

УДК 656.7.025

## Архитектура системы сбора данных с датчиков контроля поведения пассажира авиационного транспортно-логистического узла

Г. И. Паламарчук<sup>1</sup>, О. В. Бородина<sup>2</sup>, Н. В. Иванова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

<sup>2</sup>Институт проблем транспорта им. Н. С. Соломенко Российской академии наук, Российская Федерация, 190078, Санкт-Петербург, 12 линия Васильевского острова, 13

<sup>3</sup>Санкт-петербургский государственный университет гражданской авиации, Российская Федерация, 196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38

**Для цитирования:** Паламарчук Г. И., Бородина О. В., Иванова Н. В. Архитектура системы сбора данных с датчиков контроля поведения пассажира авиационного транспортно-логистического узла // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2022. — Т. 19. — Вып. 4. — С. 856–866. DOI: 10.20295/1815-588X-2022-4-856-866

### Аннотация

**Цель:** Рассматриваются вопросы повышения эффективности наземного обслуживания пассажиров в авиационно-транспортных логистических узлах. Процессы наземного обслуживания прогнозируемы с точки зрения теории транспортных систем и нормируются применением инструментов теории расписания. Действия или бездействие в процессах обслуживания пассажира как участника процесса вносит в транспортную систему элемент случайности. Управление инициативой пассажира не влияет на прогнозируемость времени окончания операции наземного обслуживания. В статье предложены описание процессов производственной деятельности логистического узла, а также роль поведения пассажира в наземном обслуживании. Представлены направления исследования когнитивной модели поведения пассажира в рамках структурно-поточной схемы аэровокзала. В работе предлагается система предиктивной аналитики в виде телематики, собирающей данные о фактическом поведении пассажиров в функциональных зонах аэропорта. В качестве предложения по повышению эффективности работы узла предлагается внедрять модели поведения пассажиров для прогнозирования времени завершения процессов наземного обслуживания пассажиров и за счет алгоритмов оценки данных, что является продолжением работы. **Методы:** Общая теория систем, теория когнитивных транспортных систем. **Результаты:** Разработана архитектура системы сбора данных с датчиков контроля поведения пассажира в аэровокзале по процессу наземного обслуживания в авиационно-транспортном логистическом узле; приведена структурно-логическая схема сценария возникновения негативного с точки зрения регулярности события. **Практическая значимость:** Оптимизация процессов наземного обслуживания пассажиров авиационного транспортного логистического узла.

**Ключевые слова:** Авиационно-транспортный логистический узел, система, авиапассажир, когнитивная модель, процесс наземного обслуживания пассажира, структурно-поточные схемы регистрации, выход на посадку, архитектура системы сбора данных по процессам обслуживания пассажира.

Аэропорт — комплекс зданий и сооружений, оперативное управление которыми сопряжено с передачей информации участникам операций. Рыночные условия деятельности предприятий воздушного транспорта не способствуют равномерному распределению добавленной стоимости между участниками.

Аэропортовое обслуживание потоков пассажиров — стандартный набор сервисов (регистрация на рейс, оформление и доставка багажа на борт, организация посадки в самолет, выгрузка багажа из самолета, его транспортировка и выдача, оформление перевозочной документации), регламентированных федеральным законодательством по наземному обслуживанию. Оператор аэропорта является юридическим лицом, заинтересованным в оптимизации набора процессов наземного обслуживания пассажиров [1, 2].

Существует два подхода к сокращению производственных затрат. Первый предполагает модернизацию производственного оборудования, что требует значительных финансовых ресурсов, обширной подготовки и несет за собой определенные риски окупаемости. Второй подход предполагает повышение эффективности уже используемых на предприятии ресурсов и мощностей или, другими словами, оптимизацию производственных процессов [3].

Оптимизации технологических процессов авиационных транспортно-логистических узлов (АТЛУ) посвятили свои работы многие авторы: Б. В. Артамонов, Л. Г. Большедворская, А. А. Брагин, А. В. Губенко, Б. П. Елисеев, Е. Н. Зайцев, Б. В. Зубков, Г. А. Крыжановский, Е. В. Конилова, Е. А. Куклев, В. В. Купин, В. П. Маслаков, Е. Е. Нечаев, Ю. И. Палагин, П. Ю. Либерман, И. Г. Шайдуров, А. Р. Яшкин и др. С технологической точки зрения оптимизационные задачи решены достаточно глубоко.

Меняющаяся роль автоматизации в задачах технологического обеспечения работы аэропор-

тов вносит постоянные изменения во взаимодействие предприятий транспорта между собой, в то время как участие пассажира комплементарно. Однако фактическое поведение пассажира влияет на время завершения некоторых операций наземного обслуживания. Ассоциация предприятий воздушного транспорта ИАТА акцентирует внимание на инициативе пассажира [4]. Но результаты прогноза в процессном управлении возможны только на основе достоверных данных (predictability data) о времени завершения операций и невозможны без предсказательной аналитики.

Как правило, системы управления трафиком пассажиров собирают данные с мобильных устройств [5]. Такой способ управления временем завершения операций наземного обслуживания лишает систему частно-потокowego управления субсидиарностью. Тогда как частные свойства субсидиарного потока дают основание управлять им [6].

### **Производственная деятельность авиационного транспортно-логистического узла**

Сервисы АТЛУ специализируются по объектам обслуживания — пассажир, багаж, груз, воздушное судно, экипаж. Процессы коммерческого обслуживания в аэропортах происходят одновременно в воздухе (air side) и на земле (ground side) (рис. 1). В тот момент, когда борт воздушного судна переместился на стоянку и ему установили колодки под шасси, начинается наземное обслуживание.

Процессы наземного обслуживания пассажира имеют исключительную важность для коммерческой деятельности АТЛУ — от времени оборота борта воздушного судна (от 35 минут до 1,5 часов) зависит операционный доход всех участников перевозки. Временные рамки большинства процессов наземного обслуживания борта воздушного судна синхронизируются с вре-

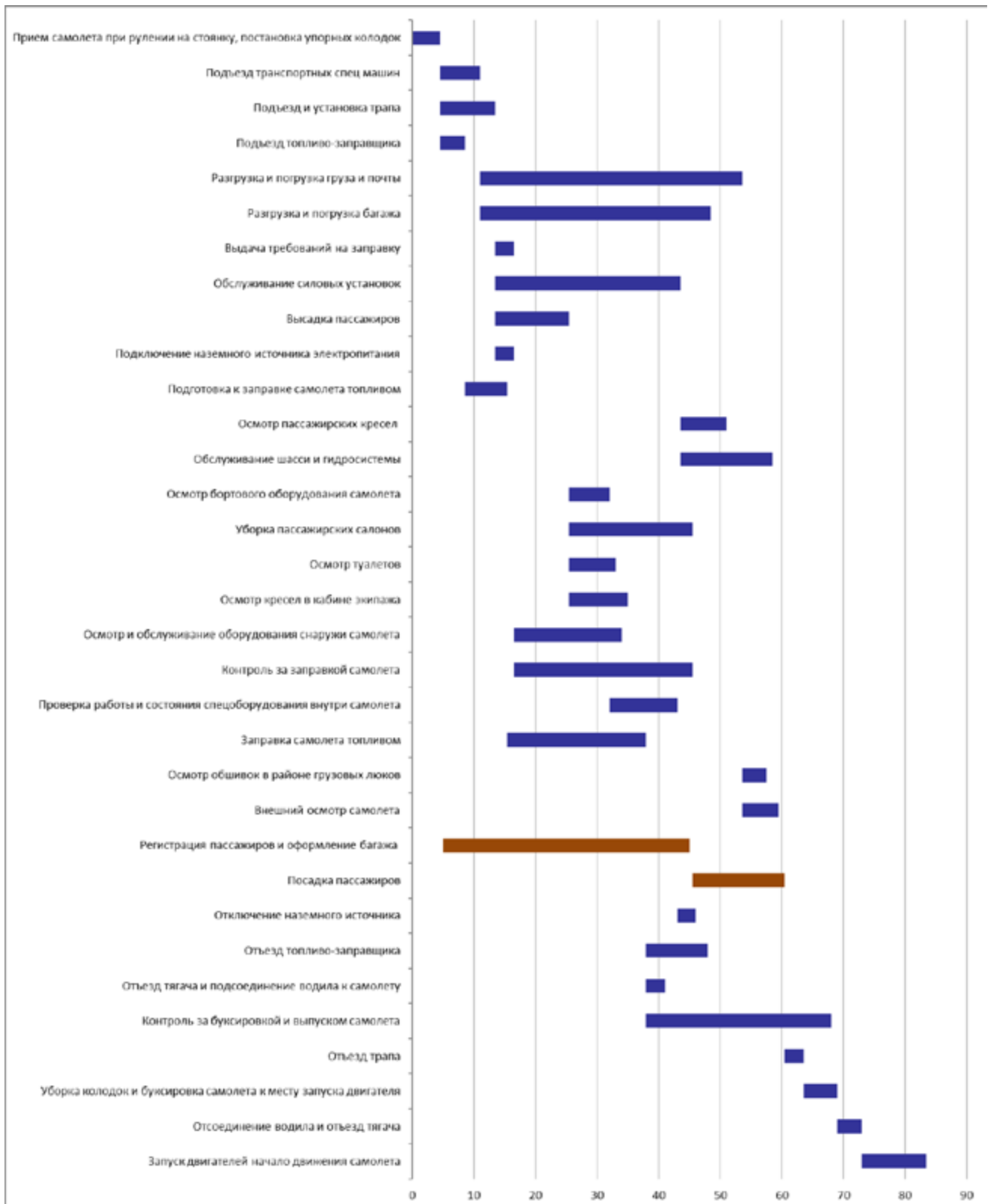


Рис. 1. Процессы наземного обслуживания авиационного транспортно-логистического узла

менем начала и окончания обслуживания пассажиров (операции выделены цветом на рис. 1).

### Направления исследования когнитивной модели поведения пассажира

Специфика исследования поведения пассажира в контуре транспортной системы имеет два направления. По времени воздействия на процессы транспорта его можно разделить на исследование модели отложенного (отдаленного) воздействия (задача авиационного маркетинга). Второе направление — моделирование динамики перемещения пассажира в пространстве аэровокзала (текущая задача).

Для решения первой подзадачи — исследования особенностей потребительского поведения — некоторые авторы [7] предлагают создавать модели поведения пассажиров, применяя данные из социальных сетей. Такой подход весьма актуален при переходе к новой концепции продаж в авиационном маркетинге — NDC (New Distribution Concept), согласно которому продажи и предложения услуг воздушного транспорта персонафицированы под каждого пассажира [4]. Однако данный подход имеет ограничения. Масштаб данных, на которых строится модель поведения, огромен, и объектом исследования является, по сути, психология личности. Тогда как для целей наземного обслуживания пассажиров важным является не психотип личности пассажира, а его рефлексия (реакция) на текущие задачи по

процессам АТЛУ. Например, пассажир должен отреагировать на оповещение об окончании регистрации и предпринять верные с точки зрения процесса наземного обслуживания действия.

### Структурно-поточная схема организации обслуживания пассажира

Технологическая схема организации потоков пассажиров в аэровокзале, на привокзальной площади и пассажирском перроне должна обеспечивать требования безопасности и выполнять задачи операторов аэропорта. Задачами оператора аэропорта являются быстрое и качественное обслуживание пассажиров, а также эффективное использование сооружений и технических средств [8] как ресурсов оператора аэропорта.

Пространство аэровокзала относится к ресурсам АТЛУ. Эффективность управления ресурсами аэровокзального комплекса заключается в повышении проходимости (чел/м<sup>2</sup>) и сокращении площадей аэровокзала (м<sup>2</sup>) за счет планирования операционных зон и проходов между ними.

Оператор аэропорта при планировании рабочего пространства предусматривает зоны вылета и прилета для пассажиров и сопровождающих лиц, зоны регистрации на рейс самого пассажира и оформления его багажа (эти зоны могут не совпадать), зоны досмотра и зоны ожидания перед вылетом.

Руководство по проектированию аэропортов рекомендует [8] планировать магистральные про-

ТАБЛИЦА 1. Требования к магистральным проходам аэровокзала

Аэровокзал пропускной способностью, пасс/ч	Минимальная ширина, м	
	магистральных проходов	зоны образования очереди пассажиров на регистрацию
50	2,0	5,0
100	2,0	6,0
160	3,0	6,0
200	3,0	6,0
300	3,0	9,0
400	3,0	9,0

ТАБЛИЦА 2. Структурно-логическая схема принятия решения пассажиром по этапам процесса наземного обслуживания

Процесс наземного обслуживания	Позитивный результат завершения процесса	Негативный результат завершения процесса
Начало регистрации	Пассажир прошел на стойку регистрации своего рейса	Пассажир прошел на стойку регистрации чужого рейса
		Пассажир не прошел на стойку регистрации (например, заблудился)
Проверка условий договора воздушной перевозки пассажира	Пассажир предъявил действующий документ и договор воздушной перевозки, его ручная кладь соответствует нормам	Пассажир предъявил недействительный документ
		Условия договора воздушной перевозки изменились
		Ручная кладь превышает нормы провоза
Проверка условий договора воздушной перевозки багажа пассажира	Условия договора воздушной перевозки багажа пассажиром не нарушены	Багаж пассажира превышает нормы провоза
		Багаж пассажира не соответствует требованиям безопасности
Посадка на борт воздушного судна	Пассажир прошел к выходу на посадку своего рейса	Пассажир прошел к выходу на посадку чужого рейса
		Пассажир не прошел к выходу на посадку (например, заблудился)
		Пассажир потерял посадочный талон и (или) бирку на ручную кладь
Выход в аэровокзал по завершении воздушной перевозки	Пассажир вышел в аэровокзал, получил багаж и вышел из аэровокзала	Пассажир не вышел в аэровокзал
		Пассажир не получил свой багаж
		Пассажир получил чужой багаж и вышел с ним из аэропорта

ходы так, чтобы они могли соединять входы и выхода из здания, лестницы с основными зонами в пассажирском зале. Магистральные проходы должны быть свободны от очередей пассажиров, мебели и иметь ширину не менее значений, приведенных в табл. 1.

Выполнение поставленных задач решается для каждого АТЛУ индивидуально и решает задачи:

- разработки наиболее прямых маршрутов передвижения пассажиров в аэровокзале — минимум пересечений при подходе к очередным пунктам обслуживания;

- безопасности передвижения пассажиров и персонала — исключение пересечения путей движения основных потоков пассажиров, ручной клади со средствами транспорта и механизации;

- сокращение времени прохода пассажиров с ручной кладью из зоны контроля при изменении статуса рейса [8].

Эффективность информационной поддержки пассажиров достигается путем использования соответствующих надписей, знаков, информационных подсказок.

### **Структурно-логическая схема принятия решений пассажиром**

Принцип моделирования иерархий существует более 90 лет, разработан Саати [9]. Модель связи состояний системы, влияющих на регулярность полетов по причине наземного обслуживания, иерархическая.

Структурно-логическая схема конечного в иерархии события в наземном обслуживании пассажиров аэропорта строится на регламентированных технологиями процессах обслуживания пассажиров и обработки багажа в аэропортах [10]. Каждый технологический цикл включает отдельные технологические операции. Перечень операций в цикле может изменяться в зависимости от принятого аэропортом метода обслуживания перевозчика (авиакомпания). Функция пассажира в стандартных процессах регламентироваться не может априори, если он не нарушает норм авиационной безопасности.

Пассажиру для реализации условий договора авиационной перевозки необходимо не только купить авиационную перевозку (заключить договор), но и подтвердить свое намерение осуществить перелет, пройдя к стойке регистрации перед вылетом, предъявить документ (если это необходимо) и багаж для оформления, а также самостоятельно пройти в зону посадки на борт ВС своего рейса. Действия сотрудника компании регламентированы — своевременно передавать информацию остальным участникам, занятым в процессе обслуживания пассажира (как правило, посредством внесения информации в систему автоматизированной обработки информации аэропорта), а также удостовериться в личности пассажира и соответствии его ручной клади и багажа правилам безопасной перевозки (табл. 2).

В табл. 2 приведено описание верхнего уровня иерархии событий наземного обслуживания пассажира АТЛУ и отражена роль самого пассажира.

Негативный с точки зрения регулярности результат завершения процесса предлагается нивелировать системой наблюдения за поведенческими модальностями пассажира и системой

алгоритмов предсказательной аналитики по принятию пассажиром решений.

**Когнитивная система** сбора и оценки данных поведения пассажиров строится по аналогии с естественным интеллектом, на оценке эмоциональных аффектов, зрительных реакциях и речевой функциональной активности.

### **Механизм эмоциональных реакций на базе эмоциональных аффектов**

На элементарный когнитивный механизм «критическая оценка ситуации» возникает некоторая эмоциональная реакция, например страх, которая тесно связана с физиологическим возбуждением и вызывает врожденное поведение. На основе этого триплета (анализ — реакция — поведение) с возрастом у человека возникает гамма стратегий поведения [11]. Группой отечественных разработчиков (рук. М. Таланов) использована трехмерная модель, связывающая человеческие эмоции и вычислительные процессы на основе нейромодуляторов: дофамина, серотонина, норадреналина [12]. Данный механизм на сегодня трудно реализуем ввиду высокой нагрузки на вычислительные мощности. Например, симуляция использует до 10 нод вычислительного кластера Казанского федерального университета и производит вычисления одной секунды симуляции в течение недели [13].

### **Оценка зрительных реакций**

Самым изученным методом оценки психоэмоционального состояния является исследование движения зрачков [14].

*Оценка речевой функциональной активности* имеет самый проработанный научный [15] и аппаратный комплекс и реализована в том числе в свободно распространяемых средах, например IBM Watson, Cogno и др.

### Архитектура системы сбора данных по процессу наземного обслуживания пассажира авиационного транспортно-логистического узла (АТЛУ)

Задача сбора данных для построения структуры когнитивной системы управления является перспективным исследованием. Все существующие на данный момент методы сбора данных о пассажирах делятся на три категории: сбор данных с помощью технических средств, сбор данных с помощью цензоров и волонтеров и интерпретация оплаты проезда [16].

Для когнитивных транспортных систем устройствами служат бортовые видеокамеры, лидары, датчики состояния, радары, GPS, ГЛОНАСС, навигационные устройства; для подсистемы когнитивных транспортных коммуникаций (в зависимости от вида транспорта) — системы комплексного мониторинга, данные с детекторов, данные с систем фиксации RFID-меток и др.; для подсистемы когнитивного управления — данные систем транспортно-логистического мониторинга, социально-экономические показатели, транспортный баланс, показатели и индикаторы транспортных сетей по видам транспорта и другие [17]. Выбор технических средств телематики для сбора данных модели когнитивного поведения авиапассажира зависит от существующей системы информационного обмена в АТЛУ.

Модель архитектуры системы сбора данных по процессу наземного обслуживания пассажиров с датчиков контроля поведения трехуровневая: сенсорный (IoT Layer); посредник (Mediator Layer); прикладной (Application Layer).

На первом (нижнем) уровне находятся устройства Интернета вещей трех типов — датчики движения глаз, микрофон и камеры для отнесения данных к определенному пассажиру. Пакет данных может быть реализован как вектор, содержащий: данные датчиков, отнесенных к определенному пассажиру; время получения (с

часов IoT-устройства) и место получения. К этой модели данных могут быть добавлены дополнительные метаданные в соответствии с потребностями системы второго и высшего (третьего) прикладного уровней (например, схемы пассажиропотоков внутри аэровокзала для привязки данных о фактических перемещениях пассажира).

Второй уровень (Mediator Layer) поддерживает группы функций, которые предназначены для обеспечения доступа к данным с устройств Интернета вещей. Функции устройств второго уровня:

- создание коммуникационной среды (создавать сеть и права доступа);
- аутентификация (авторизация) и отнесение пакета данных к одному объекту (пассажиру) для обработки алгоритмами предсказательной аналитики и классификации на поведенческие модальности;
- модули периодического сбора и хранения, которые обеспечат доступ к данным прикладного программного обеспечения без необходимости прямого обмена сообщениями между устройствами IoT.

Третий (верхний) уровень (Application Layer) содержит приложения, которые преобразуют данные в удобную для оператора аэропорта информацию (Human Machine Interface).

Модель позволит создавать информационные табло с прогнозами по длине очереди на регистрацию; информационные мобильные приложения для общего использования; приложения, которые способны проводить углубленный анализ и визуализацию данных для целей управления, например, выдавать сообщения о тревоге (в случае высокой загрузки стоек регистрации и отмены рейсов).

### Выводы

Пространство аэровокзала относится к ресурсам АТЛУ. Актуальность прогноза времени использования операционных зон аэровокзала

под операции наземного обслуживания позволяет оператору аэропорта быть эффективным в управлении ресурсами площадей аэровокзала.

Для повышения актуальности прогноза занятия пассажирами площадей аэровокзала выстраивается система сбора и обработки данных.

Когнитивность системы сбора и оценки данных поведения пассажира строится на оценке эмоциональных аффектов, зрительных реакциях и речевой функциональной активности.

Предлагаемая модель архитектуры способна прогнозировать поведение отдельного пассажира и выдавать прогноз времени окончания операций наземного обслуживания.

Такой способ управления временем завершения операций наземного обслуживания наделяет систему частными свойствами субсидиарного потока и дает основание управлять неопределенным поведением пассажира.

### Библиографический список

1. Малышев Н. В. Роль оператора аэропорта в создании и распределении добавленной стоимости аэропортового обслуживания потоков пассажиров / Н. В. Малышев, О. В. Бородина, Г. И. Паламарчук // *Russian journal of logistics & transport management*. — 2021. — № 6(1). С. 44–46.
2. Паламарчук Г. И. Аспекты повышения конкурентоспособности логистических услуг транспортных предприятий / Г. И. Паламарчук, В. Н. Кузьменкова // *Russian journal of logistics & transport management*. — 2020. — № 5(1). — С. 19–27.
3. Иванова Н. В. Управление производственным потенциалом предприятия с целью повышения эффективности деятельности / Н. В. Иванова // *Управление и планирование в экономике*. — 2018. — № 3(19). С. 66–68.
4. IATA. Passenger Experience & Facilitation. — URL: <https://www.iata.org/en/programs/passenger/>.
5. SITA. SITA Passenger Processing. — URL: <https://www.sita.aero/solutions/sita-at-airports/sita-passenger-processing/>.
6. Козлов А. В. Субсидиарные транспортные потоки / А. В. Козлов // *Наука и технологии железных дорог*. — 2022. — № 22(2). — С. 17–22.
7. Матушкин И. В. Применение когнитивного анализа данных из социальных сетей в авиационном маркетинге / И. В. Матушкин, О. В. Бородина // *Сборник статей и тезисов докладов XLIV Международной молодежной научной конференции. Гагаринские чтения*. — Москва — Барнаул — Ахтубинск. — С. 377–378.
8. Руководство по проектированию аэропортов местных воздушных линий / Государственный проектно-исследовательский и научно-исследовательский институт «Аэропроект». — М., 1985. — 82 с.
9. Шаталова Н. В. Иерархический метод выбора рационального варианта реконструкции автомобильных дорог вблизи населенных пунктов / Н. В. Шаталова // *Науковедение*. — 2014. — № 21(2). — С. 48.
10. Приказ Минтранса РФ от 28 июня 2007 г. № 82 «Об утверждении Федеральных авиационных правил “Общие правила воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов и требования к обслуживанию пассажиров, грузоотправителей, грузополучателей”». — URL: <https://base.garant.ru/191872/>.
11. Кугуракова В. В. Антропоморфный социальный агент с симуляцией эмоций и его реализация / В. В. Кугуракова, М. О. Таланов, Н. Р. Манахов и др. // *Russian Digital Libraries Journal*. — 2015. — № 18(5). — С. 254–268.
12. Сафандеева Ю. С. Низкоуровневая реализация модели норадреналиновой системы нейронной импульсной сети / Ю. С. Сафандеева // *Электронные библиотеки*. — 2016. — № 3(19). — С. 251–268.
13. Таланов М. О. Мемристорные эмоциональные вычисления / М. О. Таланов // *Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта*. — Казань, 2017. — С. 10.
14. Волков А. К. Применение системы регистрации движения глаз для оценки окуломоторных параметров зрительного поиска опасных предметов операторами досмотра / А. К. Волков // *Материалы Международной научно-практической конференции: Транспорт России:*



проблемы и перспективы. — СПб.: ИПТ РАН, 2017. — С. 359–363.

15. Крыжановский А. Г. К задаче оценки мотивационных и волевых тенденций операторов / Г. А. Крыжановский, В. В. Купин // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. — 2012. — № 1. — С. 54–62.

16. Аникеев Е. А. Архитектура системы управления транспортом регионального центра / Е. А. Аникеев // Моделирование систем и процессов. — 2014. — № 3. — С. 4–11.

17. Селиверстов С. А. Разработка структурной схемы когнитивной транспортной системы / Я. А. Селиверстов, А. Г. Котенко, О. Ю. Лукомская и др. // Морские интел-

лектуальные технологии. — 2021. — № 4–1(54). — С. 166–174.

Дата поступления: 02.08.2022

Решение о публикации: 16.11.2022

#### Контактная информация:

ПАЛАМАРЧУК Геннадий Иванович — канд. техн. наук; palamarchuk.67@mail.ru

БОРОДИНА Ольга Владимировна — научный сотрудник; borodinaov@gmail.com

ИВАНОВА Наталья Васильевна — канд. техн. наук; nvivanova@spbguga.ru

## Architecture of the System for Data Collection from Transducers for Behavior Monitoring of the Passenger of Airborne Transport-Logistic Junction

G. I. Palamarchuk<sup>1</sup>, O. V. Borodina<sup>2</sup>, N. V. Ivanova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

<sup>2</sup>Solomenko Institute of Transport Problems of Russian Academy of Sciences, Russian Federation, 190078, St. Petersburg, 12-th Line VO, 13

<sup>3</sup>St. Petersburg State University of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A. A. Novikov, Russian Federation, 196210, St. Petersburg, st. Pilotov, 38

**For citation:** Palamarchuk G. I., Borodina O. V., Ivanova N. V. Architecture of the System for Data Collection from Transducers for Behavior Monitoring of the Passenger of Airborne Transport-Logistic Junction // *Proceedings of Petersburg Transport University*, 2022, vol. 19, iss. 4, pp. 856–866. (In Russian). DOI: 10.20295/1815-588X-2022-4-856-866

### Summary

**Purpose:** The issues of increasing the efficiency of passengers' ground service in airborne-transport logistic junctions are considered. Ground service processes are predictable from the point of transport system theory and are normalized using time-schedule theory tools. Actions or inaction in the service processes of a passenger as a process participant introduce an accidental element into transport system. Managing passenger's initiative does not affect the predictability of the end time of ground service operations. The article proposes the description of the processes of logistic junction production activity as well as the role of passenger's behavior in ground service. Directions for the study of passenger behavior cognitive model in the frames of air-terminal structural-flowing scheme are proposed. The paper proposes predictive analytics system in the form of telematics which collects data on passenger factual behavior in airport functional areas. As a proposal to improve junction operation efficiency it is proposed to introduce passenger behavior models for the prediction of time ending of passenger ground service processes and for - at the expense of data evaluation algorithms - constituting operation process continuation. **Methods:** System general theory, cognitive transport system theory. **Results:** The architecture of the system for data collection from transducers for passenger

behavior monitoring at air terminal on the process of ground service in airborne-transport logistic junction was developed; structural-logical scheme of negative scenario occurrence, that's negative one from the point of event regularity, is given. **Practical significance:** Passenger ground service process optimization of airborne transport logistic junction.

**Keywords:** Airborne-transport logistic junction, system, airborne passenger, cognitive model, passenger ground service process, check-in structural-flowing schemes, boarding gate, architecture of data collection system on passenger service processes.

## Reference

1. Malyshev N. V., Borodina O. V., Palamarchuk G. I. Rol' operatora aeroporta v sozdanii i raspredelenii dobavlennoy stoimosti aeroportovogo obsluzhivaniya potokov passazhirov [The role of the airport operator in the creation and distribution of the added value of airport services for passenger flows]. *Russian journal of logistics & transport management* [Russian journal of logistics & transport management]. 2021, I. 6(1), pp. 44–46. (In Russian)
2. Palamarchuk G. I., Kuzmenkova V. N. Aspekty povysheniya konkurentosposobnosti logisticheskikh uslug transportnykh predpriyatiy [Aspects of increasing the competitiveness of logistics services of transport enterprises]. *Russian journal of logistics & transport management* [Russian journal of logistics & transport management]. 2020, I. 5(1), pp. 19–27. (In Russian)
3. Ivanova N. V. Upravlenie proizvodstvennym potentsialom predpriyatiya s tsel'yu povysheniya effektivnosti deyatel'nosti [Management of the production potential of the enterprise in order to improve the efficiency of activities]. *Upravlenie i planirovanie v ekonomike* [Management and planning in the economy]. 2018, I. 3(19), pp. 66–68. (In Russian)
4. IATA. Passenger Experience & Facilitation. Available at: <https://www.iata.org/en/programs/passenger/>.
5. SITA. SITA Passenger Processing. Available at: <https://www.sita.aero/solutions/sita-at-airports/sita-passenger-processing/>.
6. Kozlov A. V. Subsidiarnye transportnye potoki [Subsidiary transport flows]. *Nauka i tekhnologii zheleznikh dorog* [Science and technologies of railways]. 2022, I. 22(2), pp. 17–22. (In Russian)
7. Matushkin I. V., Borodina O. V. *Primenenie kognitivnogo analiza dannykh iz sotsial'nykh setey v aviatsionnom marketinge* [Application of cognitive analysis of data from social networks in aviation marketing]. Moscow — Barnaul — Akhtubinsk, pp. 377–378. (In Russian)
8. *Rukovodstvo po proektirovaniyu aeroportov mestnykh vozdukhnykh liniy. Gosudarstvennyy proektno-izyskatel'skiy i nauchno-issledovatel'skiy institut Aeroprojekt* [Guidelines for the design of airports of local airlines. State Design and Survey and Research Institute “Aeroproject”]. Moscow, 1985, 82 p. (In Russian)
9. Shatalova N. V. Ierarkhicheskiy metod vybora ratsional'nogo varianta rekonstruktsii avtomobil'nykh dorog vblizi naseleennykh punktov [Hierarchical method of choosing a rational variant of the reconstruction of roads near settlements]. *Naukovedenie* [Science of Science]. 2014, I. 21(2), p. 48. (In Russian)
10. *Prikaz Mintransa RF ot 28 iyunya 2007 g. № 82 “Ob utverzhdenii Federal'nykh aviatsionnykh pravil “Obshchie pravila vozdukhnykh perevozok passazhirov, bagazha, gruzov i trebovaniya k obsluzhivaniyu passazhirov, gruzootpraviteley, gruzopoluchateley”* [Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated June 28, 2007 № 82 “On Approval of the Federal Aviation Regulations “General Rules for the Air Transportation of Passengers, Baggage, Cargo and Requirements for Servicing Passengers, Consignors, Consignees”]. Available at: <https://base.garant.ru/191872/>. (In Russian)
11. Kugurakova V. V., Talanov M. O., Manakhov N. R. Antropomorfnyy sotsial'nyy agent s simulyatsiy emotsiy i ego realizatsiya [Anthropomorphic social agent with

simulation of emotions and its implementation]. *Russian Digital Libraries Journal* [Russian Digital Libraries Journal]. 2015, I. 18(5), pp. 254–268. (In Russian)

12. Safandeeva Yu. S. Nizkourovnevaya realizatsiya modeli noradrenalinovoy sistemy neyronnoy impul'snoy seti [Low-level implementation of the model of the norepinephrine system of the neural pulse network]. *Elektronnye biblioteki* [Electronic libraries]. 2016, I. 3(19), pp. 251–268. (In Russian)

13. Talanov M. O. Memristornye emotsional'nye vychisleniya [Memristor emotional calculations]. *Bespilotnye transportnye sredstva s eelementami iskusstvennogo intellekta* [Unmanned vehicles with artificial intelligence elements]. Kazan, 2017. p. 10. (In Russian)

14. Volkov A. K. *Primenenie sistemy registratsii dvizheniya glaz dlya otsenki okulomotornykh parametrov zritel'nogo poiska opasnykh predmetov operatorami dosmotra* [Application of the eye movement registration system for the assessment of oculomotor parameters of the visual search for dangerous objects by inspection operators]. St. Petersburg: IPT RAS, 2017, pp. 359–363. (In Russian)

15. Kryzhanovsky A. G., Kupin V. V. K zadache otsenki motivatsionnykh i volevykh tendentsiy operatorov [To the problem of assessing the motivational and volitional tendencies of operators]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo*

*gosudarstvennogo universiteta grazhdanskoj aviatsii* [Bulletin of the St. Petersburg State University of Civil Aviation]. 2012, I. 1, pp. 54–62. (In Russian)

16. Anikeev E. A. Arkhitektura sistemy upravleniya transportom regional'nogo tsentra [Architecture of the transport management system of the regional center]. *Modelirovanie sistem i protsessov* [Modeling of systems and processes]. 2014, I. 3. pp. 4–11. (In Russian)

17. Seliverstov S. A., Seliverstov Ya. A., Kotenko A. G. Razrabotka strukturnoy skhemy kognitivnoy transportnoy sistemy [Development of the structural scheme of the cognitive transport system]. *Morskie intellektual'nye tekhnologii* [Marine Intelligent Technologies]. 2021, I. 4–1(54), pp. 166–174. (In Russian)

Received: August 02, 2022

Accepted: November 16, 2022

**Author's information:**

Gennady I. PALAMARCHUK — PhD in Engineering, Associate Professor; palamarchuk.67@mail.ru

Olga V. BORODINA — Scientific Researcher; borodinaov@gmail.com

Natalya V. IVANOVA — PhD in Engineering, Associate Professor; nvivanova@spbguga.ru