



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ОБЛАКО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ (Smart Cloud Traffic Control)

*ХАХАНОВ В.И., ЛИТВИНОВА Е.И.,
ЧУМАЧЕНКО С.В., ФИЛИППЕНКО О.И.*

Предлагается интеллектуальная облачная инфраструктура мониторинга и управления дорожным движением в реальном масштабе времени на основе использования глобальных систем позиционирования и навигации, мобильных гаджетов и Интернета в целях повышения качества и безопасности передвижения транспортных средств, а также минимизации временных и материальных затрат при движении автомобилей по заданным маршрутам. Основная инновационная идея – перенос светофоров с поверхности Земли в виртуальное облачное пространство для управления транспортом, снабженным мобильным гаджетом, на экран которого выводятся: карта, маршрут следования, координаты участника дорожного движения и сигналы светофора. Предлагается комплекс инновационных технологических решений для социальных, гуманитарных, экономических, топливно-энергетических и экологических проблем, связанных с созданием и применением облака мониторинга и управления. Упомянутые технологии и компоненты интегрируются в системную автоматную модель интерактивного взаимодействия в реальном времени инфраструктурного облака мониторинга и управления с гаджетом транспортного средства.

1. Введение

Нанoeлектроника, компьютер и киберпространство (Интернет) составляют сегодня три эволюционирующих уровня иерархии цифровой планеты. На их основе треть всех интеллектуальных ресурсов человечества в настоящее время трудится над созданием цифровой карты или зеркала структурного взаимно-однозначного соответствия между процессами, явлениями реального и виртуального миров в целях повышения качества жизни людей путем создания «зеленой» киберпланеты. Это означает оцифровывание не только всех мобильных и стационарных объектов, но и «чистого» структурированного земного пространства для точного задания координат процессов и явлений, происходящих на реальной планете. Цифровая карта последней постоянно эволюционирует от стационарности к динамике процессов реального времени и уже используется для создания в киберпространстве облачных сервисов точного мониторинга и оптимального (беспилотного) управления (движущимися) объектами реального мира в измерениях: 1D, 2D, 3D.

Ускорение развития знаний о природе в последнее время связывается с технологической сингулярностью или взрывом в понимании законов микро- и макромира на коротком промежутке времени, что непременно приведет к созданию через два десятилетия глобального кибермозга для управления человечеством, а также процессами и явлениями реального мира. Это возможно благодаря развитию трех компонентов: биоинженерии, искусственного интеллекта киберпространства и нанотехнологий аддитивного производства промышленных изделий. Здесь имеется в виду: 1) встроенная и непосредственная интеграция мозга человека с компьютером или киберпространством путем устранения языковых интерфейсов между ними; 2) создание искусственного интеллекта для самообучения и самосовершенствования небиологических (компьютерных) структур, программ и процессов; 3) «нано-выращивание» компьютера путем аддитивного структурирования атомов. Рыночная привлекательность «зеленых» нанотехнологий восходящего проектирования – построение или выращивание (квантового) компьютера путем структурирования атомов – заключается в безотходности, микроминиатюрности, сверхнизком энергопотреблении, абсолютно минимальной затратности материалов, а в будущем и стоимости, сверхвысоком быстродействии и требуемой масштабируемости, соизмеримой с классом предоставляемых сервисов. Современные технологии позволяют сегодня не только сканировать атомные структуры, но и последовательно строить или выращивать их с помощью технологий 3D-принтера. Однако на пути решения проблемы нано-технологического направления разработки квантового компьютера на рынке имеется три привлекательных, но еще не решенных задачи: 1) Открытие технологий с высоким быстродействием выращивания требуемых гетерогенных атомных структур в соответствии с заданной программной спецификацией вычислителя. 2) Создание эффективного транзакционного механизма для реализации простого мониторинга и управления квантовыми состояниями выращенных атомных вычислительных структур с адресуемыми компонентами. 3) Обеспечение требуемой стабильности во времени состояний компонентов атомной структуры, реализующей память. Решение упомянутых проблем в микромире позволит радикально изменить все процессы и явления в макромире, который сегодня эволюционирует в форме киберпространства (Интернета) планеты, последовательно проходя следующие периоды: 1) 1980-е годы – формирование парка персональных компьютеров; 2) 1990-е годы – внедрение Интернет-технологий в производственные процессы и быт человека; 3) 2000-е годы – повышение качества жизни за счет повсеместного использования мобильных устройств и облачных сервисов; 4) 2010-е годы – создание цифровой инфраструктуры мониторинга, управления и взаимодействия между собой стационарных и движущихся объектов, включая воздушный, морской, наземный транспорт и роботов; 5) 2015-е годы – создание глобальной цифровой инфраструктуры ки-

берпространства, где все процессы, явления идентифицируются во времени и в трехмерном пространстве, постепенно превращаясь в интеллектуальные (Internet of Things, Smart Everything).

Куда сегодня стремится реальный кибернетический мир? Корпоративные сети, персональные компьютеры, а также отдельные сервисы (программные продукты) уходят в облака киберпространства, которые имеют ярко выраженную тенденцию к расслоению Интернета по специализированным сервисам. Если сегодня 4 миллиарда пользователей соединяются в

Интернете ($1 \text{ zettabytes} = 10^{21} = 2^{70}$ байт) посредством 50 миллиардов гаджетов, то через пять лет каждый активный пользователь будет иметь не менее 10 устройств для связи с киберпространством. Становится невозможным использование персональных гаджетов и компьютеров без частичного или полного их отображения и синхронизации на облаках Интернета. Это дает возможность решать проблему удаленного доступа к личным данным и сервисам персонального компьютера при перемещении пользователей в пространстве. Экономический фактор неэффективного использования приобретенных приложений, размещенных в гаджетах и персональных компьютерах, заставляет пользователя отказываться от их покупки в пользу почти бесплатной аренды сервисов на облаках. Все упомянутое выше является существенным аргументом и неоспоримым доказательством неминуемого перехода всего человечества в киберпространство виртуальных сетей и компьютеров, располагаемых в профессионально надежных облаках сервисов. Достоинства виртуального мира заключаются в том, что микро-ячейки и макро-сети в облаках инвариантны по отношению к многочисленным гаджетам каждого пользователя или корпорации. Облачные технологии снимают практически все упомянутые выше проблемы надежности, безопасности, сервисного обслуживания и почти не имеют недостатков. В связи с глобальным переходом корпораций и пользователей в облака чрезвычайно актуальной и рыночно привлекательной становится проблема защиты информации и компонентов киберпространства от несанкционированного доступа, деструктивных проникновений, вирусов. Необходимо создавать надежную, тестопригодную и защищенную от несанкционированных проникновений инфраструктуру киберпространства и его компонентов (виртуальные персональные компьютеры и корпоративные сети) по аналогии с существующими сегодня решениями в реальном кибернетическом мире. Таким образом, каждый сервис, разрабатываемый в реальном мире, должен быть помещен в соответствующую ячейку облака, которое объединяет близкие по функциональностям и полезные человеку компоненты. Сказанное непосредственно относится и к сервисам проектирования цифровых систем на кристаллах, которые экономически и технически целесообразно хранить в киберпространстве для последующего использования по назначению. Персональный компьютер превращается в удобный

интеллектуальный микроминиатюрный интерфейс для доступа к собственной цифровой ячейке или к желаемому облачному сервису киберпространства. Для создания персональных интерфейсов-гаджетов в форме цифровых систем на кристаллах рынок нанoeлектронных технологий предоставляет разработчикам до 1 миллиарда вентилях на пластине размерностью 2×2 см при ее толщине, равной 5 микрон. При этом современные технологии допускают создание пакета или «сэндвича», содержащего до 7 кремниевых кристаллов. Практически «беспроводное» соединение таких пластин основывается на технологической возможности сверления порядка 10 тысяч сквозных отверстий (vias) на 1 квадратном сантиметре. Кроме того, появление трехмерных FinFETs транзисторов и основанных на них 3D-технологий реализации объемных цифровых систем предоставляет новые возможности для создания более быстродействующих вычислительных устройств за счет уменьшения задержек. Имея упомянутые технические возможности, можно и нужно использовать «жадные» к аппаратуре модели и методы для создания быстродействующих средств параллельного решения практических задач. Для этого следует применять дискретность и многозначность алфавитов описания информационных процессов, свойство параллелизма, заложенное в квантовых вычислениях, что сегодня является востребованным при создании эффективных и интеллектуальных вычислителей для анализа киберпространства, облачных структур Big Data, а также для проектирования новых функциональностей Интернета. Сказанное выше непосредственно относится и к сервису дорожного движения, которое имеет цифровое отображение в киберпространстве для последующего моделирования всех процессов на облаке с целью предложить каждому водителю качественные условия передвижения с экономией времени и средств.

2. Формальная модель облачного управления и задачи исследования

Цель – повышение качества и безопасности дорожного движения путем создания его виртуальной интеллектуальной инфраструктуры, включающей мониторинг и управление в реальном масштабе времени [1,3] на основе использования мобильных гаджетов транспортных средств и облачных светофоров, что дает возможность минимизировать временные и материальные затраты при организации дорожного движения, а также создавать инновационные решения социальных, гуманитарных, экономических и экологических проблем.

Объект исследования – облачные технологии мониторинга и управления транспортными средствами на основе использования виртуальных светофоров, дорожных знаков и мобильных гаджетов для идентификации, радиолокации и радионавигации участников дорожного движения.

Предмет исследования: транспортные потоки, виртуальная инфраструктура дорожных сообщений, про-

граммно-аппаратные мобильные системы идентификации, мониторинга и управления дорожным движением на основе применения виртуальных светофоров.

Сущность исследования – создание интеллектуального облака управления дорожным движением (iCloud Traffic Control) в реальном масштабе времени на основе создания облачной виртуальной инфраструктуры дорожного движения, интегрированной с виртуальными уличными светофорами, мобильными средствами идентификации автомобилей в целях повышения качества и безопасности передвижения транспортных средств, минимизации временных и материальных затрат при выполнении заданных маршрутов.

Инновационное предложение: Интеллектуальное облачное управление дорожным движением (Intelligence Cloud Traffic Control – iCTC) имеет целью перенос светофоров в облака, что радикально меняет всю инфраструктуру дорожного движения на Земле и создает потенциальные возможности для экономии тысяч тонн металла для изготовления светофоров, сотен тысяч киловатт электроэнергии на поддержание их работоспособности, миллионов долларов на их установку и эксплуатационные расходы, а также уменьшение времени установки и актуализации светофоров в виртуальной инфраструктуре городов до нескольких минут.

Формальная модель киберсистемы представлена в виде двух облачных компонентов или механизмов [1]: 1) f – мониторинг и управление; 2) g – исполнительные инфраструктурные механизмы, которые связаны между собой сигналами мониторинга, управления и инициирования обоих компонентов для реализации сервисов. Аналитическая форма [4] задания iCTC-системы и ее структурный эквивалент изображены на рис. 1.

$$\begin{aligned}
 A &= (f, g, \mu, v, X, R, Y, P), \\
 \{ Y_t &= f[(X, R, \mu)_t, Y_{t-1}]; \\
 \{ P_t &= g[(X, R, v, Y)_t]. \\
 X &= (v, p, s); Y = [G(k), L, M, \bar{P}]; \\
 R &= (G, \bar{P})_R; P = (G(k), L, M, \bar{P})_P; \\
 \mu &= [G(k), L, M, \bar{P}]; \\
 v &= \{L_i, L_t, L_h, L_x\} = L; \\
 G\{R, P\} &= \{G(k), L, M, \bar{P}\}.
 \end{aligned}$$

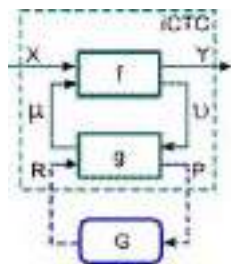


Рис. 1. Аналитическая и автоматная формы задания iCTC-системы

В модели фигурируют $A = (f, g, \mu, v, X, R, Y, P)$ соответственно: блоки управления и исполнения, сигналы

мониторинга и управления, входы управляющих заданий и исполнительных ресурсов, выходы индикации состояния алгоритма реализации задания и предоставления сервиса. Здесь также присутствуют сигналы внешнего управления дорожным движением $X = (v, p, s)$ для регулирования проезда правительственных персон, полицейских машин и автомобилей специального назначения соответственно. Сигналы управления транспортом $v = \{L_i, L_t, L_h, L_x\} = L$ используют виртуальный светофор, работающий в режимах: 1) интеллектуальный, функционально зависмый от дорожной обстановки; 2) автоматический, с фиксированными периодами переключения; 3) ручной виртуальный режим на основе цифрового мониторинга перекрестка на экране полицейского компьютера, аналог – управление воздушным транспортом с помощью монитора диспетчера в аэропорту; 4) экстренный останов $L_x \in v$ транспортного средства по цифровому запросу полиции, который визуализируется на экране монитора гаджета автомобиля. Облачному мониторингу подлежат соответственно: $\mu = [G(k), L, M, \bar{P}]$ все мобильные гаджеты автомобилей с их координатами, состояния светофоров, привязанные к карте местности M , а также исполнение заказанных маршрутов движения транспорта.

Перенос светофора $L \in \{v, P\}$ с реального перекрестка на облачный завершает создание виртуальной инфраструктуры планеты, образуя замкнутый цикл системы мониторинга и управления с единственным реальным компонентом в виде мобильного гаджета

$G\{R, P\} = \{G(k), L, M, \bar{P}\}$ участника дорожного движения (УДД). Гаджет реализует функцию интерфейса для связи с облаком: R-вход в облако – заказ сервиса $R = (G, \bar{P})_R$ (делегирование в облако ID-гаджета и пути передвижения) и P-выход из него – получение сервиса $P = [M, G(k), \bar{P}, L]$ (карта, координаты гаджета, оптимальный маршрут, светофор).

Участник получает сервис оконного скроллинга карты и сигналы светофоров в реальном масштабе времени по пути движения \bar{P} , если он делегирует свой гаджет в облако. При заказанном пути он дополнительно получает квазиоптимальный маршрут движения и приоритетный проезд светофоров. На самом деле систему с позиции пользователя создают два компонента: облако и гаджет. При этом новизна и оригинальность системы заключается в предоставлении облачного сервиса – сигналов светофора на экране гаджета участника дорожного движения. Все остальное: карты, маршруты движения – уже существуют и работают. Внедрение предлагаемой iCTC-системы будет происходить путем создания виртуальных светофоров, дублирующих реальные в синхронном режиме, а затем постепенного устранения всех физических устройств и знаков земной инфраструктуры дорожного движения по мере приобретения во-

дителями новой технологической культуры эволюционным путем. Более того, все крупные города уже имеют фактически централизованное компьютерное (облачное) управление светофорами. Поэтому перенос светофоров в облако не будет связан с существенными дополнительными затратами, а скорее наоборот – большие эксплуатационные расходы на поддержание светофорной и знаковой инфраструктуры городов в работоспособном состоянии трансформируются в ноль.

Мобильный гаджет транспортного средства G является главным управляющим воздействием для iCloud Traffic Control, равно как и он есть основным потребителем светофорных сигналов L управления движением автомобиля, выводимых на лобовое стекло $L = \{L_i, L_t, L_h, L_x\} = F(L, G, V, T, D, \vec{P})$, где V – сигналы спецуправления, T – программируемый цикл автономного управления светофором, D – накопленные интеллектуальные статистические данные по светофору (проспекту, району), в том числе учитывающие времена года и суток, \vec{P} – поступающие заказы на маршруты движения транспорта. Создание виртуальной системы светофоров дает возможность практически без финансовых, временных, материальных и энергетических затрат размещать путем программирования новые светофоры в виртуальном пространстве, равно как и удалять их из облака в процессе модернизации инфраструктуры. Визуализация на лобовом стекле (мобильном мониторе) сигналов светофора и голосовое дублирование повысит качество и безопасность дорожного движения, снизит аварийную обстановку как для водителя, так и для инфраструктуры городов в целом. Облачный светофор, как цифровой сигнал, в отличие от аналогового восприятия водителем реального светофора, является более надежным средством управления транспортом, в том числе и для последующего внедрения в дорожное движение автопилота, воспринимающего только детерминированные сигналы управления.

Участники дорожного движения идентифицируются в облаке гаджетом или iPhone, который паруется при посадке в автомобиль. Статус участника повышается при прохождении светофоров, если маршрут движения заказывается заранее. Другие участники дорожного движения (пешеходы, мотоциклисты и велосипедисты) также имеют право заказывать маршрут, повышая свой статус для использования светофоров. Пешеходы имеют возможность получить сервис для заказа комбинированного маршрута, включающего все виды наземного и подземного транспорта (автобусы, метро).

Для автомобиля система управления формирует функционал, оптимизирующий критерий качества обслуживания, который зависит от следующих переменных (время, длина и качество маршрута): $Q = \min f(T, \vec{P}, K)$.

Для светофора система управления формирует функционал, минимизирующий суммарное время простоя

автомобилей в течение суток (Z – цикл переключения

светофора): $Q = \min \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{T_i(\vec{P}_i, V_i, L_i, J_i)}{Z(\vec{P}_i, V_i, J_i)} \right]^{-1}$, где в

числителе и знаменателе представлены функциональные зависимости времени простоя и цикла от указанных в скобках параметров. Фактически суммируются части светофорных циклов, необходимые для проезда каждому автомобилю через перекресток. Если в результате получится оценка качества, близкая к единице $Q=1$, то перекресток функционирует нормально. В противном случае необходимо модифицировать цикл переключения или реконструировать перекресток. Для инфраструктуры города или района система управления формирует функционал, оптимизирующий критерий качества обслуживания автомобилей за промежуток времени (час, сутки), который зависит от суммарного времени проезда автомобилей по заданным маршрутам и рекомендуемой скорости, времени простоя автомобилей на светофорах и в пробках, отнесенных к идеально пройденным маршрутам при разрешенной скорости движения без задержек на светофо-

рах и в пробках: $Q = \min \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{T_i(\vec{P}_i, V_i, L_i, J_i)}{T_i(\vec{P}_i, V_i)} \right]^{-1}$.

Для проспекта города система управления формирует функционал, оптимизирующий критерий суммарного времени проезда автомобилей от начала и до конца улицы за промежуток времени (час, сутки):

$$Q = \min \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{T_i(V_i, L_i, J_i)}{T_i(V_i)} \right]^{-1}$$

Задачи, подлежащие решению для реализации iCloud Traffic Control (iCTC):

- 1) Разработка технологии радиочастотного цифрового позиционирования транспортного средства (гаджета) с точностью до 2 метров.
- 2) Создание новой системы мнемонических и сопровождающих звуковых сигналов на мониторе, составляющих облачные правила дорожного движения.
- 3) Разработка операционного и управляющего автоматов, которые объединяют все компоненты iCloud Traffic Control в единую облачную систему, имеющую входом и выходом гаджет $G(k)$ (автомобиль), как единственный интерфейс связи с облаком, позиционируемый в реальном масштабе времени точными координатами k на карте M инфраструктуры со светофорами L для управления передвижением участника дорожного движения.
- 4) Проектирование масштабируемой системы iCTC для светофора, проспекта, района, города, страны, планеты.
- 5) Разработка сервисов (программных приложений) на стороне клиента (автомобиль, пешеход, велосипедист, мотоциклист) для оптимального управления исполнением маршрутов передвижения, включая си-

стему видео- и аудио-сигналов, привязанных к инфраструктуре и доставляемых из iCTC в реальном масштабе времени.

6) Проектирование сервисов на стороне облака (сервера) для решения задач оптимизации при прокладке маршрутов, управлении светофором, модификации облачной и реальной инфраструктуры, а также сервисов оперативного управления облачными светофорами на основе мониторинга дорожного движения.

7) Разработка кубитных структур данных и «квантовых» матричных процессоров на основе технологий Big Data для одновременного и параллельного сервисного обслуживания пользователей iCTC-облака в реальном масштабе времени, число которых в пределах должно быть равным количеству жителей планеты.

8) Создание интеллектуальных моделей, методов синтеза и анализа виртуальной инфраструктуры для оценивания качества дорожного движения, моделирования трафика, предложения оптимального маршрута с учетом технических, климатических, социальных факторов, качества дорог, количества светофоров, левых поворотов в целях создания новых и реконструкции существующих инфраструктур дорожного движения.

9) Предоставление облачных сервисов для автотранспортных предприятий в целях повышения качества обслуживания пассажиров, перевозки грузов, оптимизации временных и материальных затрат.

10) Предоставление облачных сервисов для водителя в целях повышения качества проезда по заданному маршруту и оптимизации временных и материальных затрат.

11) Сбор статистической информации (интеллектуализация глобальной, корпоративной и персональной инфраструктуры) путем накопления истории трафика, изменения его параметров во времени и в пространстве для прокладывания квазиоптимальных маршрутов будущих поездок.

12) Создание средств защиты информации и санкционированного доступа к персональным и корпоративным данным в облаке. Каждый пользователь видит только свой автомобиль в облаке и обезличенные транспортные потоки. Все идентификаторы транспорта могут быть доступны по решению суда или постановлению следственных органов только специальным государственным службам.

13) Создание спецификации iCloud Traffic Control как start-up проекта для его последующего предложения или продажи компаниям Apple и Google.

14) Поиск валидных партнеров в европейских странах (Германия, Польша, Франция, Швеция, Норвегия) для подачи совместного проекта iCloud Traffic Control в целях получения гранта до 10 миллионов евро в рамках FP8 или TEMPUS программ.

15) Поиск состоятельных инвесторов и валидных партнеров в других странах (Россия, Иран, Саудовская Аравия, США) для реализации совместного проекта iCloud Traffic Control в целях получения грантов на исполнение масштабируемого прототипа в пределах города или района.

16) Патентование в Украине и США виртуальной технологии (инфраструктуры) управления дорожным движением на основе использования облачного светофора, отображаемого на дисплее гаджета.

Детализованная структура iCTC-системы представлена на рис. 2, где основными блоками являются: гаджет автомобиля и облако, которое делится на две части. Первая из них *g* содержит инфраструктуру с компонентами [1-3]: карта местности, координаты гаджета – автомобиля, светофоры и дорожные знаки, а также память для хранения заказанных маршрутов и статистики передвижения транспорта. Вторая часть облака *f* представлена блоками памяти, мониторинга и управления, а также модулем защиты от несанкционированного доступа.

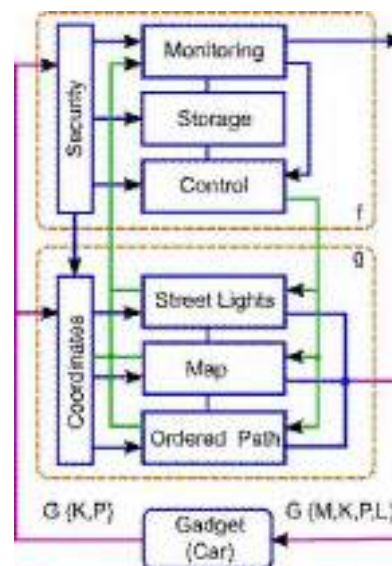


Рис. 2. Структура iCTC-системы

Таким образом, предлагаемая инновационная iCTC-система характеризуется наличием только облачных взаимосвязанных компонентов: инфраструктуры, мониторинга и управления дорожным движением, включая светофоры, что дает возможность: 1) квазиоптимально управлять каждым транспортным средством в режиме реального времени на основе использования существующих каналов связи и мобильных гаджетов, спаренных с автомобильными компьютерами; 2) оптимизировать процессы оптимального по времени, затратам и качеству управления дорожным движением для решения социальных, гуманитарных, экономических и экологических проблем; 3) радикально уменьшать реальную инфраструктуру дорожного движения и экономить: материалы для изготовления дорожных знаков и светофоров, электроэнергию на обеспечение их работоспособности, финансы на установку светофоров и эксплуатационные расходы за счет создания светофоров в виртуальной инфраструктуре планеты.

Алгоритм работы облачной системы управления содержит следующие шаги: при посадке в автомобиль водитель с помощью гаджета заказывает маршрут передвижения путем обращения к iСТС, которая верифицирует валидность пользователя с помощью блока «Security», разрешающего вход в облако, которое определяет координату гаджета или автомобиля в окне карты местности, вычисляет оптимальный путь во времени и пространстве, а также осуществляет сопровождение транспорта в реальном времени путем предоставления сервисов по управлению с помощью облачных светофоров, привязанных к координатам или перекресткам на маршруте движения. При отсутствии заказанного пути пользователь получает только окно карты местности со светофорами на текущем пути передвижения транспортного средства, но при этом сама iСТС-система может предложить наиболее вероятный маршрут движения, исходя из статистики поездок, сохраняемой в блоке истории «Storage». Гаджет может быть использован и пешеходом для перехода через перекрестки и проспекты, заказа маршрута передвижения на основе применения существующих транспортных средств: автобус, метрополитен, поезд, самолет.

Режимы работы iСТС-системы для пользователя: 1) сопровождение участника дорожного движения путем предоставления инфраструктурной карты, координаты и сигналов светофора; 2) заказ маршрута передвижения, когда к функциональности первого режима добавляется квазиоптимальный путь, минимизирующий время, дистанцию, качество передвижения, включая статистическую светофорную зеленую волну по пути следования; 3) особый заказ маршрута участниками $X \square (v, p, s)$, когда по пути следования и впереди специального транспорта обеспечивается запланированная и гарантированная зеленая волна, предлагающая другим участникам дорожного движения не препятствовать специальным машинам, вплоть до остановки, путем цифровой и голосовой индикации соответствующих сигналов управления на экране гаджетов автомобилей в зоне взаимного инфраструктурного влияния транспорта.

3. Основания для реализации проекта

1) Рыночная привлекательность. Капитализация бизнес-проекта в пределах Украины после внедрения iСТС-облака может составить 1 миллиард долларов.

2) Проект ориентирован на предоставление сервисов для 7 миллионов водителей Украины и 8 тысяч компаний. Аналогов таких систем в мире пока не существует. Имеются отдельные компоненты для создания инфраструктуры: электронные карты, спутниковые системы локации и навигации, специализированные базы данных в облаках, средства мониторинга, сбора и защиты информации, централизованно управляемые светофоры, сотовая связь, как часть необходимой инфраструктуры для реализации проекта. Финансовая доступность для водителей мобильных средств навигации, управления и мониторинга движения транс-

портных средств. Наличие программных, аппаратных и сетевых систем централизованного управления дорожным движением в масштабах страны. Доступность облачных вычислительных технологий. Постоянное совершенствование и удешевление технологий, применяемых в инфраструктуре дорог и киберпространстве. Возрастание компьютерной, мобильной и интернет-грамотности населения. Понимание со стороны государства необходимости создания и использования интеллектуальной инфраструктуры и облачного сервиса качественного и безопасного дорожного движения.

3) Государственная целевая программа «Безопасность дорожного движения» в рамках стратегического плана Украины «Зажиточное общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство» на период до 2016 года с планируемым бюджетом 5,43 млрд гривен, от 25 марта 2012 года.

4) Теоретические разработки интеллектуальных моделей, методов и процессоров анализа киберпространства, связанные с дискретной оптимизацией, поиска, распознавания и принятия решений [1-4].

5) Опыт разработки и внедрения встроенных и RFID цифровых систем для мониторинга дорожного движения [5-9].

6) Опыт разработки и внедрения программных продуктов и облачных сервисов для оптимизации маршрутов транспортных средств украинских предприятий в целях минимизации материальных и временных затрат и повышения качества обслуживания пассажиров [10-15].

7) Разработки распределенной системы управления дорожным движением в условиях крупных городов и мегаполисов на основе высоконадежной вычислительной техники [11-13].

8) Существующие системы мониторинга дорожного движения в США, Канаде и Японии – OnStar и NEXCO Central. Система OnStar ориентирована на мониторинг отдельных машин, NEXCO Central осуществляет глобальный мониторинг трафика на основных и самых оживленных магистралях страны. OnStar сервисы доступны владельцам автомобилей: Acura, Audi, Isuzu, Subaru, Volkswagen. На данный момент насчитывается около 4 000 000 пользователей данного сервиса. Стоимость одного устройства мониторинга порядка \$200. Используется CDMA канал связи, предоставляемый преимущественно Verizon Wireless в США и Bell Mobility в Канаде. Для определения местоположения используется GPS. Имеется возможность голосовой связи с операторами. Информация с сенсоров (в основном это датчики ударов и срабатывания подушек безопасности) автоматически передается в call-центры. Это позволяет немедленно оповещать о местоположении аварии спасательные и правоохранительные органы. Кроме этого, все машины, оборудованные данной системой, имеют GPS передатчик, который позволяет отследить угнанный автомобиль. Также имеется возможность получения информации

о скорости, расходе топлива, направлении движения и стиле вождения автомобиля. Данная информация используется страховыми компаниями для расчета стоимости индивидуальных страховых полисов. Новые модели автомобилей оборудуются системой удаленной остановки двигателя. Автомобиль можно завести только после ввода специального секретного кода. Стоимость сервисов – Safe & Sound – \$18.95 в месяц. Тариф включает автоматическое оповещение об аварии, мониторинг угнанного автомобиля, аварийные сервисы. Directions & Connections – \$28.90 в месяц. Дополнительно имеется возможность мониторинга направления движения и стиля вождения автомобилиста.

Система NEXCO Central разработана Japan Highway Public Corporation. Принцип работы заключается в глобальном мониторинге дорожного движения на главных автострадах страны. Система покрывает порядка 2000 км дорог. Дата-центр обрабатывает данные, получаемые с дорожных датчиков с минутным интервалом с помощью глобальной IP сети. На дорогах установлено 744 точки доступа и передачи информации по телефонным каналам о дорожной ситуации. Создание двух новых обществ в информационной системе IEEE свидетельствует о высоком уровне актуальности и рыночной привлекательности облачного мониторинга и управления движущимися объектами в ближайшие 10 лет.

4. Преимущества и недостатки облачных сервисов iТС-системы

1) Для планеты – сохранение экологии за счет уменьшения загрязнения окружающей среды, повышение продолжительности и качества жизни человека, экономия топливно-энергетических ресурсов путем сокращения времени движения благодаря выбору оптимального маршрута, уменьшения количества и сложности пробок за счет внедрения в инфраструктуру интеллектуальных светофоров.

2) Для государственных структур – полиция, дорожная инспекция – точная идентификация автомобилей, мониторинг позиционирования транспортных средств во времени и пространстве, включая угоны, коллизии, несанкционированные маршруты. Существенное снижение аварийности благодаря просчету уровня безопасности маневров, уменьшение последствий дорожно-транспортных происшествий, повышение безопасности и комфорта участников дорожного движения.

3) Для транспортных компаний – мониторинг позиционирования и передвижения транспортных средств, квазиоптимальное выполнение заказов по перевозке пассажиров и грузов с точки зрения минимизации материальных и/или временных затрат.

4) Для водителя – предоставление сервисов, связанных с прокладыванием квазиоптимальных маршрутов и графика движения с учетом негативных факторов существующей инфраструктуры в целях минимизации материальных и временных затрат в режиме

реального времени. Снижение аварийности за счет мониторинга закрытых для визуального просмотра участков дороги и просчета уровня безопасности маневров.

5) Для пассажира – предоставление сервисов по мониторингу позиционирования и движения пассажирских транспортных средств на остановочных или транспортных терминалах посредством использования стационарных мониторов или мобильных гаджетов для связи с соответствующими облачными сервисами. Визуализация на экране в автомобиле критических точек маршрута движения транспортного средства в реальном масштабе времени путем использования камер видеонаблюдения.

4.1. Технические и функциональные возможности iТС

1) Мониторинг реальной скорости движения всех транспортных средств и информирование о зонах скоростного режима. Цифровой мониторинг проезда на запрещающие знаки и сигналы светофоров.

2) Экономия топлива, уменьшение загрязнения окружающей среды, сокращение времени движения благодаря выбору оптимального маршрута, предоставленного облаком.

3) Уменьшение количества и сложности пробок за счет планирования движения транспортных средств, учитывающего будущие маршруты участников. Корректировка маршрута движения транспортного средства в реальном времени при изменении дорожной ситуации.

4) Интеллектуальное управление циклами переключения светофоров в зависимости от дорожной обстановки на перекрестках.

5) Генерирование аналитических, статистических отчетов и рекомендаций по улучшению инфраструктуры дорог, расстановки виртуальных знаков, светофоров и централизованное программирование циклов их переключения.

6) Противодействие угону транспортного средства и самовольного уезда с места ДТП благодаря мониторингу местоположения каждого автомобиля. Облачная цифровая регистрация для страховых компаний всех необходимых деталей и динамики ДТП, не связанных с травмами, без участия дорожной полиции.

7) Информирование с помощью тревожной кнопки специальных служб о происшествиях, случившихся на дорогах или с автомобилем.

8) Предупреждение водителя о потенциальной опасности на заказанном маршруте, полученной от облака в процессе движения.

4.2. Проблемы, решаемые с помощью цифровой идентификации

Уже сегодня существует достаточно много актуальных и практически ориентированных задач, которые

можно решить с помощью радиочиповых паспортов:

1. Идентификация изделия (объекта или субъекта) в локальной или глобальной системе координат.
2. Сохранение параметров, характеризующих основные свойства объекта.
3. Накопление и сохранение истории жизненного цикла объекта.
4. Передача информации об объекте или явлении по санкционированному требованию в облако управления.
5. Прием санкционированной информации, дающей возможность модифицировать отдельные свойства электронного паспорта объекта.
6. Санкционированное взаимодействие с электронными паспортами других объектов, находящихся в поле радиовидимости объекта.
7. Передача информации о взаимодействии объекта с другими идентификаторами в пределах радиовидимости.

Таким образом, электронный цифровой идентификатор объекта является автономной цифровой системой на кристалле с приемо-передатчиком, который способен хранить информацию об идентифицируемом объекте, модифицировать ее по команде центра управления, а также хранить информацию о взаимодействиях с окружающей средой с возможностью передачи данных в облако управления. Другие варианты ID коммуникаций связаны с использованием: 1) сети мобильной телефонии; 2) спутниковых систем для приема и передачи информации.

4.3. Аргументы против внедрения облака в масштабах страны

1. «Нарушение права на неприкосновенность частной жизни, поскольку теоретически облако осуществляет тотальный мониторинг всех транспортных средств». На самом деле сегодня существует система законного перехвата телекоммуникаций, реализованная в соответствии с международными требованиями. Но возможность перехвата телефонных переговоров любого абонента используется только в ходе следствия и с санкции суда. Имеется возможность отслеживать место нахождения абонента специальными службами. Данный факт для законопослушных граждан никакой проблемы не создает.
2. «Дополнительные затраты на приобретение аппаратно-программных мобильных гаджетов идентификации и арендная плата, порядка 100 долларов в год, за использование сервисов iСТС-системы». Уже сегодня практически все жители планеты имеют такие устройства, а экономические преимущества облака, связанные с экономией топлива и уменьшением времени поездки, вполне достойно компенсируют затраты на приобретение сервисов.

5. Практические примеры внедрения компонентов iСТС-системы

Программное приложение управления корпоративными перевозками [1-3] используется для оптимального планирования рейсов по доставке грузов, приводящего к уменьшению временных и материальных затрат за счет: 1) снижения расходов на горюче-смазочные материалы (ГСМ); 2) оптимального распределения заказов между автомобилями; 3) прогнозирования поставок товаров для уменьшения складских издержек; 4) экономии рабочего времени персонала или сокращения штатных сотрудников; 5) уменьшения числа автомобилей для выполнения заданного объема перевозок; 6) мониторинга и оперативного управления автомобилями при доставке грузов в реальном времени. Рыночная привлекательность облачного сервиса транспортной логистики: оптовые компании, региональные дистрибьюторы продовольственных и промышленных товаров (хлебозаводы, молокозаводы, мясокомбинаты, пиво-безалкогольные комбинаты, промышленные предприятия, автотранспортные предприятия, торговые сети, логистические операторы, транспортно-экспедиторские компании, вендинговые компании, скорая помощь, инкассаторские службы, курьерские службы, интернет-магазины, клининговые компании).

Телеметрический модуль “SHERLOCK” [1-2] предназначен для построения распределенных систем мониторинга и управления объектами, включая мобильные. Представляет собой электронное изделие, построенное на основе использования трех новейших технологий Mobile-to-Mobile, GPS и GPRS. Задачи, решаемые с помощью модуля: 1) Автоматическое определение местоположения транспортных средств. 2) Управление автотранспортным парком, логистика. 3) Автоматизация служб такси. 4) Мониторинг маршрута и расписания движения транспорта. 5) Мониторинг режимов эксплуатации транспортных средств. Технические характеристики: GPS – многоканальный приемник с высокой чувствительностью и малым энергопотреблением, специально предназначен для работы в условиях городской застройки и наличия отраженных сигналов. Доступ к онлайн-сервису мониторинга осуществляется круглосуточно со странички <http://gps.rfid.com.ua>. Для получения доступа к сервису пользователь должен авторизоваться при помощи логина и пароля. На главной странице сервиса большую часть площади экрана занимает окно с картой, на которую накладываются данные о местоположении мобильных объектов. Для визуализации используется картографическая информация компании ВИЗИКОМ. При визуализации на карте пиктограммами отображается состояние объектов и маршрут движения за выбранный интервал времени, а также продолжительные стоянки. Размер и положение карты можно изменять при помощи мыши и элементов управления. В нижней части главной страницы располагаются элементы управления, позволяющие быстро переключаться между частями маршрута и между

объектами, а также статистическая информация. При выборе отображения только одного объекта доступна функция расчета расстояния. Комплект поставки телеметрического модуля: антенна GPS; антенна GSM; кабель соединительный; инструкция по эксплуатации; SIM-карта.

6. Научная новизна, рыночная привлекательность и социальная значимость

Трудно предсказать и перечислить все позитивные социальные, технологические и технические последствия радикального преобразования существующего мира после внедрения цифровых сервисов интеллектуального облака дорожного движения. Через 10 лет следует ожидать появления беспилотного транспорта при исполнении маршрутов. Для ближайшего будущего ниже представлены отдельные и очевидные доказательные инновационные научно-технические решения социальных, гуманитарных, экономических и экологических проблем, связанные с появлением облачного мониторинга и управления дорожным движением.

Научная новизна проекта «Интеллектуальное облачное управление дорожным движением» (Intelligence Cloud Traffic Control – iCTC) характеризуется переносом светофоров в виртуальное киберпространство, что завершает создание виртуальной инфраструктуры дорожного движения для повышения качества жизни водителей, уменьшения времени нахождения в пути и затрат на топливо, экономии тысяч тонн металла для изготовления светофоров, сотен тысяч киловатт электроэнергии на поддержание их работоспособности, миллионов долларов на установку светофоров и эксплуатационные расходы, а также уменьшение времени установки и актуализации светофоров в виртуальной инфраструктуре городов до нескольких минут, что в совокупности дает возможность автоматизировать процессы квазиоптимального управления транспортом и дорожным движением в режиме реального времени и решать социальные, гуманитарные, экономические и экологические проблемы

Практическая значимость определяется получением новых услуг участникам дорожного движения, дорожной полиции, специальным службам и организациям:

1. Сервис специального управления переключением виртуальных дорожных светофоров в режиме on-line для автоматического обеспечения беспрепятственного движения по заданному маршруту специализированных машин или кортежей (перевозка детей, важные государственные чиновники, скорая помощь, пожарная служба, военные колонны, опасные грузы).
2. Сервис оптимального управления виртуальными светофорами в режиме on-line на дорогах и перекрестках с помощью точного цифрового мониторинга дорожного движения путем использования гаджетов автомобиля, дающий возможность минимизировать время прохождения маршрута всеми участниками дорожного движения.

РИ, 2013, № 2

3. Сервис планирования оптимального маршрута для достижения одного или нескольких пунктов назначения автомобилем во времени и в пространстве, дающий возможность уменьшить временные и материальные затраты при заданном качестве комфорта (время суток, года, дорожное покрытие, левые повороты, погодные условия, пробки, ремонтные работы) передвижения транспортного средства.

4. Сервис интеллектуальной истории передвижения автомобиля, имеющего виртуальную модель в киберпространстве – индивидуальную ячейку в облаке, инвариантную по отношению к водителям, обслуживающим транспортное средство, что дает возможность отследить любые передвижения транспортного средства в прошлом; а также прогнозировать желаемые маршруты и поездки в будущем уже без участия водителя.

5. Сервис интеллектуального управления виртуальным светофором, когда сигналы переключения формируются в зависимости от наличия или количества транспортных средств, посылающих запросы от автомобильных гаджетов.

6. Сервис облачного мониторинга мобильных цифровых паспортов транспортных средств в режиме on-line позволит убрать автомобильные номера из системы учета, и как следствие:

- 1) в не критических ситуациях исключить непосредственное участие дорожной полиции в фиксации нарушений правил дорожного движения (превышение скорости, проезд на запрещающие сигналы светофоров, нарушение правил маневрирования, легкие столкновения);

- 2) экономить тысячи тонн металла на изготовление металлических номеров и упростить регистрацию автомобилей при покупке с нескольких дней до нескольких минут;

- 3) автоматизировать оформление ДТП без участия сотрудников дорожной полиции путем цифрового мониторинга цифровой карты происшествия, скопированного с облака;

- 4) существенно сократить численный состав дорожной полиции, поскольку история перемещений автомобиля и его дорожных нарушений становится абсолютно прозрачной для облака, что позволит автоматически списывать со счетов водителя стоимость нарушения в соответствии с законодательством конкретной страны;

- 5) полностью исключить коррупцию в отношении водителя с дорожной полицией благодаря невозможности стереть информацию о нарушении в облаке;

- 6) практически ликвидировать криминалитет в области угона автомобилей благодаря встроенному в машину цифрового мобильного паспорта, что обеспечивает круглосуточную наблюдаемость транспорта в режиме on-line, если автомобиль физически не уничтожен;

7) упростить легализацию водителя путем идентификации водительской лицензии (driver's license) в списке разрешенных лиц цифрового паспорта автомобиля по протоколу "blue tooth", что позволяет устранить изготовление бумаг и доверенностей на вождение автомобиля другими лицами;

8) уменьшить количество ДТП, существенно повысить качество жизни водителей и пассажиров благодаря тотальному мониторингу нарушений и неотвратимости наказаний за каждое из них;

9) уменьшить автомобильные выбросы углекислого газа за счет снижения времени простоев на перекрестках и выбора оптимальных режимов и маршрутов передвижения транспорта;

10) обеспечить высокую рыночную привлекательность облака за счет продажи сервисов компаниям и частным лицам, что гарантирует получение высокой прибыли – от сотен миллионов до миллиардов долларов, масштабируемой в зависимости от площади покрытия сервисами: города, страны, всего мира.

7. Экономические интересы. При наличии в стране 10 миллионов автомобилей и стоимости годового облачного сервиса, равного 100 долларам, уровень капитализации проекта равен 1 миллиарду долларов. Затраты на создание масштабируемого прототипа iCTS – 10 миллионов долларов, плюс накладные расходы по технической поддержке и эксплуатации облачной инфраструктуры – 10 миллионов долларов в год для страны.

8. Направления будущих исследований. Реальный мир нуждается в совершенных и точных процессах облачного мониторинга и управления. Проблема будет решена только с помощью радиодигитальной идентификации всей произведенной продукции и природных объектов на планете, включая человека и животных. Следующие шаги – создание облачных виртуальных цифровых моделей субъектов и объектов реального мира, а также всех возможных отношений (природных, социальных, технических, технологических) между ними для создания сервисов точного цифрового моделирования, мониторинга и управления процессами и явлениями на планете.

9. Создание цифровой инфраструктуры мониторинга и управления дорожным движением с помощью высокоточных управляющих и наблюдающих адресно направленных радиосигналов есть будущее транспорта без водителей, аварий, коллизий на земле, воде и в воздухе. Для этого необходимо технологически обеспечить двух- и трехмерные стандарты радиодигитального измерения и идентификации планетарного пространства с возможностью мониторинга и управления каждой его ячейки с размером порядка 10 см.

Литература: 1. Хаханов В.И., Меликян В.Ш., Саатчян А.Г., Шахов Д.В. «Зеленая волна» – облако мониторинга и управления дорожным движением. Армения. Вестник «Информационные технологии, электроника, радиотехника». Вып. 16(№1). С.53-60. 2. Hahanov V.I., Guz O.A., Ziarnand A.N., Ngene Christopher Umerah, Arefjev A. Cloud Traffic Control System. Proc. of IEEE East-West Design and Test

Symposium. Rostov-on-Don. 27-30 September 2013. P.72-76. 3. Hahanov V., Gharibi W., Baghdadi Ammar Awni Abbas, Chumachenko S., Guz O., Litvinova E. Cloud traffic monitoring and control. Proceedings of the 2013 IEEE 7th International conference on intelligent data acquisition and advanced computing systems (IDAACS). Berlin. September 12-14. 2013. P. 244-248. 4. Бондаренко М.Ф., Хаханов В.И., Литвинова Е.И. Структура логического ассоциативного мультипроцессора // Автоматика и телемеханика. 2012. № 10. С. 71-92. 5. Lu Antao, Li Yushan, Sun Yufang, Cao Chongzhen, Gao Kuigang, Xu Jing. Research on the Integrated Management of Highway Based on Radio Frequency Identification Technology // Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation (ICMTMA). 2011. Vol.3. P. 116-119. 6. Pandit A.A., Talreja J., Mundra A.K. RFID Tracking System for Vehicles (RTSV) // First International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks. 2009. P.160-165. 7. Jiang Lin-ying, Wang Shuai, Zhang Heng, Tan Han-qing. Improved Design of Vehicle Management System Based on RFID // International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA). 2010. Vol. 1. P.844-847. 8. Chen Xue-Mei, Wei Zhong-Hua. Vehicle management system based on multi-node RFID cards // 30th Chinese Control Conference (CCC). 2011. P.5497-5499. 9. Дудников С., Боечко И. Бесконтактная идентификация транспорта, основанная на RFID // Компоненты и технологии. 2007. №1. http://www.kit-e.ru/assets/files/pdf/2007_01_140.pdf 10. Manikondan P., Yerrapragada A.K., Annasamudram S.S. Intelligent traffic management system // IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technology (STUDENT). 2011. P. 119-122. 11. Samad T. Perspectives in Control Engineering Technologies, Applications, and New Directions. Intelligent Transportation Systems: Roadway Applications. Wiley-IEEE Press. 2001. P. 348-369. 12. Schutte J. Recent trends in automatic train controls // IEEE Intelligent Transportation Systems. 2001. P. 813-819. 13. Zingirian N., Valenti C. Sensor clouds for Intelligent Truck Monitoring // IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). 2012. P. 999-1004. 14. Branisso L.B., Kato E.R.R., Pedrino E.C., Morandin O., Tsunaki R.H. An Intelligent Autonomous Vehicle Management System // Second Brazilian Conference on Critical Embedded Systems (CBSEC). 2012. P. 42-47. 15. Brizgalov V.V., Chukhansev V., Fedorkin E., Architecture of traffic control systems using cloud computing // International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). 2010. P. 215-216.

Поступила в редколлегию 14.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук Кривула Г.Ф.

Хаханов Владимир Иванович, д-р техн. наук, декан факультета КИУ, профессор кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: техническая диагностика цифровых систем, сетей и программных продуктов. Увлечения: баскетбол, футбол, горные лыжи. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-326. E-mail: hahanov@kture.kharkov.ua.

Литвинова Евгения Ивановна, д-р техн. наук, профессор кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: техническая диагностика цифровых систем, сетей и программных продуктов. Увлечения: плавание, горные лыжи. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-326. E-mail: kiu@kture.kharkov.ua.

Чумаченко Светлана Викторовна, д-р техн. наук, профессор кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: математическое моделирование, теория рядов, методы дискретной оптимизации. Увлечения: путешествия, любительское фото. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 70-21-326. E-mail: ri@kture.kharkov.ua.

Филиппенко Олег Игоревич, канд. техн. наук, доц. каф. ТКС ХНУРЭ. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, e-mail: filippenko@rumbler.ru.