



Анатолий Эдуардович Юницкий

Anatoli E. Unitsky



Дмитрий Игоревич Вержбалович

Dmistry I. Verzhbalovich



Артур Николаевич Мацкевич

Artur N. Matskevich



Сергей Владимирович Артюшевский

Sergey V. Artyushevskiy

Роль и место автоматизированной подсистемы электронных паспортов в единой интеллектуальной системе управления транспортно-инфраструктурного комплекса uST

The role and place of the automated subsystem of electronic passports in the unified intelligent management system of the uST transport and infrastructure complex

Аннотация

В статье изложены концептуальные основы построения автоматизированной подсистемы электронных паспортов транспортных средств и объектов инфраструктуры транспортного комплекса Юницкого, показана важность и необходимость данной подсистемы для эффективного и безопасного управления перспективным видом транспорта — струнным транспортом Юницкого.

Ключевые слова: струнный транспортный комплекс, интеллектуальная система управления, электронный паспорт, блокчейн, кибернетическая модель.

Abstract

The article outlines the conceptual foundations for the construction of the automated subsystem of electronic passports of vehicles and infrastructure facilities of the Yunitskiy transport complex, illustrates the importance and necessity of this subsystem for the efficient and secure management of a high-potential mode of transport – Yunitskiy string transport.

Keywords: string transport complex, intelligent management system, electronic passport, blockchain, cybernetic model.

DOI:10.20291/2311-164X-2022-1-8-15

Авторы Authors

Анатолий Эдуардович Юницкий, генеральный конструктор ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: a@unitsky.com | Дмитрий Игоревич Вержбалович, канд. техн. наук, начальник отдела разработки и внедрения информационных систем ОАО «ЦНИИТУ», Минск; e-mail: 3964698@tut.by | Артур Николаевич Мацкевич, канд. техн. наук, ведущий системный аналитик ОАО «ЦНИИТУ», Минск; e-mail: arturma@mail.ru | Сергей Владимирович Артюшевский, заместитель генерального конструктора по науке ЗАО «Струнные технологии», Минск; e-mail: s.artushevskiy@unitsky.com

Anatoli E. Unitsky, General Designer, Unitsky String Technologies, Inc., Minsk; e-mail: a@unitsky.com | Dmistry I. Verzhbalovich, candidate of technical sciences, Head of Department for Development and Implementation of Information Systems, PC «ЦНИИТУ», Minsk; e-mail: 3964698@tut.by | Artur N. Matskevich, candidate of technical sciences, Lead Systems Analyst, PC «ЦНИИТУ», Minsk; e-mail: arturma@mail.ru | Sergey V. Artyushevskiy, Deputy General Designer for Science, Unitsky String Technologies, Inc., Minsk; e-mail: s.artushevskiy@unitsky.com

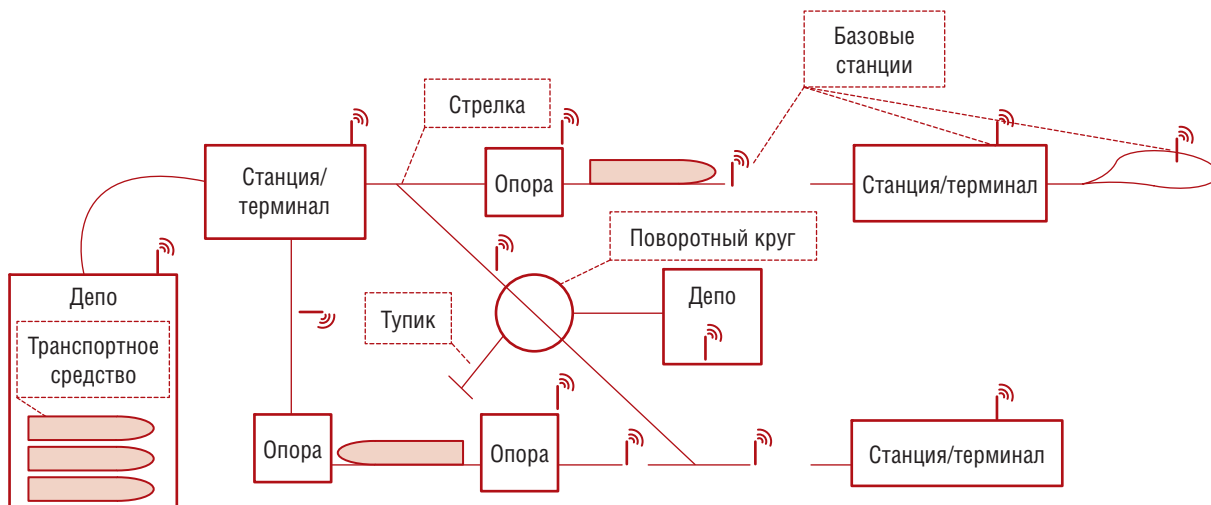


Рис. 1. Вариант структуры транспортного комплекса uST

Unitky String Technologies — международная инженерная компания, занимающаяся разработкой и внедрением инновационных, экологически чистых, безопасных революционных транспортных систем второго уровня. Базовой единицей таких систем является струнный транспортный комплекс uST (ТК).

Струнный транспортный комплекс uST представляет собой сложную систему с практически бесконечным жизненным циклом. В его состав в зависимости от внешних и внутренних условий, решаемых задач и других факторов входит большое количество компонентов, таких как транспортные средства (ТС) различных типов, путевая структура эстакадного типа, системы безопасности, многоцелевая инфраструктура (транспортная, информационная, энергетическая) и ряд других.

Вариант структуры транспортного комплекса uST представлен на рис. 1.

При этом транспортный комплекс должен функционировать в высоконагруженном интенсивном режиме, обслуживать значительные пассажиро- и грузопотоки, работать в самых разных климатических зонах и широком диапазоне условий внешней среды.

В процессе функционирования (даже в течение дня) транспортный комплекс может достаточно динамично менять свой состав и конфигурацию. Его структура и состав могут непрерывно оптимизироваться. Компоненты по различным причинам могут исключаться из состава комплекса, заменяться на новые, менять свой функционал и режимы работы [1].

Управление такой системой является сложной и достаточно нетривиальной задачей.

Для эффективного и безопасного управления транспортным комплексом в его состав планируется включить интеллектуальную систему управления (ИСУ). В зависимости от структуры ТК, его параметров, характеристик и назначений, состав ИСУ и решаемые ею задачи

также могут различаться. В рассматриваемом варианте ИСУ имеет иерархическую структуру (рис. 2) и включает в себя:

- центральную интеллектуальную систему управления (ЦИСУ) — систему управления процессами в транспортном комплексе в целом;
- интеллектуальную систему управления депо (ИСУ-Д) — систему управления процессами в депо;
- интеллектуальную систему управления станции (ИСУ-С) — систему управления процессами пассажироперевозок в зонах ответственности станций;
- интеллектуальную систему управления терминалом — систему управления процессами грузоперевозок в зонах ответственности погрузочно-разгрузочных терминалов;
- компоненты системы управления, расположенные на путевой инфраструктуре (ПИ);
- интеллектуальную систему управления транспортного средства, которая, в свою очередь, состоит из бортовой интеллектуальной системы управления (БИСУ) и бортовой системы управления (БСУ).

Информационное взаимодействие транспортных средств с другими компонентами транспортного комплекса предлагается реализовать по высокоскоростной беспроводной связи, которая обеспечивается системой базовых станций, размещаемых на компонентах ТК.

ИСУ ТК должна обеспечивать решение следующих задач:

- осуществлять оперативный сбор и обработку информации о текущем состоянии транспортного комплекса;
- автоматически просчитывать логистические схемы доставки грузов и пассажиров, разрабатывать и корректировать маршруты ТС, оптимизировать транспортные потоки;

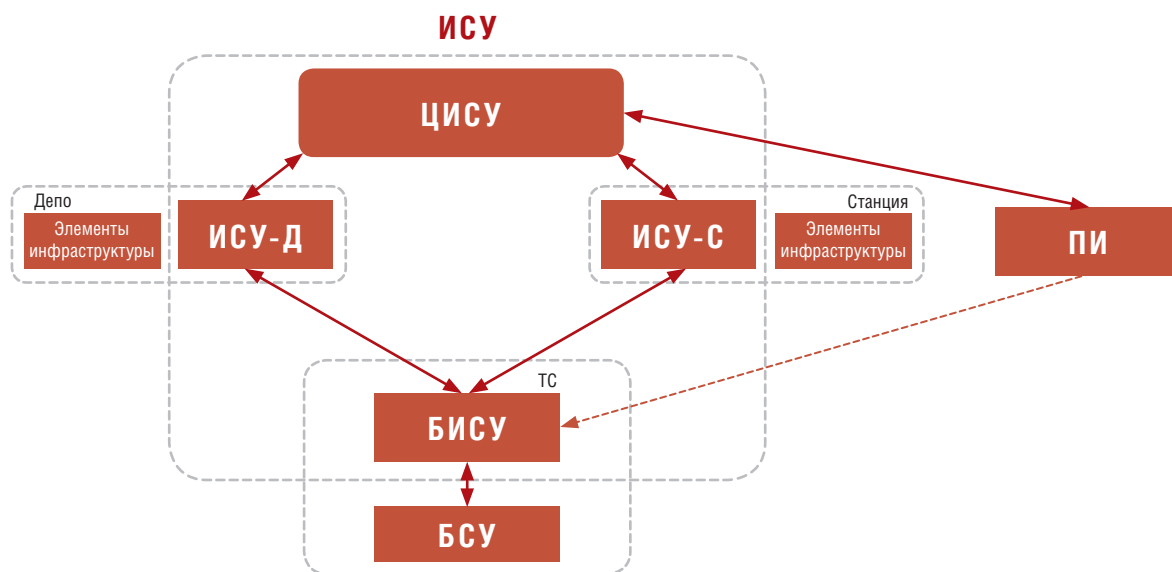


Рис. 2. Структура систем управления в транспортном комплексе uST (вариант):

ИСУ — интеллектуальная система управления; ЦИСУ — центральная ИСУ; ИСУ-Д — ИСУ депо; ИСУ-С — ИСУ станции; БИСУ — бортовая ИСУ транспортного средства; БСУ — бортовая система управления; ПИ — путевая инфраструктура; ТС — транспортное средство

- прогнозировать возможное изменение параметров транспортных потоков и выбирать оптимальные решения по режимам работы ТК;
- корректировать движение транспорта в зависимости от ситуации на транспортной сети и пассажиропотока ТК;
- на основе собранной и обработанной информации прогнозировать возможные проблемы и внедрять корректирующие мероприятия для их недопущения или устранения;
- информировать соответствующие службы при возникновении аварийных и природных чрезвычайных ситуаций.

Для решения вышеперечисленных задач система управления должна обладать достаточной, точной и актуальной информацией о состоянии всех компонентов комплекса — обладать характеристиками и функциональными возможностями (кибернетическими моделями) реальных объектов.

В рассматриваемом варианте реализации ИСУ ТК в качестве информационной базы данных предлагается использовать электронные паспорта как часть кибернетических моделей реальных объектов.

Паспорт — важнейший компонент эксплуатационной документации технического устройства. Это документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и свойств изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия (ГОСТ 2.601–2006). В сфере транспорта применяются такие документы, как ПТС (паспорт транспортного средства), ПШТС (паспорт шасси транспортного средства) и ряд других — в зависимости от вида транспортной техники.

Существующие бумажные версии паспортов имеют целый ряд существенных недостатков:

- для их изготовления требуются специализированные бланки строгой отчетности, специальные процедуры по работе с ними, специальный персонал и т.д.;
- с течением времени они подвергаются износу, утере, что требует процедуры по их замене/восстановлению/перевыпуску;
- ограниченная емкость — бумажные паспорта хранят мало информации о транспортном средстве, изменение этих сведений является непостоянной процедурой;
- сложные процедуры обмена паспортной информацией между заинтересованными участниками;
- криминальный аспект — документы могут быть сфальсифицированы, они могут иметь дубликаты, быть выпущены на транспортную технику, которая не соответствует требованиям и сертификатам и т.д.

Перечисленные недостатки снижают показатели надежности, безопасности и экономическую эффективность системы при эксплуатации.

Этих проблем можно избежать, поместив паспортную информацию в единое информационное пространство, создав электронные документы и систему работы с ними.

Переход от бумажных документов к электронным — процесс естественный. В транспортной сфере эта тенденция позволяет решать вышеуказанные недостатки и имеет ряд дополнительных преимуществ. Наличие электронного паспорта транспортного средства (ЭПТС) позволяет оперативно получать самую разнообразную информацию по любому конкретному транспортному

средству. ЭПТС в отличие от бумажного ПТС практически не имеет ограничений по объему хранимой информации, поэтому он может фиксировать многократно большее количество данных, параметров и характеристик.

Очевидно, что рассматривать электронный паспорт как аналог бумажного документа — слишком узко. Электронный паспорт воплощает в себе целый ряд современных тенденций и перспективных направлений автоматизации и интеллектуализации управления:

- однократный ввод данных в систему для обеспечения выполнения различных задач и функций;
- возрастание роли и степени подробности цифровых моделей реальных управляемых объектов. Качество этих моделей непосредственно влияет на качество принимаемых управленческих решений;
- включение в единые системы мелкосерийных и уникальных объектов;
- наиболее полная автоматизация систем технического обслуживания и ремонта (ТОИР) и др.

Привязанные к ЭПТС данные логирования позволяют автоматически собирать статистическую информацию по учету времени наработки, расходования ресурсов, планирования различных видов технического обслуживания, сервисных операций и ремонта, прогнозировать ожидаемое состояние транспортного средства и его элементов, ряд других задач, поэтому ЭПТС имеет высокую степень актуальности.

Недостатком всех электронных документов и баз данных является потенциальная уязвимость перед киберпреступниками. В решении этой проблемы достаточно перспективным выглядит путь использования распределенных баз данных, базирующихся, например, на технологии блокчейн. Централизованное/распределенное изготовление и хранение ЭПТС решает собственно проблему хранения и доступности документа, а также их физическую деградацию со временем.

Таким образом, электронные паспорта при определенных условиях можно рассматривать в качестве статистическо-аналитической информационной базы данных, входящей в состав кибернетической модели реальных объектов. Для работы с электронными паспортами потребуются создание специализированной автоматизированной системы (АСЭП) как одной из подсистем ИСУ.

Актуальность перехода на электронные паспорта подтверждает и международный опыт. Так, в Евразийском экономическом союзе создается единая межгосударственная автоматизированная система по работе с ЭПТС. Планировалось, что с 1 ноября 2021 г. вся вновь изготавливаемая транспортная техника будет выпускаться с ЭПТС [2], от ПТС предполагалось полностью отказаться.

В США действуют системы Carfax и AutoCheck, функционал которых близок к АСЭП. Аналогичные системы с несколько отличающимися алгоритмами действий и доступа к информации существуют в Европейском союзе, Японии, Корее, Китае и ряде других стран.

Важным является тот факт, что АСЭП существенно снижает криминальную угрозу. Такая система не позволит выпускать фальшивые паспорта, дубликаты, паспорта на технику, не соответствующую требованиям безопасности и регламентам. Любая операция с электронными паспортами будет исполняться после полной проверки лица, осуществляющего действие, его прав доступа, полномочий, фиксироваться и подписываться электронной подписью.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что задача внедрения электронных паспортов и создания АСЭП как подсистемы ИСУ является актуальной, соответствует общемировым тенденциям, относится к классу инновационных. Создание такой подсистемы для струнного транспорта Юницкого обоснованно и целесообразно, поскольку в настоящее время компания uST готова перейти от этапа проектирования и тестирования к стадии серийного производства и открытых коммерческих продаж на международном рынке [3].

При работе с электронными паспортами любых изделий (компонентов ТК) на основных этапах жизненного цикла (рис. 3) должны быть выполнены следующие требования:

1) сохранность (неизменность) электронных записей в базе электронных паспортов, защита от подделок (обеспечивается, как правило, применением функций хэширования, расчетом контрольных сумм, другими процедурами, применение которых зафиксировано в нормативной базе);

2) идентифицируемость любой операции с электронными паспортами, возможность определить происхождение каждой операции и каждой записи, хранение истории изменений (обеспечивается применением процедур аутентификации и идентификации, использованием электронных цифровых подписей и электронных кодов (паролей) лиц, имеющих соответствующие полномочия, процедурами логирования и архивирования);

3) защита от несанкционированного доступа к базе электронных паспортов (обеспечивается, как правило, применением совокупности программных и технических средств, таких как «электронные ключи», средства биометрической аутентификации, система паролей и средства криптографической защиты информации).

Электронный паспорт практически не имеет ограничений по объему, может хранить гораздо больше разнообразных сведений о реальном состоянии технического средства. Это позволяет создать многофункциональную систему сопровождения технического средства в течение всего жизненного цикла. Электронный паспорт в состоянии фиксировать текущее состояние объекта, а не заводское, что позволяет управлять объектами с большей эффективностью.

Практика показывает, что для серийного транспортного комплекса, особенно в высоконагруженном режиме, на первый план выходят такие параметры, как:

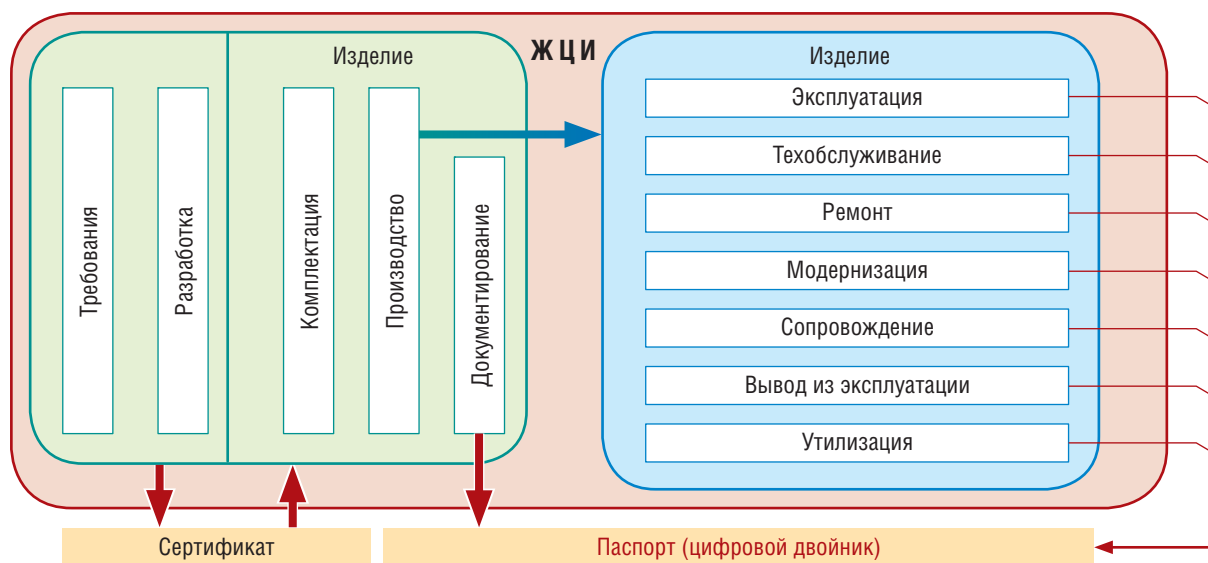


Рис. 3. Жизненный цикл изделия в составе транспортного комплекса uST (вариант)

- скорость реакции транспорта на команды управления;
- время выполнения задачи исполнительными механизмами инфраструктуры;
- инерционность исполнительных устройств и систем;
- степень износа определенных элементов и ресурсов.

Не менее важную роль при этом играет и адекватная оценка реального состояния объектов инфраструктуры. Наличие в составе ИСУ кибернетических моделей реальных объектов позволяет решать стоящие перед ней задачи более эффективно и безопасно.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод, что электронный паспорт — это обобщающий документ, объединяющий технические и эксплуатационные данные об изделии на протяжении его жизненного цикла и предназначенный для:

- учета текущей комплектности и состояния изделия;
- учета наработки изделия и его составных частей;
- учета данных о ресурсах и сроках службы изделия и его составных частей (гарантийных, назначенных и межремонтных ресурсов);
- информирования о необходимости проведения работ по техническому обслуживанию, сервисным процедурам, ремонту изделия;
- учета выполнения технического обслуживания изделий, сервисных процедур, ремонтов;
- других задач в интересах разработчика, изготовителя, эксплуатирующих и ремонтных организаций.

Создание АСЭП как подсистемы ИСУ потенциально предоставляет очень широкий функционал. Такая система должна информационно обеспечивать большое количество процессов:

- формирование в реальном масштабе времени (дискретно) информационной базы данных для каждого конкретного транспортного средства;
- выработку индивидуально направленных рекомендательных сервисных работ для каждого конкретного транспортного средства;
- формирование плана поездки и маршрутного задания с учетом запаса ресурсов;
- функцию отслеживания местоположения ТС в определенный момент времени;
- мониторинг степени работоспособности компонентов;
- планирование ремонта;
- подбор требуемых расходных материалов и запасных частей;
- планирование техобслуживания;
- фиксацию нештатных ситуаций и учет их последствий;
- отслеживание истории ТС;
- синхронизацию характеристик ТС при формировании виртуальных сцепок;
- формирование виртуальных зон безопасности и т.д.

Использование электронных паспортов не должно ограничиваться только транспортными средствами. Область их применения — весь транспортный комплекс. Любой компонент uST может быть отнесен к сложному техническому средству, а значит, требует ведения паспорта или аналогичного документа. При нагруженных режимах работы комплекса uST каждый его компонент должен работать слаженно и согласованно.

Для управления такими объектами ИСУ также должна обладать их кибернетическими моделями. По аналогии с электронными паспортами транспортных средств такими моделями могут стать электронные паспорта этих объектов.



Рис. 4. Место АСЭП в uST (вариант)

В итоге в составе АСЭП появляется возможность ведения электронных паспортов не только транспортных средств, но и объектов инфраструктуры и, как следствие, транспортного комплекса в целом.

Для реализации указанной подсистемы и ее успешной интеграции в состав ИСУ на первом этапе необходимо изучить информационные потребности других подсистем, сформировать предварительный состав и структуру электронных паспортов для различных компонентов, проработать концепцию АСЭП и включить ее в состав интеллектуальной системы управления uST.

Концепция (или иной концептуальный документ) АСЭП должна:

- описывать принципы организации, архитектуру, концептуальные основы построения АСЭП, ее роль и место в ИСУ;
- нормативно обеспечивать и фиксировать единые образные процессы разработки подсистем, взаимодействующих с АСЭП;
- определять структуру АСЭП и взаимосвязи между АСЭП и другими подсистемами ИСУ;
- обеспечивать единый терминологический и понятийный базис при разработке компонентов, элементов и подсистем АСЭП;
- определять процессы информационного обеспечения транспортного комплекса и его составляющих на всех этапах жизненного цикла.

Концепция предназначена для формирования единой политики создания и внедрения АСЭП, создания условий для системной комплексной разработки стандартов предприятия, программ и планов создания АСЭП и ее компонентов, создания условий для разработки и внедрения АСЭП.

Разработка и последующая реализация концепции приведет к оптимизации широкого ряда бизнес-процессов, связанных с созданием, вводом в эксплуатацию, поддержкой, обеспечением, обслуживанием, сертификацией. Стратегической целью концепции АСЭП следует считать существенное повышение комфортности пользования продукцией uST для всех потребителей на всех этапах жизненного цикла, поддержание имиджа фирмы как передовой, инновационной, клиентоориентированной.

Потенциально применение АСЭП позволит решать целый ряд задач. Например, организовывать централизованное планирование изготовления и поставок расходных материалов и запчастей к моменту их ожидаемого потребления, формирование актуального графика техобслуживания при эксплуатации, информировать о состоянии компонентов ТК на ближайшую перспективу и т.д.

Информационное взаимодействие АСЭП с другими компонентами uST представлено на рис. 4.

При разработке АСЭП uST следует придерживаться следующего жизненного цикла:

1) разработчик анализирует требования заказчика АСЭП, типичных потребителей услуг ТК, условий функционирования ТК;

2) на основе этих требований разрабатывает архитектуру, структуру и состав АСЭП;

3) ТК присваивается уникальный идентификатор, и формируется специальная база данных — электронный паспорт транспортного комплекса (далее — ЭПТК);

4) по окончании изготовления каждого инфраструктурного компонента он также получает уникальный идентификационный номер и ЭП, формат которого зависит от типа объекта, но унифицирован по типовому признаку в организации. При этом каждый ЭП содержит состав устройства; через соответствующие поля подключаются другие записи, характеризующие составные части;

5) каждый подключенный (построенный) объект инфраструктуры регистрируется в составе ТК в электронном паспорте данного ТК. При этом ЭП компонента подключается как ветвь к ЭПТК;

6) в результате формируется древовидная (ветвящаяся) структура данных от ТК в целом до определенных агрегатов и элементов.

Транспортные средства в процессе своего производства также получают электронные паспорта, разветвленные до требуемой степени агрегирования. При поставке требуемого количества ТС для ТК их электрон-

ные паспорта регистрируются в составе ЭПТК. Таким образом завершается этап первоначального формирования ЭПТК. Можно считать, что сформированный ЭПТК представляет собой актуальную информационную модель реального ТК, а каждый нижестоящий ЭП — информационную модель компонента, агрегата, элемента соответственно.

В процессе эксплуатации фиксируется множество параметров. Например, для ТС к таким относятся: пройденное расстояние, время работы, график выполнения маршрутного задания, основные параметры ТС с привязкой ко времени, сбои функционирования ТС и т.д. Указанные параметры должны фиксироваться системой. Некоторые параметры должны подключаться к соответствующим полям ЭПТС. Например, учитывается пробег ТС, время наработки, фиксируется время основных событий и т.д. Перечень параметров, учитываемых в АСЭП, и форматы предоставляемых данных будут проработаны в ходе дальнейшей работы. Вариант интерфейса АСЭП и ST представлен на рис. 5.

Имея полную информационную осведомленность о состоянии всех компонентов транспортного комплекса, ИСУ будет с большей эффективностью принимать организационно-управленческие решения, планировать различные виды обслуживания и ремонта компонентов ТК, собирать и анализировать различные статистические данные.

Карточка транспортного средства

Внесите данные, заполнив поля карточки! Данная форма относится к одному конкретному транспортному средству.

Отменить Сохранить

Общие параметры Технические характеристики Дополнительные данные

✓ Параметры группы 1

- Модель ТС: Транспорт ССС
- Исполнение: Транспорт ССС

✓ Параметры группы 2

- Комплектация: Транспорт ССС
- Модификация: Транспорт ССС

✓ Цвет

- Название и RAL цвета ТС: Серебристый SF-001

✓ Параметры группы 4

- Название 4.1: Введите данные...
- Название 4.2: Введите данные...

✓ Параметры группы 5

- Название 5.1: Введите данные...
- Название 5.2: Введите данные...

Климатическое исполнение

Климатическая зона	Категория размещения	Рабочие температуры, С°		Предельные температуры, С°		Относительная влажность	
		(-)	(+)	Min.	Max.	Среднегодовая	Max. граница
0 - общеклиматический кл...	3, 4 и 5	-45	+45	-55	+55	75% при 15 С	100% при 25 С
0 - общеклиматический кл...	3, 4 и 5	-45	+45	-55	+55	75% при 15 С	100% при 25 С
УХЛ - умеренной и холодн...	3	-100	+150	-120	+180	60% при 5 С	98% при 15 С

Данные формы: Название транспорта: Юнбус U4-362; Идентификационный номер (VIN): U4-362.023.456; Категория транспорта: Автобус; Тип подвижного состава: Двухрядный; Дата изготовления: 10.08.2016; Комплекс (нахождения): Москва Г.

Рис. 5. Вариант интерфейса АСЭП uST

Выводы:

1. Переход к электронным паспортам — насущная необходимость современных транспортных систем.

2. Функция электронного паспорта существенно шире бумажного аналога: его можно и следует рассматривать в качестве цифрового двойника (кибернетической модели) реального объекта.

3. Использование в системах управления актуальных подробных кибернетических моделей реальных объектов позволит принимать гораздо более эффективные орга-

низационно-управленческие решения, оптимизировать большое количество протекающих в системе процессов на всех этапах ее жизненного цикла.

4. Реализация АСЭП как подсистемы ИСУ позволит выполнять целый ряд дополнительных функций, таких как организация централизованных поставок расходных материалов и запчастей к моменту их ожидаемого потребления, интерактивные инструкции по ремонту и т.д., что существенно повысит безопасность функционирования транспортного комплекса. **ИТ**

Список литературы / Reference

1. Юницкий А. Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А. Э. Юницкий. — 3-е изд., доп. — Силакрог: ПНБ принт, 2019. — 576 с. — ISBN 978-985-90498-1-1.
2. Коллегия ЕЭК продлила возможность оформления бумажных ПТС до 1 ноября 2020 года // Евразийская экономическая комиссия. — URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/14-10-2019-3.aspx>.
3. Unitsky String Technologies, Inc. Has Changed the Transport Market. — URL: <https://unitsky.com/news/unitsky-string-technologies-has-changed-the-transport-market>.

Объем статьи: 0,8 авторских листа