изменений параметров системы и объекта управления в процессе их работы.

Разработка и применение интеллектуальных систем считается одним из инновационных направлений развития систем управления автомобильных двигателей. Возможность самообучения

системы интеллектуального управления позволяет обойтись без точного моделирования объекта управления и функционирования в условиях, не предусмотренных на этапе проектирования.

Анализ последних публикаций в данной области [1-3] показал, что интеллектуальные системы, построенные на основе нечетких нейронных сетей, начинают внедрять в СЭУ автомобильных двигателей. Данные системы в большинстве своем строятся на архитектурах ANFIS и NNFLC [4, 5]. Архитектура ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) используется в случаях построения нейронной сети с единственным выходом и несколькими входами.

Архитектура NNFLC (Neurons Network Fuzzy Logic Controller) обладает отличительной особенностью – разделением структуры на слои, каждый из которых обладает своим функционалом.

В некоторых системах управления предложено использовать гибридную нечеткую логику [6], которая отличается от обыкновенной нечеткой логики тем, что значение управляемого сигнала описывается аппаратом нечеткой логики, однако функции принадлежности настраиваются с помощью алгоритмов обучения нейронных сетей.

В основе создания интеллектуальных систем управления лежат методы ситуационного управления, при этом, такие системы должны обладать достаточным информационным обеспечением т.е. контролем параметров всех необходимых элементов и систем двигателя за счет имеющихся в них информационно-технологических систем получения и обработки информации. Обеспечение постоянного отслеживания и контроля рабочих параметров двигателя позволяет использовать их **во-первых** – в системе управления с учетом ее адаптации при изменяющихся условиях эксплуатации и технического состояния двигателя, **во-вторых** – для оценки технического состояния и диагностики двигателя и **в-третьих** для составления прогноза дальнейшей его работы.

Таким образом, для разработки современных интеллектуальных систем автоматического управления (ИСАУ) двигателей транспортных средств можно выделить три основные задачи.

**Во-первых**, обеспечение управления работой автомобильного двигателя на требуемых нагрузочно-скоростных режимах с наибольшей эффективностью.

**Во-вторых**, обеспечение выполнения жестких требований по выбросам в атмосферу вредных веществ с отработавшими газами при высоких энергетических и экономических показателях.

**В третьих**, обеспечение высокой надежности, что так же невозможно без применения электронных систем автоматического управления на основе искусственного интеллекта.

Основой создания такой электронной системы управления для автомобильных двигателей должен быть системный подход к его конструкции и функционированию. Двигатель необходимо рассмотреть, как совокупность систем, каждая из которых должна выполнять свою функцию с наибольшей эффективностью

В этом случае процесс управления в ИСАУ будет представлять собой пошаговое формирование управляющих воздействий в соответствии с заранее разработанными алгоритмами. При этом общие алгоритмы работы электронной системы управления АТС будут представлены в виде совокупности локальных алгоритмов отдельных элементов и систем двигателя, которые и будут составлять основу построения общей дискретной ИСАУ и ее прикладного программного обеспечения (ПО).

Таким образом, для достижения заданного результата согласно целевой функции должны быть решены следующие задачи:

**1. Создание базы данных**, База данных должна быть создана на основе результатов проведения испытаний реальных автомобильных двигателей разного назначения и принципа действия (ДсИЗ или Дизельный) или их имитационных моделей при различных условиях окружающей среды и нагрузочно- скоростных режимах, и представлена в виде таблиц или графиков.

Программное обеспечение(ПО) интеллектуальной системы автоматического управления(ИСАУ) позволит использовать созданную базу данных для формирования скоростных и нагрузочных характеристик различных параметров, характеризующих экономи-



ческие, мощностные, надёжностные и др. показатели работы двигателя и по ним определять наиболее оптимальные их величины.

Например, с целью создания базы данных для двигателя с искровым зажиганием (ДсИЗ) 4р7,6/7,1 были проведены испытания на его модели, по результатам которых построены скоростные и нагрузочные характеристики, представленные на рисунках 5 и 6.

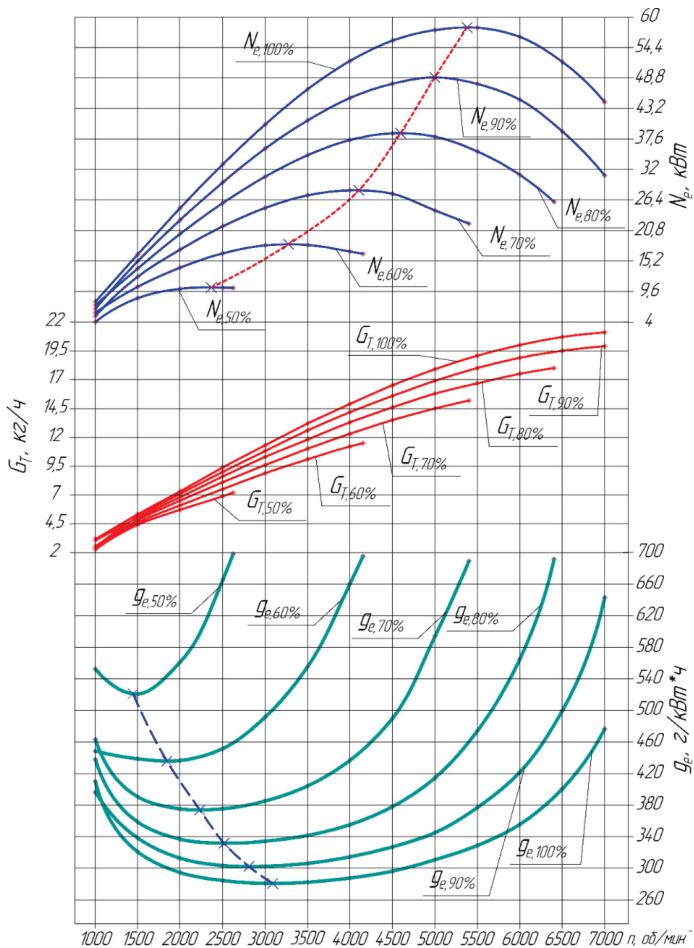
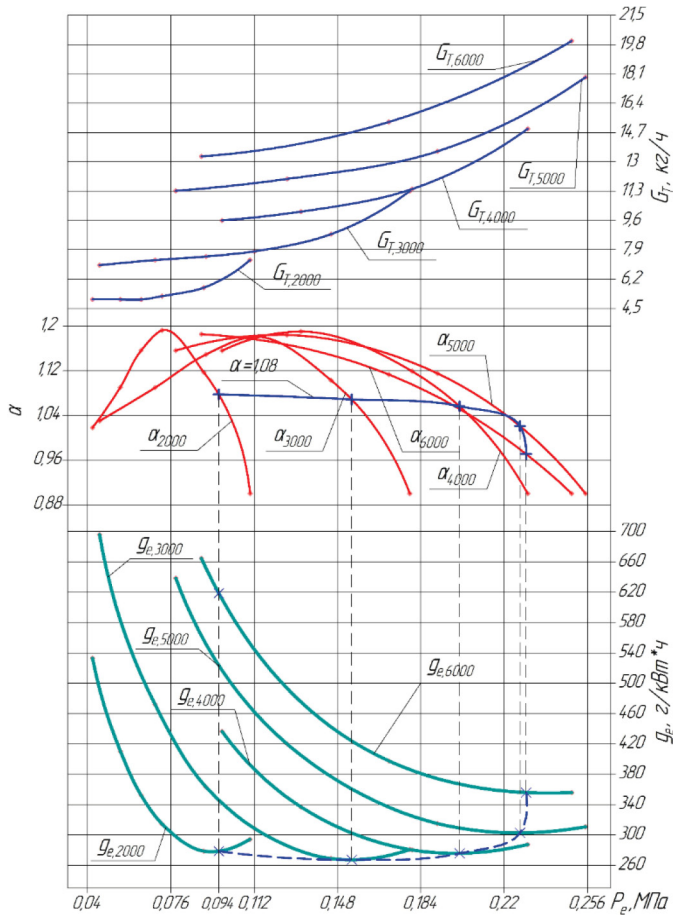


Рис. 5. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателя с искровым зажиганием 4р7,6/7,1 при  $p_o=0,101\text{Мпа}$ ,  $t_o=20^\circ\text{С}$

Экономичность работы двигателя можно оценить по изменению удельного эффективного  $g_e$  и часового  $G_T$  расходов топлива на графиках скоростных и нагрузочных характеристик.



**Рис. 6.** Нагрузочная характеристика двигателя с искровым зажиганием 4р7,6/7,1 при  $p=0,101$  Мпа,  $t=20^\circ\text{C}$

Минимальные значения удельного эффективного расхода топлива  $g_{e\text{min}}$  при различных режимах двигателя на рисунке 5 показаны пунктирной линией. Относительно значений наиболее

экономичного режима, соответствующего  $g_{\text{emin}}$  значения удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  возрастают на внешней и частичных скоростных характеристиках как при увеличении, так и при уменьшении частоты вращения. С уменьшением мощности нагрузки (от 100% до 50%) удельный эффективный расход топлива  $g_e$  будет также возрастать.

По графикам нагрузочных характеристик (рисунок 6) видно, что, при нагрузке  $Pe=0,094\text{Мпа}$ , соответствующей минимальному расходу топлива  $g_{\text{emin}}$  удельный эффективный расход топлива  $g_e$  при максимальной частоте вращения ( $n=6000\text{ мин}^{-1}$ ) в 2,3 раза больше, чем при  $n=2000\text{ мин}^{-1}$ . **Графики** изменения часового расхода топлива зависимости от нагрузки  $Gm=f(P_e)$  имеют тенденцию к возрастанию на всех частотах вращения коленчатого вала (от  $n=2000\text{ мин}^{-1}$  до  $6000\text{ мин}^{-1}$ ). Уровень значений часового расхода топлива  $Gm$  с увеличением частоты вращения коленчатого вала (от  $n=2000\text{ мин}^{-1}$  до  $6000\text{ мин}^{-1}$ ) также будет возрастать.

По графикам изменения коэффициента избытка воздуха  $a = f(P_e)$ , (рисунок 6) видно, что для обеспечения минимального удельного расхода топлива  $g_{\text{emin}}$  необходимо поддерживать состав смеси на постоянном уровне (для данного двигателя  $a=1,08$ ). И только на высоких частотах вращения (от  $n=5000\text{ мин}^{-1}$  до  $6000\text{ мин}^{-1}$ ) целесообразно обогащать топливно-воздушную смесь до величин  $a=1,04\dots 0,98$ .

Из приведенных примеров видно, что полученную базу данных и построенные на ее основе графики можно использовать для задания необходимых параметров в системе управления, с целью поддержания наиболее эффективного режима при различных условиях и режимах эксплуатации.

**2. Определение теплового баланса** Расчет теплового баланса предназначен для оценки распределения тепловых потерь в двигателе, при изменении скоростных, нагрузочных режимов, состава смеси, угла опережения зажигания (впрыска) и т.д. По характеру его изменения от различных режимов и параметров можно оценить эффективность рабочего процесса двигателя, выявить причины снижения эффективности работы каждой из тепломеха-

нических систем двигателя и установить возможные направления и способы управления параметрами этих систем. В качестве примера на рисунке 7 представлены изменения составляющих теплового баланса в зависимости от нагрузки.

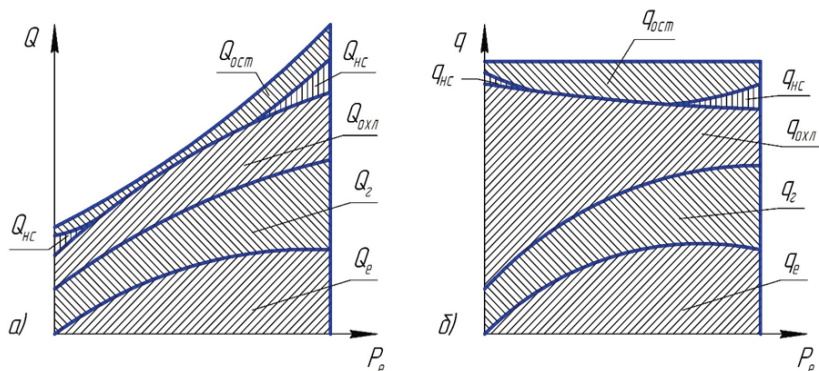


Рис. 7. Влияние нагрузки на составляющие теплового баланса: а) изменение абсолютных значений; б) – изменение относительных величин

Из представленных графиков видно, что с увеличением нагрузки до величины номинальной мощности значение  $q_e$  (удельное количество теплоты, соответствующее эффективной работе) увеличивается до максимума. При этом режиме и тепловые и механические потери станут минимальными, а эффективный к.п.д.  $\eta_e$  достигает максимума. Наибольшие потери теплоты в охлаждающую среду  $q_{\text{охл}}$  наблюдаются на холостом ходу, так как на этом режиме вся выделенная теплота идет на совершение работы по преодолению сил трения в двигателе и нагрев окружающих деталей.

С увеличением нагрузки возрастает и составляющая потерь с выхлопными газами  $q_2$  в связи с ростом температуры и теплосохранения отработавших газов.

Анализ изменяющихся параметров теплового баланса позволит формировать алгоритмы работы ИСАУ для управления работой двигателя и всеми рассматриваемыми тепломеханическими системами с целью достижения наиболее эффективного режима его работы.

### 3. Создание алгоритмов наиболее эффективных режимов системы управления

Исходя из выводов, полученных на основе анализа изменяющихся параметров теплового баланса, составляются алгоритмы работы локальных АСУ тепломеханических систем двигателя (системы охлаждения, системы смазки, системы газообмена и на их основе системы топливоподачи). Алгоритм работы общей системы управления ИСАУ формируется с учетом алгоритмов поддержания наиболее эффективных режимов работы локальных систем. При этом создаваемая интеллектуальная система управления должна адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации и задаваемому режиму работы на основе требуемых режимов управления (мощностных, экономических, экологических и адаптивных, см. рисунок 8.).

### 4. Создание структурных схем ИСАУ

На основе выявленных логических связей при работе тепломеханических систем двигателя создаются структурные схемы локальных систем управления по алгоритмам их работы при различных задаваемых режимах управления, а на их основе общей адаптивной интеллектуальной системы автоматического управления двигателя с задатчиком оптимального режима работы.

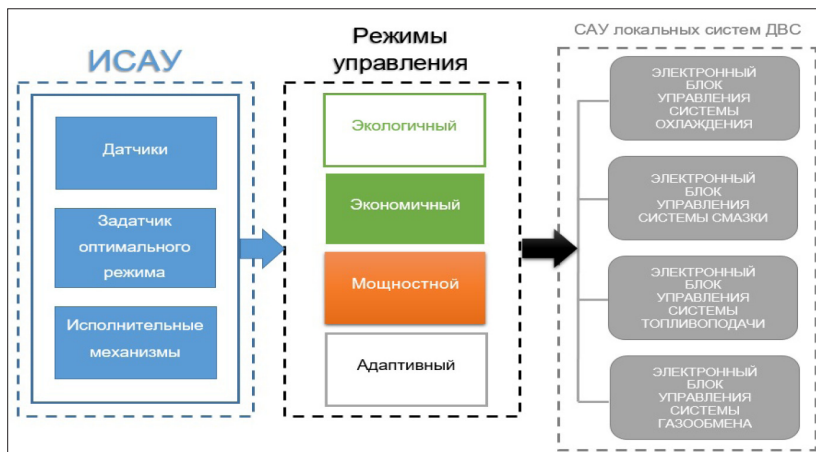


Рис. 8. Структурная схема ИСАУ с локальными ЭБУ

На рисунке 8 показана структура возможного состава общей адаптивной системы управления

### **5. Разработка методики оценки эффективности работы ИСАУ**

По результату функционирования ИСАУ разрабатывается методика оценки эффективности работы всех локальных систем управления, а на их основе и общей системы управления, которая должна включать расчетную оценку мощностных, экономических, экологических и надежностных показателей при различных режимах управления или их сочетания, а также при различных эксплуатационных режимах. Результат может быть представлен в виде таблиц или графических зависимостей.

Таким образом, реализация всех перечисленных задач позволит создать ИСАУ существенно повышающую эффективность работы транспортных средств.

### *Список литературы*

1. Зориктуев В.Ц., Рубцов Д.Ю., Файрушин Б.Н. Методология построения интеллектуальных систем управления // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17. № 8 (61). С. 79–86.
2. Dongyun W., Kai W., Mingcong D. The Application Study of Intelligent PID Algorithm for the Internal Combustion Engine Control System. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. (Xi'an, China: August 4-7 2010). P. 923–927. <https://doi.org/10.1109/ICMA.2010.5588555>
3. Хрящев Ю.Е., Кирик В.В., Третьяков А.А. Использование аппарата нечеткой логики в управлении дизелем // Математические методы в технологиях. Ярославль, 2007. Т. 7. С. 310–312.
4. Cheng M., Enzhe S., Guofeng Z., Chong Y. Study on Intelligent Speed Control Algorithm for Diesel Engine. Conference of INEC. 2018. P. 1–12. <https://doi.org/10.24868/issn.2515-818X.2018.036>
5. Палагута К.А., Чиркин С.Ю., Тройков С.М. Использование среды MATLAB для моделирования системы управления ДВС // Труды международного симпозиума – надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 58–60.

6. Горбаченко В.И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 103 с.
7. Влияния различных нагрузочных режимов на стабильность работы системы смазки двигателя / Е. С. Федотов, Н. А. Вольченко, Ю. Д. Шевцов [и др.] // Механика, оборудование, материалы и технологии: электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, Краснодар, 29–30 октября 2019 года / Редакционная коллегия: Литвинов А.Е., Плоmodityяло Р.Л., Коновалова Т.В., Гукасян А.В., Война А.А., Вольченко Н.А. Краснодар: ООО «Принт Терра», 2019. С. 764–772.
8. Шевцов, Ю. Д. Стенд системы управления инжекторным двигателем / Ю. Д. Шевцов, Л. Н. Дудник, Е. Д. Фадеев // VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 57-ой годовщине полета Ю.А. Гагарина в космос: Сборник научных статей, Краснодар, 12–13 апреля 2018 года / КВ-ВАУЛ им. А.К. Серова. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2018. С. 486–489.
9. Способ повышения надежности и ресурса ДВС / Е. С. Федотов, П. А. Поляков, Ю. Д. Шевцов, Р. С. Тагиев // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского : сборник научных статей X Международной научно-практической конференции, Краснодар, 18–19 декабря 2019 года / Краснодарское высшее военное авиационное училище лётчиков имени Героя Советского Союза А.К. Серова; Кубанский государственный технологический университет. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2020. С. 497–501.
10. Авторское свидетельство № 1814044 А1 СССР, МПК G01M 15/04, G01M 15/00. Способ оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания : № 4906505 : заявл. 31.01.1991 : опубл. 07.05.1993 / В. М. Козицкий, М. П. Лысенко, Ю. Д. Шевцов ; заявитель Краснодарское Высшее Военное Командно-Инженерное Училище Ракетных Войск.
11. К вопросу использования параметров оценки эффективности работы фильтров для определения периодичности его замены / Ю. Д.

- Шевцов, Е. С. Федотов, Ю. А. Кабанков, Ю. А. Савицкий // Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского: Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции, Краснодар, 17–18 декабря 2014 года. Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг», 2015. С. 300-303.
12. Прогнозирование параметров технического состояния двигателей энергетических установок / Ю. Д. Шевцов, Л. Н. Дудник, С. А. Арефьева [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 132. С. 508-517.
13. Влияние давления масла в системе смазки двигателя на потери на трение / Е. С. Федотов, Ю. Д. Шевцов, А. Е. Литвинов, А. А. Голиков // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. № 5. С. 100-105. <https://doi.org/10.26160/2541-8637-2020-5-100-105>
14. Анализ работы транспортных систем / Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, М. П. Миронова, С. Л. Надирян. Краснодар: Кубанский государственный технологический университет, 2019. 271 с.

### References

1. Zoriktuev V.Ts., Rubtsov D.Yu., Fayrushin B.N. *Vestnik UGATU*, 2013, vol. 17, no. 8 (61), pp. 79–86.
2. Dongyun W., Kai W., Mingcong D. The Application Study of Intelligent PID Algorithm for the Internal Combustion Engine Control System. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. (Xi'an, China: August 4-7 2010), pp. 923–927. <https://doi.org/10.1109/ICMA.2010.5588555>
3. Khryashchev Yu.E., Kirik V.V., Tret'yakov A.A. *Matematicheskie metody v tekhnologiyakh* [Mathematical methods in technologies]. Yaroslavl', 2007, vol. 7, pp. 310–312.
4. Cheng M., Enzhe S., Guofeng Z., Chong Y. Study on Intelligent Speed Control Algorithm for Diesel Engine. Conference of INEC, 2018, pp. 1–12. <https://doi.org/10.24868/issn.2515-818X.2018.036>
5. Palaguta K.A., Chirkin S.Yu., Troykov S.M. *Trudy mezhdunarodnogo simpoziuma – nadezhnost' i kachestvo* [Proceedings of the international symposium - reliability and quality], 2011, vol. 1, pp. 58–60.



6. Gorbachenko V.I. *Intellektual'nye sistemy: nechetkie sistemy i seti* [Intelligent systems: fuzzy systems and networks]. M.: Yurait Publishing House, 2018, 103 p.
7. Fedotov E. S., Vol'chenko N. A., Shevtsov Yu. D. *Mekhanika, oborudovanie, materialy i tekhnologii: elektronnyy sbornik nauchnykh statey po materialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnodar, 29–30 oktyabrya 2019 goda* [Materials of the international scientific and practical conference, Krasnodar, October 29–30, 2019] / Editorial Board: Litvinov A.E., Plomodyalo R.L., Konovalova T.V., Gukasyan A.V., Voyna A.A., Volchenko O.N. Krasnodar: LLC "Print Terra", 2019, ppS. 764-772.
8. Shevtsov Yu. D., Dudnik L. N., Fadeev E. D. *VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh, posvyashchennaya 57-oy godovshchine poleta Yu.A. Gagarina v kosmos: Sbornik nauchnykh statey, Krasnodar, 12–13 aprelya 2018 goda* [VIII International scientific-practical conference of young scientists dedicated to the 57th anniversary of Yu.A. Gagarin into space: Collection of scientific articles, Krasnodar, April 12–13, 2018]. Krasnodar, 2018, pp. 486-489.
9. Fedotov E. S., Polyakov P. A., Shevtsov Yu. D., Tagiev R. S. *Nauchnye chteniya imeni professora N.E. Zhukovskogo : sbornik nauchnykh statey X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsi, Krasnodar, 18–19 dekabrya 2019 goda* [Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky: collection of scientific articles of the X International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, December 18–19, 2019] / Krasnodar Higher Military Aviation Pilot School named after Hero of the Soviet Union A.K. Serov; Kuban State Technological University. Krasnodar, 2020, pp. 497-501.
10. Avtorskoe svidetel'stvo № 1814044 A1 SSSR, MPK G01M 15/04, G01M 15/00. Copyright certificate No. 1814044 A1 USSR, IPC G01M 15/04, G01M 15/00. Method for assessing the technical condition of an internal combustion engine: No. 4906505: Appl. 01/31/1991: publ. 05/07/1993 / V. M. Kozitsky, M. P. Lysenko, Yu. D. Shevtsov; applicant Krasnodar Higher Military Command Engineering School of Rocket Forces.

11. Shevtsov Yu. D., Fedotov E. S., Kabankov Yu. A., Savitskiy Yu. A. *Nauchnye chteniya imeni professora N.E. Zhukovskogo: Sbornik nauchnykh statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Krasnodar, 17–18 dekabrya 2014 goda* [Scientific readings named after Professor N.E. Zhukovsky: Collection of scientific articles of the V International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, December 17–18, 2014]. Krasnodar, 2015, pp. 300-303.
12. Shevtsov Yu. D., Dudnik L. N., Aref'eva S. A. et al. *Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 132, pp. 508-517.
13. Fedotov E. S., Shevtsov Yu. D., Litvinov A. E., Golikov A. A. *Mekhatronika, avtomatika i robototekhnika*, 2020, no. 5, pp. 100-105. <https://doi.org/10.26160/2541-8637-2020-5-100-105>
14. Konovalova T. V., Kotenkova I. N., Mironova M. P., Nadiryana S. L. *Analiz raboty transportnykh sistem* [Analysis of transport systems operation]. Krasnodar: Kuban State Technological University, 2019, 271 p.

### ДАНИЕ ОБ АВТОРАХ

**Коновалова Татьяна Вячеславовна**, заведующий кафедрой «Транспортных процессов и технологических комплексов», кандидат экономических наук, доцент  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

**Шевцов Юрий Дмитриевич**, профессор кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов», доктор технических наук, профессор  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

**Надирян София Леоновна**, старший преподаватель кафедры «Наземного транспорта и механики»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

**Миронова Мария Петровна**, старший преподаватель кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*  
*m.mironova.2014@mail.ru*

**Журавлев Михаил Михайлович**, аспирант кафедры «Транспортных процессов и технологических комплексов»  
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»*  
*ул. Московская, 2, г. Краснодар, Краснодарский края, 350072, Российская Федерация*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Tatyana V. Konovalova**, Head of the Department of Transport Processes and Technological Complexes, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

**Yury D. Shevtsov**, Professor of the Department of Transport Processes and Technological Complexes, Doctor of Technical Sciences, Professor  
*Kuban State Technological University*  
*2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072, Russian Federation*

**Sofia L. Nadiryan**, Senior Lecturer of the Department of Land Transport and Mechanics  
*Kuban State Technological University*  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072,  
Russian Federation

**Maria P. Mironova**, Senior Lecturer of the Department of Transport  
*Kuban State Technological University*  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072,  
Russian Federation  
*m.mironova.2014@mail.ru*

**Mikhail M. Zhuravlev**, post-graduate student of the Department of Transport Processes and Technological Complexes  
*Kuban State Technological University*  
2, Moskovskaya Str., Krasnodar, Krasnodar Territory, 350072,  
Russian Federation

Поступила 03.10.2022

После рецензирования 15.10.2022

Принята 30.10.2022

Received 03.10.2022

Revised 15.10.2022

Accepted 30.10.2022