

УДК 656.3.44.083

**КОМОВ П.Б., доцент, КОМОВ А.Б., доцент,**  
*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет;*  
**ГРИЦУК И.В., доцент,**  
*Донецкий институт железнодорожного транспорта УкрГАЖТ;*  
**РЫБАЛКО Р.И., доцент,**  
*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры*

## **ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ХНАДУ ТЕСА» ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПАРКОМ НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА И ОБОРУДОВАНИЯ**

*В статье описаны особенности транспортно-информационной системы «ХНАДУ ТЕСА» для дистанционного контроля и управления парком наземного транспорта и оборудования*

**Ключевые слова:** виртуальное предприятие, контроль, мониторинг, управление, транспорт, оборудование

### **Постановка проблемы**

Выбор темы обусловлен внедрением на транспорте глобальных сетей связи, которые, являясь новой организационной формой современного информационного века, способствуют формированию новых структур, направленных на снижение дефицита информации и повышение эффективности ее использования. Современные транспортные структуры с помощью Интернет устанавливают партнерские отношения, находясь в любой точке земного шара, и обеспечивают территориально рассредоточенным компаниям единый или базовый уровень взаимоотношений.

В эксплуатации транспорта и оборудования такие структуры направлены на максимизацию степени использования ресурсов предприятий, их называют «виртуальными предприятиями» [1].

На транспорте успех новых структур уже очевиден, однако современные виртуальные формы организации характеризуются отставанием фундаментальных научных исследований от практического опыта отрасли. Некоторые проблемы здесь можно оценить как своего рода болезнь роста, свойственную любой инновационной концепции, но на транспорте первостепенным является получение научного, технического и коммерческого эффекта путем объединения этих аспектов в единую программу с единым информационно-технологическим обеспечением.

### **Обзор исследований и публикаций.**

Сегодня основной целью виртуальных предприятий является получение, хранение, передача в режимах *on-line* либо *off-line* информации о процессах эксплуатации транспортных средств и оборудования (ТСиО), где для технической эксплуатации их всё больший интерес представляет информация о параметрах ТСиО, позволяющих оценить надёжность ТСиО, характеризующих их техническое состояние и способствующих управлению работоспособностью ТСиО. Данная информация составляет базу реализации «Систем уведомления об отказах, анализа и управления корректирующими мероприятиями» [2] или «Систем Сбора и Анализа Эксплуатационных Данных», т.е. методологии *FRACAS* (*Failure Reporting Analysis and Corrective Action System*), которая является основой новой *CALS* (*Continuous Acquisition and Life cycle Support*)-технологии, т.е. технологии непрерывной информационной поддержки поставок продукции (ИПП-технологии) [3,4], что следует признать новой культурой эксплуатации транспорта и оборудования и прогрессивной методологией управления процессами контроля качества и обе-

спечения надёжности серийной продукции предприятий промышленности, машиностроения и др.

Учет и формирование особенностей построения и функционирования транспортно-информационной системы виртуального предприятия «ХНАДУ ТЕСА» для дистанционного контроля и управления парком наземного транспорта и технической службы эксплуатирующего предприятия.

### **Цель статьи**

Организация виртуальных предприятий относится в технической эксплуатации транспорта и оборудования и сводится к традиционной задаче транспорта – формированию в эксплуатирующихся предприятиях технических отделов. Поэтому цель современной технической эксплуатации средств транспорта как науки состоит в формировании на транспорте соответствующей методологии, направленной на создание возможности «дистанционного» решения конкретных производственных задач технического отдела, например, задач технологического расчёта мощностей инженерно-технической службы (ИТС) по техническому обслуживанию и ремонту (ТО и Р) парка ТСиО, что требует новых принципов и правил сбора и обработки информации по созданию современных нормативов их деятельности.

### **Основной раздел**

В ХНАДУ с привлечением специалистов других вузов разработана транспортно-информационная система на основе виртуального предприятия (ТИС ВП) «ХНАДУ ТЕСА», которое предназначено для контроля и управления инженерно-технической службой (ИТС) и парком наземного транспорта, а также снижения стоимости его жизненного цикла, контроля экологических параметров, эксплуатационных затрат и расходов на содержание. Она обеспечивает регистрацию основных эксплуатационных данных, контроль работы, мониторинг и техническую диагностику двигателя и агрегатов транспортных средств в оперативном режиме, определяет его местонахождение в пределах зоны действия информационной сети.

На основе непрерывно поступающих данных проводится оценка степени технической и эксплуатационной готовности отдельно как для каждого транспортного средства, так и парка машин в целом и определяются приблизительные сроки его технического обслуживания и ремонта по вероятностной методике.

Система позволяет не только определять местонахождение подвижного состава в данный момент, но и способствует оптимизации процесса управления парком подвижного состава и повышению качества организации его технического обслуживания. На всех стадиях эксплуатации и технического обслуживания транспортных средств непрерывно и в реальном масштабе времени регистрируются эксплуатационные показатели (время работы, простоя, скорость движения, пробег, расход топлива и т.д.). Кроме того, проводится учет и анализ отказов с классификацией их по каждой единице подвижного состава. В связи с этим заметно повышается надёжность и эксплуатационная готовность подвижного состава. На основе полученных параметров строится диаграмма состояния парка ТСиО за определенный период эксплуатации (рис. 1) и определяются параметры ИТС (рис. 2).

Благодаря модульному построению компоновки система ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» имеет возможность работы как с современными транспортными средствами (в соответствии с экологическими требованиями не ниже Евро 4) в качестве основного элемента, так и на транспортных средствах и стационарном оборудовании в качестве дополнительного оборудования (даже если это экологический класс Евро 0, 1, 2, 3). Эксплуатирующим транспортным предприятиям система ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» обеспечивает оперативный мониторинг и контроль парка

машин и стационарного оборудования, улучшение оперативного планирования текущего содержания, точную документальную регистрацию всех произведенных работ с учетом технологических особенностей производственной базы, а также поддержку при вероятностных расчетах эксплуатационных расходов, затрат и вредных выбросов в течение всего срока жизненного цикла наземного транспортного средства. Вся информация в режиме пользователя или оператора (диспетчера) может выводиться с использованием радиосвязи для передачи данных (таких, например, как сигналы от спутниковых систем GSM или GPRS) через сеть Интернет и позволяет пользоваться ею в любой точке мира [5]. Эти работы дистанционно выполняют диспетчеры виртуальной системы ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА». Результаты работы они размещают на сайте виртуального предприятия в закрытом блоге конкретного клиента (предприятия эксплуатации транспорта (ПЭТ) и др.). При этом вся работа оплачивается через современные денежные системы расчета в режиме *on-line*.

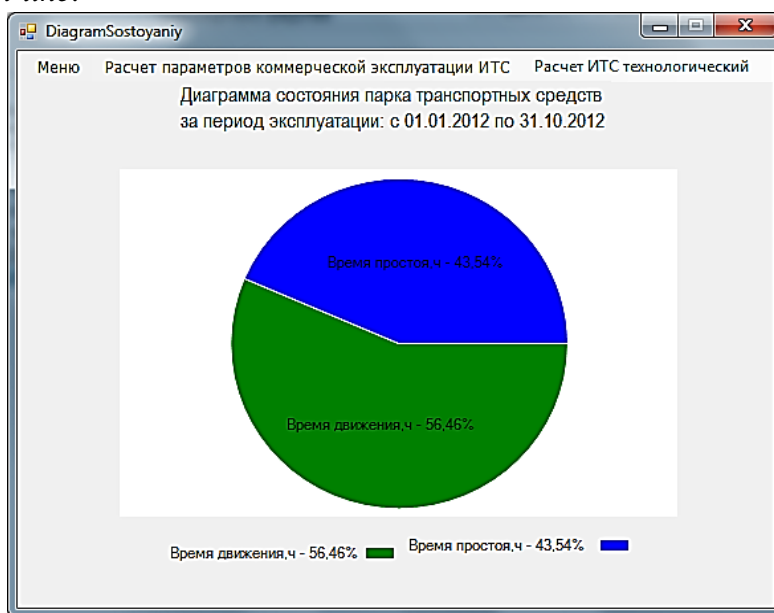


Рис. 1. Диаграмма состояния парка ТСиО за определенный период эксплуатации

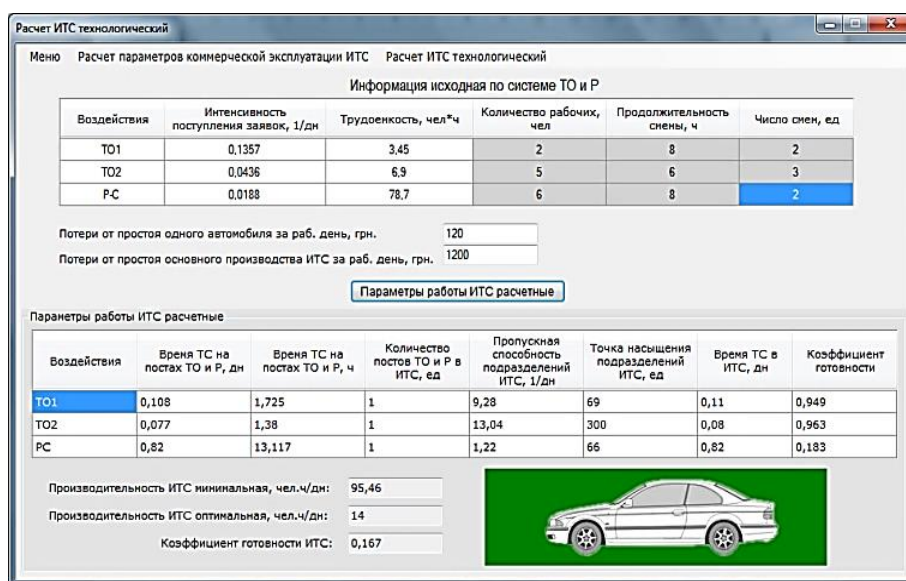


Рис. 2. Расчет ИТС технологический

Система управления парком машин на основе системы ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» может являться основой современных моделей экономической оценки жизненного цикла транспортных средств, предназначенной для планирования и принятия решений, а также для обоснования

уже принятых решений. Данные, полученные в системе ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА», позволяют анализировать и регулировать выбросы, расходы, отходы по текущему содержанию транспортных средств в течение всего их жизненного цикла. Таким образом, система эксплуатации транспортных и энергетических средств является основой для перехода от планово-предупредительной системы технического обслуживания (ТО) к системе ТО по состоянию или к индивидуальной системе ТО. Более полные сведения о системе и ее возможностях представлены в [5].

На основе полученных данных ведется автоматическое и автоматизированное планирование мероприятий по техническому обслуживанию с указанием нужных производственных ресурсов. Эти меры документально регистрируются системой ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА», на основе чего формируется история всего текущего содержания транспортных средств. В итоге, благодаря доступности документации, специалисты сервисных служб в любой точке мира получают информационную поддержку в оперативном режиме. Все полученные и собранные в серверную базу данные позволяют проводить анализ показателей по надежности, эксплуатационной готовности и другим показателям.

Постоянная документальная регистрация соответствующих параметров позволяет систематически фиксировать все возникающие отклонения от нормального состояния и анализировать частоту и причины возникновения неисправностей. Таким образом, все собранные данные служат основой как для расчета эксплуатационных показателей, так и для разработки базы информации системы ТО и ТР транспортных средств и оборудования.

Важной составной частью планирования работ по текущему содержанию транспортных средств и оборудования, управлению и документированию является диагностика, мониторинг, регистрация и обработка в реальном масштабе времени, с указанием местонахождения мобильной техники, эксплуатационных характеристик двигателя (энергетической установки) и трансмиссии транспортного средства (рис. 3, 4, 5).

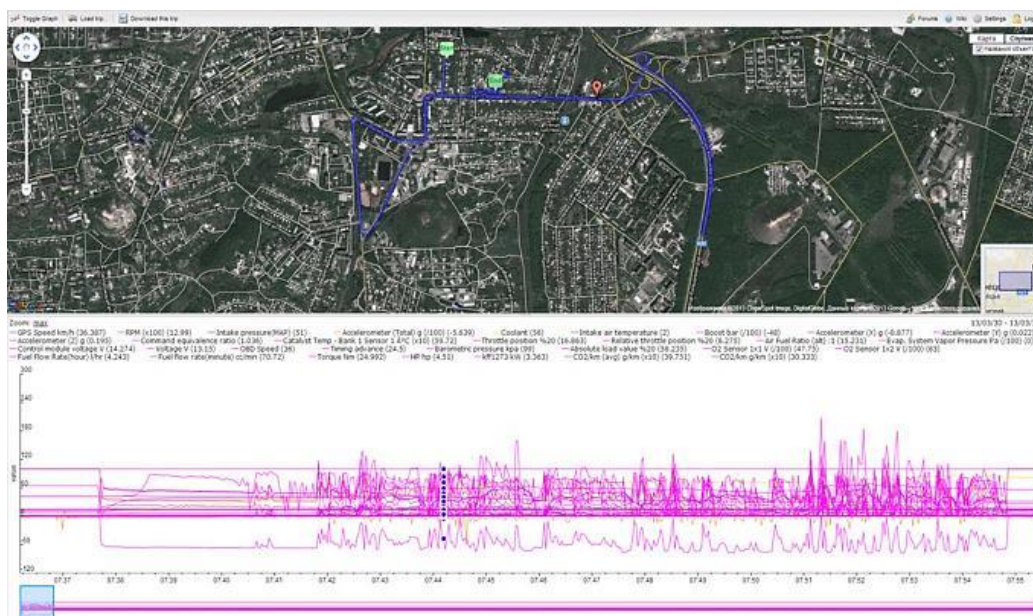


Рис. 3. Интерфейс программы обработки и вывода в режиме онлайн информации об основных координатах ТС и о результатах измерений основных параметров РП ТС ЭСА с использованием ИДК (на примере 32 параметров)

Она работает независимо от установленных на транспортном средстве систем управления и поэтому не влияет на его эксплуатацию. Это осуществляется при помощи информационной шины CAN, системы бортовой диагностики OBD-II, при помощи которых данные могут быть



взяты из систем управления транспортным средством и обработаны для осуществления функций контроля и управления.

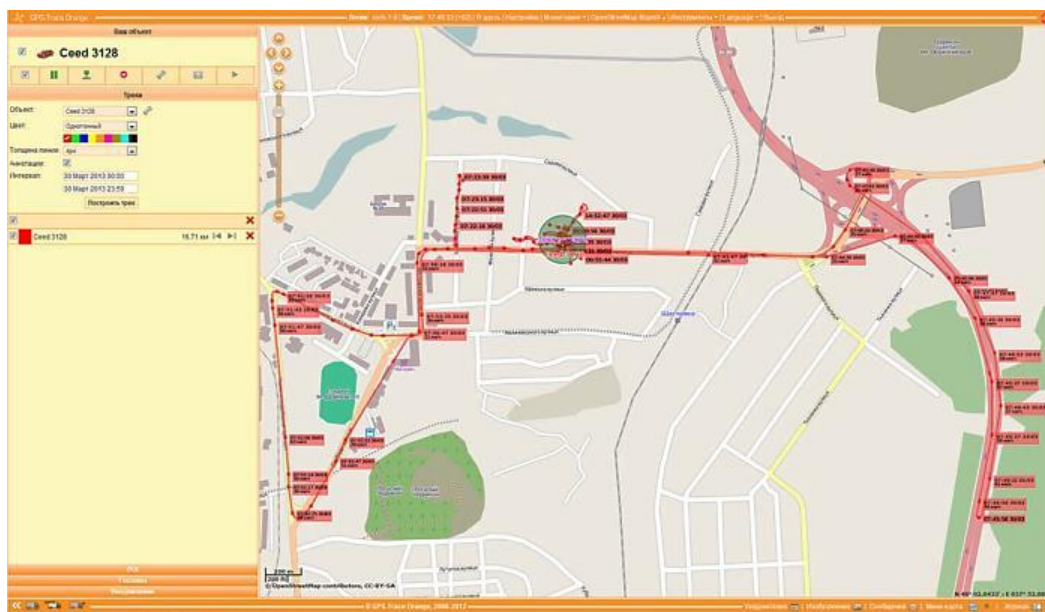
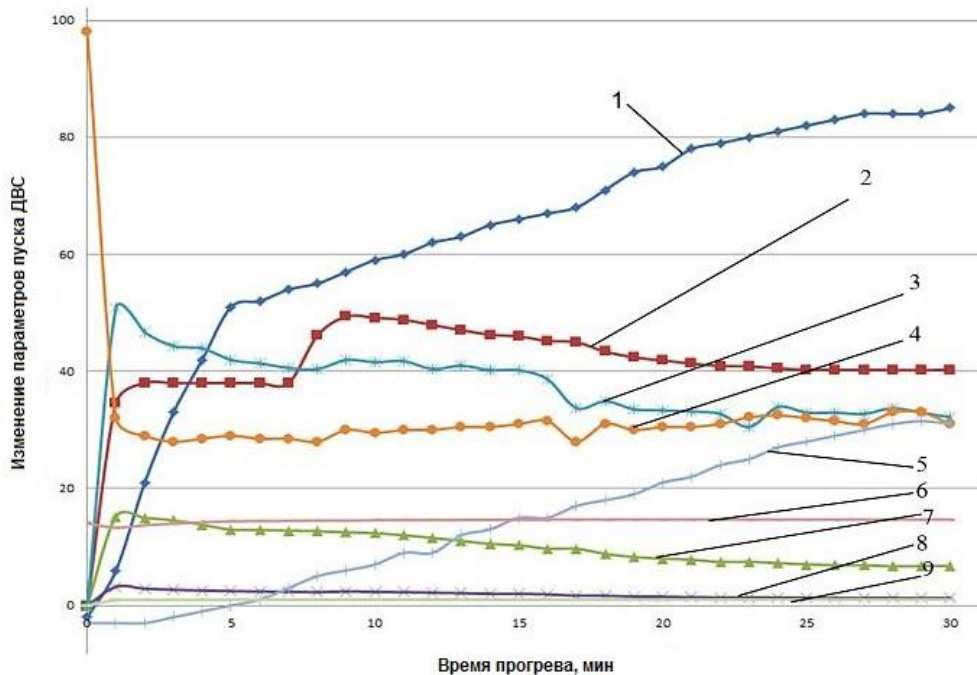


Рис. 4. Интерфейс программы обработки и вывода в режиме онлайн информации о результатах измерений траектории перемещений ТС за соответствующий период времени



1 – температура охлаждающей жидкости,  $t, ^\circ\text{C}$ ; 2 – температура катализатора ( $\times 10$ ),  $T, \text{K}$ ; 3 – абсолютное значение нагрузки; 4 – давление во впускном коллекторе; 5 – температура воздуха на впуске,  $t, ^\circ\text{C}$ ; 6 – Air Fuel Ratio (alt) :1; 7 – частота вращения ( $\times 100$ ),  $\text{мин}^{-1}$ ; 8 – Fuel Flow Rate (hour) /lhr; 9 – Command equivalence ratio

Рис. 5. Изменения основных диагностических параметров ДВС в процессах пуска и прогрева (прогрев только на х.х.)



а) диагностический OBD сканер; б) планшет-монитор диагностического комплекса

**Рис. 6. Размещение технических средств ИДК в салоне ТС**

Система ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» имеет, в частности, такие основные функции:

- дистанционная техническая диагностика и мониторинг основных параметров работы транспортного средства и оборудования (ТСиО) и условий движения;
- регистрация эксплуатационных показателей;
- оперативная координация деятельности всех транспортных систем;
- информационно-аналитическая поддержка разработки планов функционирования всех видов транспортных систем, вероятностное определение интервалов технического обслуживания;
- навигационно-информационное обеспечение на базе систем ГЛОНАСС/GPS;
- документальная регистрация всех произведенных работ по текущему содержанию;
- анализ выбросов, расходов и отходов;
- определение местонахождения подвижного состава, построения трека его движения;
- определение коэффициента готовности транспортных средств и оборудования как индивидуально, так и для парка.

Система ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» состоит из двух основных частей: мобильного оборудования (рис. 6), расположенного на транспортном средстве, и стационарной серверной станции.

В структуре системы ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» можно выделить ряд основных модулей: база данных о модулях участников процесса эксплуатации ТСиО (перечень оказываемых услуг, уровень качества услуг, объем работ, маршруты движения, категория условий эксплуатации и др.); база данных о клиентах предприятия (перечень требуемых услуг, объемы оказанных услуг, особенности транспортных средств предприятия, нормативные ограничения по конструктивным и эксплуатационным параметрам); база данных об экологических параметрах ТСиО, о затратах, выбросах, отходах и т.д. (нормативы параметров ТСиО по расходу топлива, смазочным материалам, выбросам (экологические классы ТС), отходам, в зависимости от условий эксплуатации); база данных об условиях движения и эксплуатации ТС, ремонтной и эксплуатирующей базе ПЭТ (маршруты движения, геозоны, технологические возможности эксплуатирующего и ремонтного предприятия по оснащенности и штату); база данных для работы интеллектуального диагностического комплекса (ИДК) (технические и конструктивные данные ТС).

Взаимодействие виртуального предприятия и его клиентов осуществляется следующим образом. АТС посредством трекера ИДК обеспечивает на WEB-сервере свою идентификацию и регистрацию, а при помощи имеющихся датчиков через трекер обеспечивает передачу на сервер необходимой информации о состоянии и работе. Передача данных на сервер осуществляется для взаимодействия с необходимыми программными модулями, а затем на компьютеры удаленного доступа, т.е. на компьютеры клиентов и на рабочие компьютеры диспетчеров системы

ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА», где осуществляется «отраслевая» обработка и корректировка полученных данных. Информация с основными координатами ТС и другой информацией (уровень и расход топлива, скорость, время в движении или в состоянии остановки, др.) поступает с *WEB*-сервера в виде отчетов в формате *.xls*. в рабочие компьютеры диспетчеров системы, где проводятся, например, вероятностные технологические расчеты систем ТО и Р парка клиентов. Результаты этих расчетов остаются в памяти сервера и одновременно через *Internet* передаются на удаленные компьютеры клиентов.

В основу предлагаемой клиентам вероятностной методики технологического расчета систем ТО и Р положены исследования, проведенные в Московском автомобильно-дорожном институте (МАДИ) и ХНАДУ, где вопросы организации и управления, расчета и анализа систем ТО и Р рассматриваются с позиций теории вероятности и теории массового обслуживания [5-7]. Определение расхода топлива, выбросов вредных веществ и формирование отходов ПС базируется на исследованиях, проведенных в Национальном транспортном университете (НТУ). При этом, согласно совместным исследованиям [5-7], проведенным в ХНАДУ под руководством проф. Говорущенко Н.Я., ключевым параметром, который определяет группу условий эксплуатации АТС и позволяет автоматически, на научной основе, откорректировать периодичность ТО, является среднетехническая скорость  $V_T$ . Последовательность дистанционной («виртуальной») оценки состояния парка АТС и их систем ТО и Р можно в целом представить последовательностью из 11 основных этапов [5-7]:

- шаг 1 – формирование базы данных;
- шаг 2 – определение пробегов до ТО и капитального ремонта (КР) откорректированных;
- шаг 3 – определение трудоемкостей воздействий ТО и удельных трудоемкостей работ текущего ремонта (ТР);
- шаг 4 – определение от единицы ТС количества заявок на ТО и ТР за жизненный цикл и вероятности (интенсивности) их формирования;
- шаг 5 – определение интенсивности поступления заявок от парка ТС за рабочий день и интенсивности их поступления на различные участки ИТС, а также интенсивности обслуживания заявок на отдельных постах и в подразделениях (участках) ИТС предприятия;
- шаг 6 – формирование (определение) количества постов в ИТС предприятия, интенсивности (пропускной способности) подразделений ИТС и точки насыщения подразделений основного производства ИТС;
- шаг 7 – определение продолжительности простоя единицы АТС в подразделениях ИТС при выполнении технических воздействий;
- шаг 8 – определение производительности ИТС минимальной;
- шаг 9 – определение коэффициента готовности АТС;
- шаг 10 – проведение оптимизации параметров ИТС предприятия и определение производительности ИТС оптимальной;
- шаг 11 – формирование и определение экологических показателей, а именно: расходов топлива, смазочных материалов, выбросов по основным типам вредных веществ, а также отходов (отработанных аккумуляторных батарей, шин, фильтров).

На рис. 7 представлена функциональная структура элементов модуля системы ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА». Оценивание производится на всех шагах виртуально, однако по реальным параметрам, полученным сервисом системы ТИС ВП «ХНАДУ ТЕСА» непосредственно с ТС на основе трекеров, и его результаты выдаются на компьютеры клиентов.

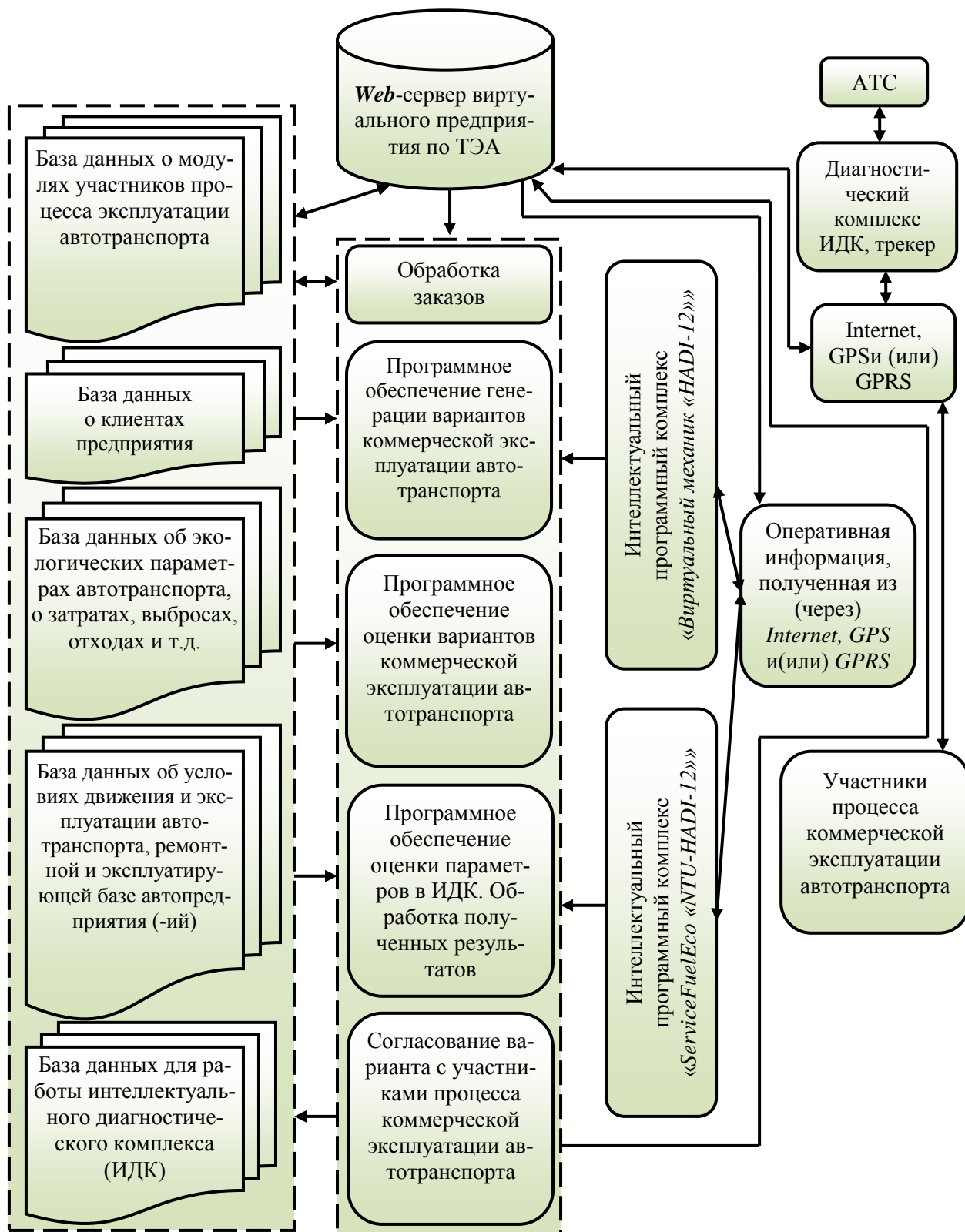


Рис. 7. Функциональная структура элементов модуля виртуального предприятия «ХНАДУ ТЭСА»

### Выводы

Предложена методология организации виртуального предприятия по эксплуатации транспортных средств и оборудования по дистанционной оценке надёжности ТСиО, их технического состояния, направленного на управление их работоспособностью на основе современных сис-



тем ТО и Р, использующих информационные технологии. В основу расчета и анализа систем ТО и Р положена вероятностная методика, которая позволяет интегрировать техническую эксплуатацию средств транспорта в структуру *ITS*.

### Список литературы

1. Нагорный Е.В., Музылёв Д.А., Черепиха А.С. Методика проектирования виртуальных маршрутов при перевозке товаров народного потребления в городах // Вестник ХНАДУ. – 2012. – №56. – С.151-156.
2. Александровская Л.Н. Афанасьев А.П., Лисов А.А. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: Учебник. – М.: Логос, 2001. – 208 с.
3. Ризванов К.А. Информационная система поддержки процессов испытания ГТД на основе организационно-функциональной модели. Дис-я на соиск. степени кандидата техн. наук: спец. 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)» / Ризванов Константин Анварович. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2008. – 154 с.
4. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): Учебник для транспортных вузов. / Под общ. Ред. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2003. – 488 с.
5. Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., Комов П.Б., Грицук И.В., Волков Ю.В., Комов Е.А. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем./ Под редакцией Волкова В.П.. – Донецк: Изд-во «Ноулидж», 2013. – 400 с.
6. Технічний регламент програмного продукту «Віртуальний механік «НАДИ-12»» при реєстрації в ньому нового транспортного засобу / Волков В. П. та інші. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 47233 от 15.01.2013. Заявка від 15.11.2012 №47525.
7. Технічний регламент програмного продукту «Service Fuel Eco «NTU-НАДИ-12»» при реєстрації в ньому нового транспортного засобу/ Грицук О.К. та інші. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 48063 от 26.02.2013. Заявка від 26.12.2012 №48279.

**Комов П.Б., Комов О.Б., Грицук И.В., Рыбалко Р.И. Особенности транспортно-информационной системы «ХНАДУ ТЕСА» для дистанционного контроля та керування парком наземного транспорта і обладнання**

*Анотація.* У статті описано особливості транспортно-інформаційної системи «ХНАДУ ТЕСА» для дистанційного контролю та керування парком наземного транспорту і обладнання

*Ключові слова:* віртуальне підприємство, контроль, моніторинг, керування, транспорт, обладнання

**Komov P.B., Komov O.B., Gritsuk I.V., Rybalko R.I. The features of transportation and information system of «KNAHU TESSA» remote control and management of land transport and equipment**

*Abstract.* The article deals with the features of transport information system "KNAHU Tessa" for remote monitoring and management of the park of land transport and equipment.

*Keywords:* virtual enterprise, control, monitoring, management, transport, equipment

Стаття надійшла до редакції 17.10.2014 р.