



**ВІСНИК  
ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ  
АВТОМОБІЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**№2  
2021**

**VISNIK  
DONES'KOЇ АКАДЕМІЇ  
AVTOMOBIL'NOGO  
TRANSPORTU**

**Науковий журнал**

**Транспортні технології**

**Транспорт і двигуни внутрішнього згорання**

**Надійність і довговічність механізмів машин**

**Проектування, будівництво та експлуатація автомобільних доріг**

Виходить 4 рази на рік

Видається з січня 2004 року

Донецьк  
2021

Засновник:  
ДОНЕЦЬКА АКАДЕМІЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

*ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛУ*

Енглезі І.П., ректор Академії, к.т.н., доцент

*ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА*

Сунцов М.В., д.х.н., професор

*ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР*

Прилепський Ю.В., к.т.н., доцент

*ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:*

Балабін І.В. (Російська Федерація), Белов Ю.В., Белоусов В.В., Братчун В.І., Власов В.М. (Російська Федерація), Гасанов Б.Г. (Російська Федерація), Доля А.Г., Зирянов В.В. (Російська Федерація), Кондрахін В.П., Макаров В.А. (Республіка Білорусь), Мельнікова О.П., Міротін Л.Б. (Російська Федерація), Міщенко М.І., Паламарчук М.В., Пенчук В.О., Сіл'янов В.В. (Російська Федерація), Солнцев О.О. (Російська Федерація), Чепцов М.М., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Російська Федерація)

Рекомендовано до друку вченою радою Донецької академії транспорту Протокол № 7 від 18.03.2021 р.

**Свідоцтво про державну реєстрацію:** серія КВ № 15 936-4408 ПР від 02.12.2009 р., видане Міністерством юстиції України.

Видання зареєстровано і обробляється в міжнародних наукометричних системах РІНЦ (Російська Федерація), «Index Copernicus» (Польща), «Google Scholar».

Електронна версія видання надається у вільний доступ на власному сайті журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту», на платформі Наукової електронної бібліотеки eLibrary.ru та на сайті Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського.

Видання відображається у реферативній базі даних «Україніка наукова».

У журнал увійшли статті співробітників, магістрантів, аспірантів та докторантів Донецької академії транспорту та інших навчальних закладів

За достовірність фактів, цифр, точність імен та прізвищ несуть відповідальність автори статей.

Матеріали номера друкуються мовою оригіналу

Видавець:

ПП «Рекламно-видавнича фірма  
«Молнія» Адреса: вул. Октябрю, 22 а,  
м. Донецьк, 83030

Адреса  
засновника та  
редакції:

пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086  
тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua,  
rector@diat.edu.ua; сайт журналу: <http://journal.diat.edu.ua/>

Видання публікується з 2004 р.:

2004-2009 рр. – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту  
з 2009 р. – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту



**ВЕСТНИК  
ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ  
АВТОМОБИЛЬНОГО  
ТРАНСПОРТА**

**№2  
2021**

**VESTNIK  
DONESKOJ AKADEMII  
AVTOMOBIL'NOGO  
TRANSPORTA**

**Научный журнал**

**Транспортные технологии**

**Транспорт и двигатели внутреннего сгорания**

**Надежность и долговечность механизмов машин**

**Проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог**

Выходит 4 раза в год

Издается с января 2004 года

Донецк  
2021

Учредитель:  
ДОНЕЦКАЯ АКАДЕМИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

*ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА*                      Энглези И.П., ректор Академии, к.т.н., доцент  
*ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА*       Сунцов Н.В., д.х.н., профессор  
*ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ*                 Прилепский Ю.В., к.т.н., доцент

*ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:*

Балабин И.В. (Российская Федерация), Белов Ю.В., Белоусов В.В., Братчун В.И., Власов В.М. (Российская Федерация), Гасанов Б.Г. (Российская Федерация), Доля А.Г., Зырянов В.В. (Российская Федерация), Кондрахин В.П., Макаров В.А. (Республика Беларусь), Мельникова Е.П., Миротин Л.Б. (Российская Федерация), Мищенко Н.И., Паламарчук Н.В., Пенчук В.А., Сильянов В.В. (Российская Федерация), Солнцев А.А. (Российская Федерация), Чепцов М.Н., Шамота В.П., Шатров М.Г. (Российская Федерация)

Рекомендовано к печати ученым советом Донецкой академии транспорта Протокол № 7 от 18.03.2021 г.

**Свидетельство о государственной регистрации:** серия КВ № 15 936-4408 ПР от 02.12.2009 г., выдано Министерством юстиции Украины.

Издание зарегистрировано и обрабатывается в международных наукометрических системах РИНЦ (Российская Федерация), «Index Copernicus» (Польша), «Google Scholar».

Электронная версия издания предоставляется в свободный доступ на собственном сайте журнала «Вестник Донецкой академии транспорта», на платформе Научной электронной библиотеки eLibRARY.ru и на сайте Национальной библиотеки Украины имени В.И. Вернадского.

Издание отображается в реферативной базе данных «Україніка наукова».

В журнал вошли статьи сотрудников, магистрантов, аспирантов и докторантов Донецкой академии транспорта и других учебных заведений

За достоверность фактов, цифр, точность имен и фамилий несут ответственность авторы статей.

Материалы номера печатаются на языке оригинала

Издатель:    ЧП «Рекламно-издательская фирма  
  «Молния» Адрес: ул. Октября, 22 а, г.  
  Донецк, 83030

Адрес   пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086  
учредителя и                                        тел.: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua,  
редакции:   rector@diat.edu.ua; сайт журнала: <http://journal.diat.edu.ua/>

Издание публикуется с 2004 г. :  
2004-2009 гг. – Вестник Донецкого института автомобильного транспорта  
с 2009 г. – Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта



**BULLETIN  
OF THE DONETSK  
ACADEMY  
OF AUTOMOBILE  
TRANSPORT**

**№2  
2021**

**Scientific journal**

**Transport technology**

**Transport and internal combustion engines**

**Reliability and durability machines mechanisms**

**Design, construction and operation of roads**

Published every three months

Founded in January 2004

Donetsk  
2021

Founder:  
DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT

<i>EDITOR-IN-CHIEF</i>	Englezi I.P., Rector of the Academy, Candidate of Engineering Sciences, Docent
<i>DEPUTY CHIEF EDITOR</i>	Suntsov M.V., Doctor of Chemical Sciences, professor
<i>EXECUTIVE SECRETARY</i>	Prilepsky Yu.V., Candidate of Engineering Sciences, Docent

*EDITORIAL BOARD MEMBERS:*

Balabin I.V. (Russian Federation), Belov Y.V., Belousov V.V., Bratchun V.I., Vlasov V.M. (Russian Federation), Gasanov B.G. (Russian Federation), Dolya A.G., Zyryanov V.V. (Russian Federation), Kondrahin V.P., Makarov V.A. ( Republic of Belarus), Melnikova O.P., Mirotin L.B. (Russian Federation), Mishchenko N.I., Palamarchuk N.V., Penchuk V.A., Silyanov V.V. (Russian Federation), Solntsev A.A. (Russian Federation), Cheptsov M.M., Shamota V.P., Shatrov M.G. (Russian Federation)

Recommended for publication by the Academic Council of Donetsk Academy of Transport Protocol number 7 of 18.03.2021

**State registration certificate:** series number KV №15 936-4408 PR from 02.12.2009, Issued by the Ministry of Justice Ukraine

Magazine is registered and processed in the international scientometric systems RINTS (Russian Federation), «Index Copernicus» (Poland), "Google Scholar».

The electronic version of of edition is provided free access to their own online journal "Bulletin of Donetsk Academy of Automobile Transport" on the platform of the Scientific Electronic Library Online eLibrary.ru and the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky.

The publication appears in a summary database "Ukrainika science."

The magazine includes articles staff, undergraduates, postgraduates and doctoral Donetsk Academy of Transport and other educational institutions.

The reliability of the facts, numbers accuracy of the names are responsible the authors papers.

Materials of number are printed by the language of original

Publisher: PE "Advertising and Publishing Company"  
Molniya " Address: Str. Oktyabrya, 22 a,  
Donetsk, 83030

Address founder and editorial: ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086  
Tel .: +38 (062) 345-21-90; e-mail: nauka@diat.edu.ua,  
rector@diat.edu.ua; Website Magazine: <http://journal.diat.edu.ua/>

Edition is being published since 2004:

- |            |   |
|------------|---|
| 2004-2009  | – Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту |
| since 2009 | – Вісник Донецької академії автомобільного транспорту   |

# ЗМІСТ

## Транспортні технології

Золкін А.Л., Чистяков М.С., Буштрук Т.Н., Лі.Б. <b>Розробка алгоритму, забезпечуючого якісне планування оперативного графіка руху залізничного транспорту</b> .....	10
Жардемкизи С., Марина К. <b>Вплив глобалізації на авіагрузо перевезення</b> .....	21
Жардемкизи С., Тетяна З. <b>Нові тенденції в авіаційній промисловості та їх впровадження</b> .....	24
Глинський В.А., Гераськіна М.Ю. <b>Перетворення формату термінально-мережєвих мультимодальних перевезень в логістичну систему фізичного інтернету</b> .....	28
Боровков А.О. <b>Впровадження елементів системи інтернету речей в транспортній галузі</b> .....	40
<b>Правила подання та оформлення статей</b> .....	45
<b>Порядок рецензування статей</b> .....	47



## СОДЕРЖАНИЕ

### Транспортные технологии

Золкин А.Л., Чистяков М.С., Буштрук Т.Н., Ли Б., <b>Разработка алгоритма, обеспечивающего качественное планирование оперативного графика движения железнодорожного транспорта</b> .....	10
Жардемкызы С., Марина К. <b>Влияние глобализации на авиагрузоперевозки</b> .....	21
Жардемкызы С., Татьяна З. <b>Новые тенденции в авиационной отрасли и их реализация</b> .....	24
Глинский В.А., Гераськина М.Ю. <b>Преобразование формата терминально-сетевых мультимодальных перевозок в логистическую систему физического интернета</b> .....	28
Боровков А.О. <b>Внедрение элементов системы интернета вещей в транспортной отрасли</b> .....	40
<b>Правила представления и оформления статей</b> .....	45
<b>Порядок рецензирования статей</b> .....	47



# CONTENTS

## Transport technology

Zolkin A.L., M.S. Chistyakov, T.N. Bushtruk, Li Baochen. <b>Development of an algorithm that ensures high-quality planning of the operational schedule of railway traffic</b> .....	10
Saltanat Zhardemkyzy, Marina Kalekeyeva <b>Impact of globalization on air cargo transportation</b> .....	21
Saltanat Zhardemkyzy, Tatyana Zlunyayeva <b>New trends in aviation industry and its implementation</b> .....	24
Glinsky V. A., Geraskina M. Yu. <b>Transformation of the format of terminal-network, multimodal transportations into the logistics system of the physical Internet</b> .....	28
Borovkov A.O. <b>Implementation of elements of the internet of things in the transport industry</b> .....	40
<b>Submission rules and guidelines</b> .....	45
<b>The order of reviewing articles</b> .....	47

УДК 656.2.08: 681.325.5

**ЗОЛКИН А.Л., к.т.н., доц.,**  
*Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,*  
*г. Самара, Россия;*  
**ЧИСТЯКОВ М.С., научный сотрудник,**  
*Владимирский филиал Российского университета кооперации, г. Владимир, Россия;*  
**БУШТРУК Т.Н., к.т.н., доц.,**  
*Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия;*  
**ЛИ Б., студент,**  
*Инженерная школа новых производственных технологий,*  
*Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО КАЧЕСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

*В работе проведена программная реализация модуля оценки принятых планировщиком решений для планирования оперативного графика движения железнодорожного транспорта. Главной его частью является алгоритм принятия решений, разработанный на основе методов Electre и принципах попарного сравнения альтернатив. Среди дальнейших направлений развития разработанного модуля можно выделить следующие: детальное объяснение принимаемых решений, поиск наилучших вариантов траекторий поездов и предложение их диспетчеру, расширение списка критериев и добавление функции гибкой настройки их весов, построение общей функции удовлетворенности агентов и возможность ее корректировки в зависимости от целей решаемой задачи. Главным итогом исследования является заключение о применимости методов классической теории принятия решений к задаче планирования расписаний движения железнодорожного транспорта и получение положительных результатов после их внедрения в реальную систему планирования.*

**Ключевые слова:** *экспертные системы, модуль оценки, запрос, диспетчер, диаграмма состояний, алгоритм, список критериев.*

### **Постановка задачи**

Экспертные системы как обособленное направление в исследованиях по искусственному интеллекту сформировалось примерно в 80-х годах прошлого века [1]. Данные исследования заключались в разработке программного обеспечения, способного заменить квалифицированного эксперта при решении сложных задач. В настоящий момент все чаще экспертные системы используются на различных этапах проектирования и планирования работы производства, а также они абсолютно незаменимы при автоматизации анализа больших объемов данных. Одним из самых простых и популярных среди них является метод аналитической иерархии, разработанный американским математиком Томасом Саати в 70-х годах прошлого столетия [2].

### **Цель работы**

В зависимости от постановки задачи и ее целей, оценки лица, принимающего решения, можно представить в виде критериев оптимальности. Тогда появляется возможность использовать методы многокритериальной теории полезности [3, 4]. Если же нет необходимости или возможности получить точную оценку по заданному набору критериев,

но известны допустимые пределы ее изменения, то наиболее подходящим и эффективным может оказаться один из методов ELECTRE или их комбинации [4].

### Основная часть

Одной из основных проблем в поставленной задаче является большой объем требований. На данном этапе развития системы ИСУЖТ общий список требований, предъявляемых к планировщику, состоит из 48 пунктов, из них 31 задается параметрами системы и должен выполняться в процессе планирования. Для упрощения исследования, сгруппируем требования по следующим признакам:

- Безопасность движения поездов;
- Диспетчерское управление движением;
- Безопасность движения на перегонах;
- Последствия диспетчерского управления и нештатных ситуаций;
- Безопасность движения на станциях;
- Требования планирования движения поездов не из нормативного графика движения (подходов);

В итоге получилось 6 групп правил:

- Общие правила;
- Правила обработки нештатных ситуаций;
- Правила минимизации отклонений от графика;
- Правила минимизации смены путей;
- Правила планирования стоянок;
- Правила планирования подходов;

Для наиболее точного определения величины штрафа за нарушение какого-либо требования сформированы две дополнительные группы правил [5]:

1. Сравнение групп правил – позволяет определить относительный вес каждой группы;
2. Собственный вес помех – позволяет определить влияние различного вида помех на общий план движения.

Для определения веса каждого правила проведен опрос экспертов, которыми являются диспетчеры Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», и выставлены оценки методом попарных сравнений. Экспертам предлагалось оценить во сколько раз правило, расположенное в строке таблицы, превосходит по важности правило в столбце и на пересечении выставить оценку. Для наглядности данной процедуры схема выставления оценок приведена в табл. 1.

Таблица 1

### Схема выставления экспертных оценок

	П1	П2	П3
П1	***	П1/П2	П1/П3
П2	П2/П1	***	П2/П3
П3	П3/П1	П3/П2	***

Вес каждого правила, независимо от группы, определялся по следующему алгоритму:

1. Оценки, выставленные в виде простых дробей, приводятся к десятичному виду для

удобства дальнейших расчетов;

2. Подсчитывается сумма в каждой строке таблицы и записывается в отдельный столбец;  
3. Полученная строчная сумма нормируется таким образом, чтобы общая сумма значений в этом столбце была равна 1. Это достигается делением каждой строчной суммы на сумму всего столбца;

4. Новые полученные значения являются оценками альтернатив по критерию "Важность" и могут использоваться в дальнейшей работе как веса правил;

#### **Разработка алгоритма работы модуля оценки. Выработка критериев оценки**

Модуль оценки КРІ представляет собой класс с реализацией методов Electre и несколько вспомогательных классов, реализующих модель данных [6,7]. Диаграмма классов модуля оценки КРІ выглядит следующим образом (см. рис.1).

Класс Rule представляет собой реализацию объекта правила в данной системе и имеет следующие свойства:

- description – описание правила в формате текстовой строки на русском языке
- relationsList – содержит список экспертных оценок
- ruleGroupName – определяет принадлежность объекта к конкретной группе правил
- method - содержит объект Method и выполняет проверку условия, реализующего правило в программном коде
- alternativeName – описание правила в формате текстовой строки на английском языке
- valueWeight – вес правила, полученный при проверке условия
- resultChecking – результат проверки условия

Экземпляр класса Rule создается для каждого правила из списка требований. Логическим обобщением всех объектов типа Rule, находящихся в системе, является экземпляр класса RuleStorage [8].

Класс RuleStorage представляет собой логический контейнер для хранения всех имеющихся правил. В данном классе реализованы следующие свойства:

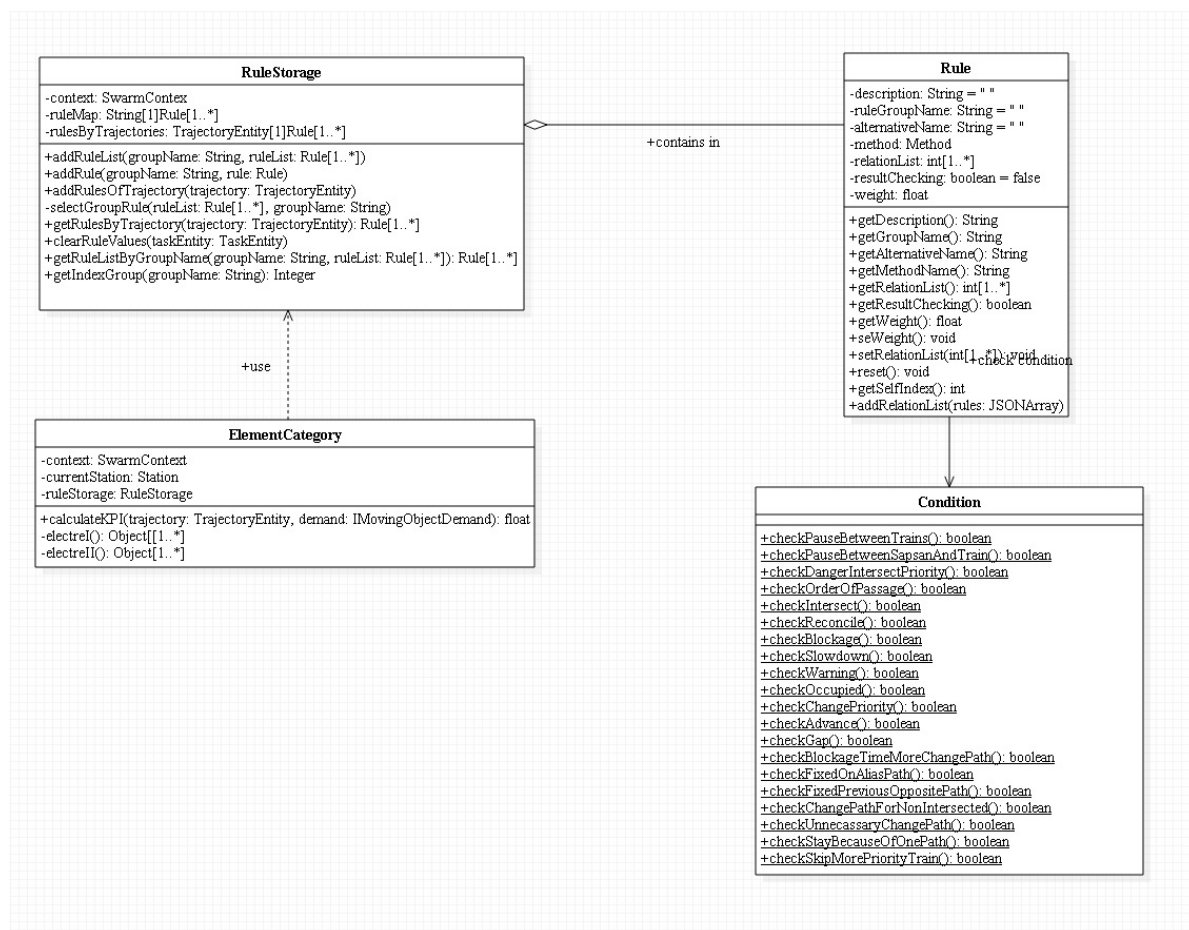
- context – общее хранилище объектов системы. Позволяет получить доступ ко всем объектам, находящимся в системе в данный момент.
- ruleMap – структура данных, представляющая собой набор парных сущностей типа <Ключ, Значение>. В поле Ключ содержится название группы правил, в поле Значение – список объектов типа Rule
- rulesByTrajectory – структура, аналогичная ruleMap. В поле Ключ содержится объект траектории, выбранной агентом поезда. В поле Значение содержится список проверенных правил.

Экземпляр класса RuleStorage также является интерфейсом, через который агенты планировщиков могут получить доступ к объектам правил и произвести необходимые действия [9].

Отдельно стоящей сущностью является класс Condition. Он не имеет никаких свойств, но предоставляет статический доступ к реализации правил. Все методы, находящиеся в этом классе являются статическими и вызываются рефлексивно через метод runMethod(), расположенный в классе Rule.

«Мозговым центром» модуля оценки является класс ElementCategory, предоставляющий доступ к методам, реализующим алгоритмы принятия решений. Данный класс имеет несколько полей:

- context – объект внутреннего контекста системы. Имеет тот же смысл, что и в классе RuleStorage.



- currentStation – содержит информацию для траекторного планировщика о том, для проезда по какой станции в данный момент ведется расчет.

- ruleStorage – ссылка на объект RuleStorage для получения информации о загруженных в систему правилах.

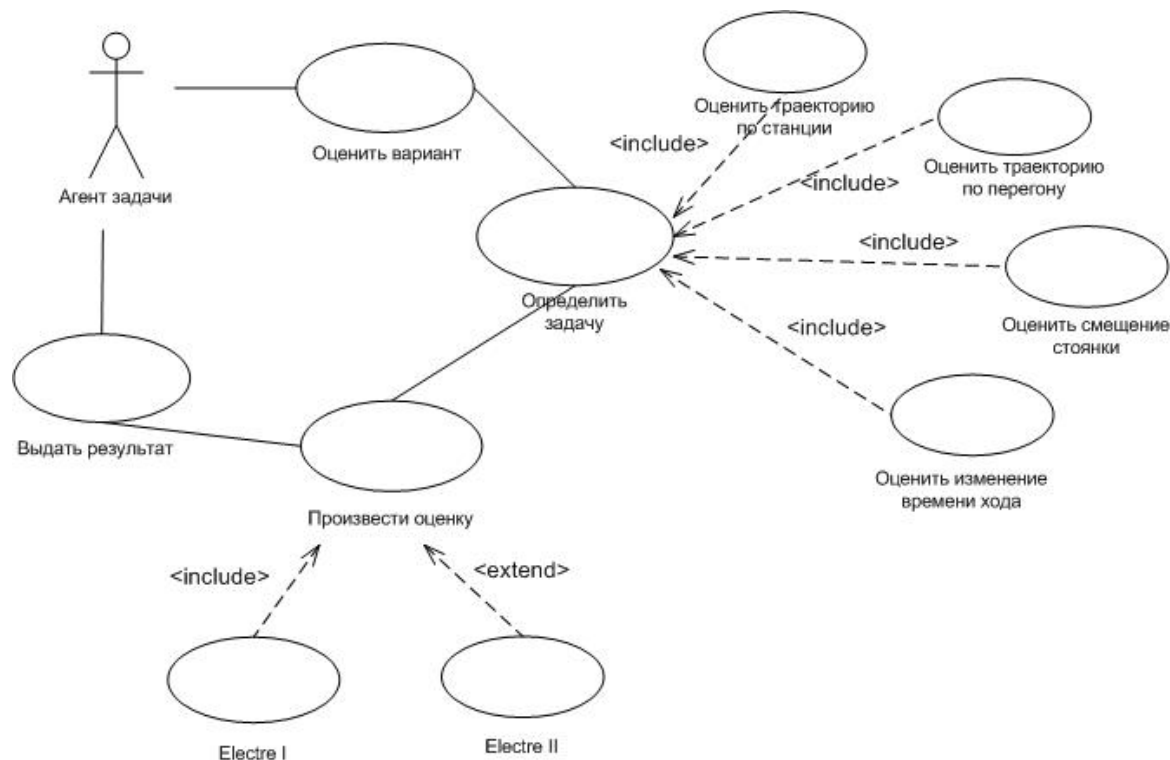
Все расчеты в данной работе произведены с использованием J2SE, а визуализация результатов основана на технологии Swing. Визуализация графиков реализована с использованием компонентов библиотеки JFreeChart. Функций, предоставляемых стандартными пакетами Java API, такими как java.lang и java.util, достаточно для реализации всех необходимых вычислений. Работа с различными типами списков построена на стандартных методах класса Collection. Основными элементами для отображения результатов работы модуля в процессе планирования являются стандартные java beans компоненты, реализованные в пакете java.swing. Входные данные для модуля оценки описаны в JSON-формате и обрабатываются с помощью библиотеки с открытым исходным кодом JSON-Simple. Ниже представлен пример описания правил в формате JSON:

```

{
  "0": {
    "ruleGroupName": "commonRule",
    "alternativeName": "Выполнение общих критериев",
    "components": [
      {
        "ruleName": "Несоблюдение интервала движения попутных поездов",
        "method": "checkPauseBetweenTrains",
        "values": [0, 1, 0.14, 5, 0.14, 0.14]
      }
    ]
  }
}
  
```

```
"ruleName": "Несоблюдение интервала движения для пропуска ВСП",  
"method": "checkPauseBetweenSapsanAndTrain",  
"values": [1, 0, 1, 5, 0.33, 0.2]  
}  
}
```

Схема взаимодействия модуля оценки и агента задачи, соответствующему любому из уровней планирования, приведена на рис. 2. Данная схема также представляет собой диаграмму вариантов использования.



**Рис. 2. Диаграмма вариантов использования**

Модуль оценки используется разными уровнями планирования, но общий сценарий использования и протокол обмена сообщениями не меняется.

На данном этапе разработки системы взаимодействие планировщиков с модулем оценки происходит через публичный интерфейс класса `ElementCategory`, представленного на рис. 1.

При получении запроса от какого-либо агента, агент оценки определяет на каком этапе находится процесс планирования, чтобы понять, какая именно информация необходима ему для расчетов [10]. Далее, происходит обращение непосредственно к методу оценки. Полученный результат возвращается агенту, отправившему запрос, и агент оценки переходит в состояние ожидания следующей заявки. В каждый момент времени модуль оценки обрабатывает заявки только одного планировщика.

Подробная диаграмма последовательности вызовов при взаимодействии агента задачи каждого из уровней и модуля оценки приведена на рис. 3.

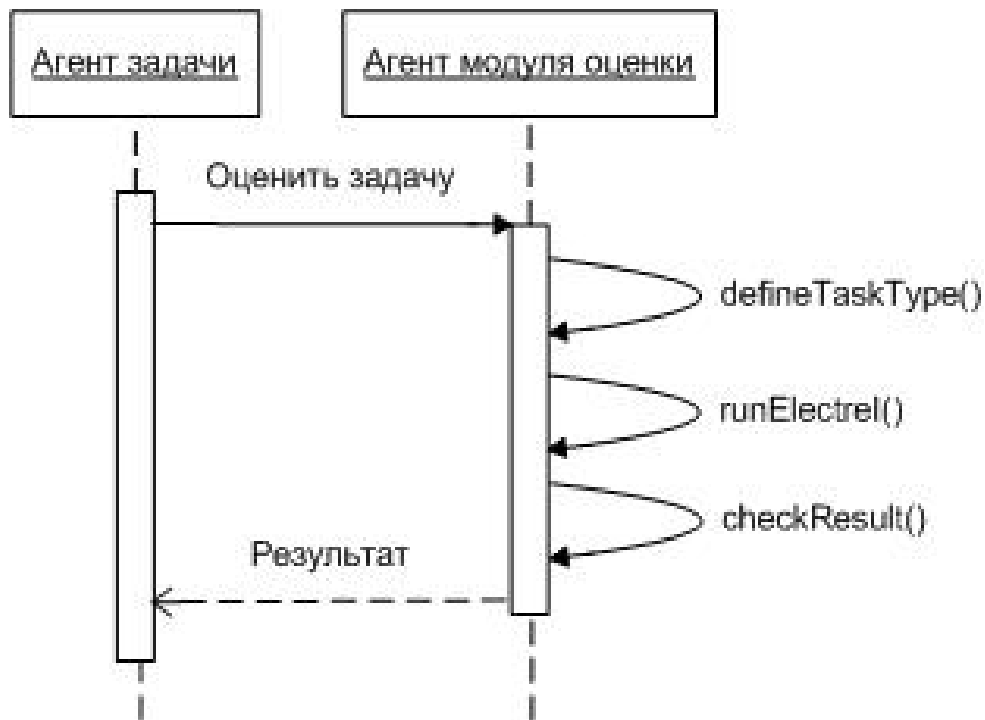


Рис. 3. Диаграмма последовательности действий

Необходимо добавить, что диаграмма рис. 3 является исчерпывающей и демонстрирует полную итерацию расчета оценки выбранного маршрута. При наличии большого числа помех в графике движения или в силу высокой загруженности полигона в целом данный цикл повторяется до тех пор, пока не будет построено бесконфликтное расписание для всех поездов на всех участках, либо, в самом плохом случае, пока не будет превышен лимит итераций. Последнее условие необходимо для большей уверенности, что диспетчер в любом случае сможет дождаться ответа планировщика и ему не придется аварийно останавливать работу системы.

При поступлении запроса на построение траектории от агента поезда, генерируется новая строка расписания, соответствующая нормативному расписанию. Далее, запрос с уточненными данными о требуемом участке маршрута передается в траекторный слой.

В нем создается новый агент станции или перегона (PlacementAgent), в задачи которого входит поиск всех возможных маршрутов движения по выбранному участку. На этапе поиска из дальнейшего рассмотрения отсеиваются заведомо тупиковые маршруты, если это не конечная станция расписания. В итоге, на выходе получается список выполнимых маршрутов, которые необходимо оценить более детально.

Далее, агент траекторного слоя производит обход полученного списка и отправляет запросы на оценку каждой траектории в модуль оценки.

Агент модуля оценки запрашивает из общего контекста системы список требований, которые необходимо учесть при обработке запроса данного типа и запускает процедуру проверки условий. После этого подсчитывается суммарный вес по каждому нарушению для каждой траектории и далее начинает работать алгоритм, разработанный на основе метода Electre I.

### Диаграмма состояний и алгоритм принятия решений

В работе модуля оценки можно выделить два основных состояния: ожидание и активность. В состоянии активности происходит обработка проверки полученного запроса, проверка выполнения требований, то есть оценка варианта, и формирование ответного сообщения.

В состоянии формирования ответа агент модуля обрабатывает оценки, выставленные для каждого блок-участка траектории, и выставляет суммарную оценку выбранного пути с учетом веса каждой группы нарушенных требований. Диаграмма состояний представлена на рис. 4.

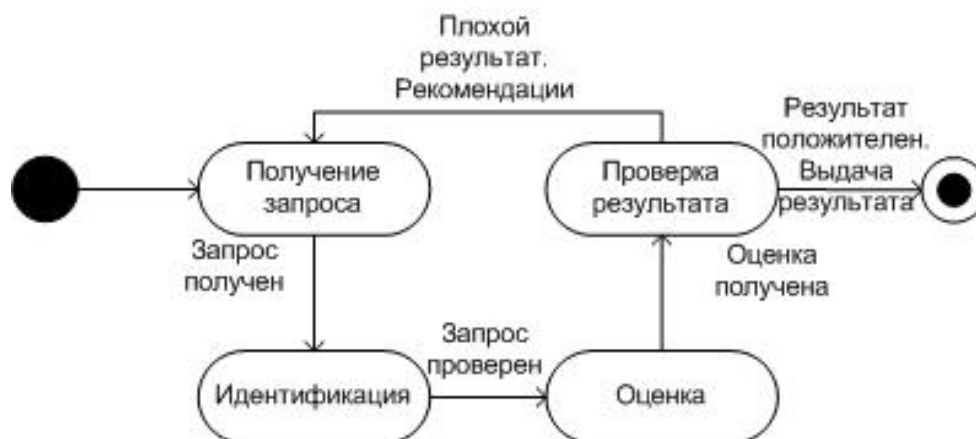


Рис. 4. Диаграмма состояний модуля оценки

При получении запроса от агента задачи, модулю необходимо понять оценку каких именно требований от него ожидают. Поэтому следующим состоянием модуля является идентификация запроса.

При идентификации запроса также проверяется его корректность, а именно наличие необходимых для работы данных, их полнота и доступность на момент поступления запроса [11]. При нарушении одного из условий, агенту задачи посылается обратное сообщение о невозможности выполнить оценку в данный момент.

Следующее состояние – непосредственно, оценка. В зависимости от типа задачи, оцениваться могут изменения в расписании поезда или возможные траектории проследования по участкам полигона. В первом случае учитываются также помехи, которые измененное расписание создаст для других поездов, и если стоимость разрешения новых конфликтов больше, чем нарушение некоторых правил в текущей задаче, то оценка будет в пользу нарушений.

Далее, процесс переходит в состояние оценки полученного результата. В конечном счете, модуль должен не просто вычислить оценку предложенного ему варианта построения плана, а вынести какое-то решение о его дальнейшем рассмотрении. Если вычисление происходило по методу Electre I, то результатом будет лучший из имеющихся вариантов. Если же оценить задачу первым способом не получилось, то будет запущена его модификация - метод Electre II.

В качестве первого метода принятия решений выбран алгоритм на основе метода Electre I, блок-схема которого приведена на рис. 5.

Основной частью алгоритма, проиллюстрированного на данной схеме, является внешний двойной цикл по элементам переданного методу списку траекторий. Необходимость двойного цикла обусловлена тем, что при расчетах должна рассматриваться сразу пара траекторий, а не каждая по отдельности (см. рис. 6).







После входа в первый цикл происходит инициализация внутренних счетчиков для последующего сравнения альтернатив.

В третьем цикле обход идет по списку критериев. Для каждого критерия из переданной карты <траектория-список правил> запрашивается его вес, полученный на предыдущих этапах расчета. Если вес критерия одной альтернативы превосходит вес этого же критерия для другой, то первая альтернатива считается лучшей и происходит увеличение счетчика *more*. Если значения весов критериев по обоим альтернативам равны, то увеличивается значение счетчика *equals*, в противном случае увеличивается счетчик *low*. После сравнения текущей пары альтернатив по всем критериям принимается решение о дальнейшем рассмотрении одной из них. Если траектория получила положительных оценок, чем отрицательных, то она добавляется в список "хороших" траекторий, иначе - попадает к "плохим".

### **Выводы**

Таким образом, в работе по завершению работы основной части алгоритма на выходе сформированы два списка вариантов. Если Список "хороших" альтернатив оказывается пуст, то в основной метод модуля оценки возвращается сообщение о том, что не удалось выбрать подходящую траекторию, и дальше запускается либо алгоритм, основанный на методе Electre II, либо перепланирование на уровне нитевого планировщик. При положительном исходе обработки управляющему методу возвращается список лучших траекторий

Отличие алгоритма на базе Electre II заключается в наличии допустимых диапазонов значений. Т.е., если до этого жестко сравниваются оценки критериев, то в этом варианте необходимо проверить в какой диапазон значений попадает оценка критерия и исходя из этого определяется траектория к "плохим" или "хорошим".

Среди дальнейших направлений развития разработанного модуля можно выделить следующие: детальное объяснение принимаемых решений, поиск наилучших вариантов траекторий поездов и предложение их диспетчеру, расширение списка критериев и добавление функции гибкой настройки их весов, построение общей функции удовлетворенности агентов и возможность ее корректировки в зависимости от целей решаемой задачи.

### **Список литературы**

1. Авсиевич А.В., Золкин А.Л., Буштрук А.А. Интерпретация данных технологического процесса на основе предиктивных методов при формировании стратегических алгоритмов управления// В сборнике: Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. – Самара: СамГУПС, 2021. – С. 164-170.
2. Vasilev, V.L.; Gapsalamov, A.R.; Akhmetshin, E.M.; Bochkareva, T.N.; Yumashev, A.V.; Anisimova, T.I. (2020) Digitalization peculiarities of organizations: A case study. *Entrep. Sustain. Issues*, 7, 3173-3190.
3. Zolkin A.L., Domracheva E.A., Losev A.N., Avdeev Yu.M. Use of the modern information technologies for continuous monitoring of transport infrastructure// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall., Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. P. 12094. DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012094
4. Zolkin A.L., Aygumov T.G., Aygumov K.G., Malikov V.N. Features of application of informational networks in the field of transport infrastructure// *Journal of Physics: Conference Series*. 2. Сер. "II International Scientific Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering - Cybernetics and IT" 2020. p. 042013. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/4/042013
5. Zolkin A.L., Faizullin R.V., Dragulenko V.V. Application of the modern information technologies for design and monitoring of business processes of transport and logistics system// *Journal of Physics: Conference Series*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2020. p. 32083. DOI: 10.1088/1742-6596/1679/3/032083

6. Гридина Д.В., Зайцев К.А., Золкин А.Л. Исследование значения управления взаимоотношениями с клиентами на конкурентном рынке логистических услуг// Вестник транспорта Поволжья. – Самара: СамГУПС, 2020. № 6 (84). С. 46-52.

7. Золкин А.Л., Козловская А.И. Особенности проектирования бизнес-процессов в транспортно-логистической системе: возможности современных информационных технологий// Наука и образование транспорту. – Самара: СамГУПС, 2020. № 1. С. 190-192.

8. Федотов К.Е., Золкин А.Л. Конвергенция информационных и транспортных сетей// Наука и образование транспорту. – Самара: СамГУПС, 2020. № 2. С. 59-63.

9. Золкин А.Л., Кленюшин Д.С. Сравнительный анализ показателей работы систем ИХ АВГД и КАС АНТ (КАСАТ) в ОАО "РЖД" и пути повышения надежности их работы// Наука и образование транспорту. – Самара: СамГУПС, 2019. № 1. С. 24-29.

10. Бурухин П.Д., Золкин А.Л. Перспективы развития и внедрения технологии «умных» устройств// Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий. Сборник материалов VII Международной научно-практической очно-заочной конференции. Оренбург, 2021. С. 29-39.

**Золкін А.Л., Чистяков М.С., Буштрук Т.Н., Лі.Б. Розробка алгоритму, забезпечуючого якісне планування оперативного графіка руху залізничного транспорту**

*Анотація.* В роботі проведена програмна реалізація модуля оцінки прийнятих планировщиком рішень для планування оперативного графіка руху залізничного транспорту. Головною його частиною є алгоритм прийняття рішень, розроблений на основі методів Electre і принципів парного порівняння альтернатив. Серед подальших напрямків розвитку розробленого модуля можна виділити наступні: детальне пояснення прийнятих рішень, пошук найкращих варіантів траєкторій поїздів і пропозиція їх диспетчеру, розширення списку критеріїв і додавання функції гнучкої налаштування їх ваг, побудова загальної функції задоволеності агентів і можливість її коректування в залежності від цілей розв'язуваної задачі. Головним результатом дослідження є висновок про застосуваність методів класичної теорії прийняття рішень до задачі планування розпису руху залізничного транспорту і отримання позитивних результатів після їх впровадження в реальну систему планування.

**Ключові слова:** експертні системи, модуль оцінки, запит, диспетчер, діаграма станів, алгоритм, список критеріїв.

**Zolkin A.L., M.S. Chistyakov, T.N. Bushtruk, Li Baochen. Development of an algorithm that ensures high-quality planning of the operational schedule of railway traffic**

*Abstract.* The work carried out a program implementation of the module for evaluating decisions made by the planner for planning the operational schedule of railway traffic. Its main part is the decision algorithm, developed on the basis of Electre methods and the principles of pairwise comparison of alternatives. Among the further directions of development of the developed module are the following: a detailed explanation of the decisions taken, the search for the best options for train trajectories and their proposal to the dispatcher, the expansion of the list of criteria and the addition of the function of flexible adjustment of their weights, the construction of a general agent satisfaction function and the possibility of its adjustment depending on the goals of the task to be solved. The main result of the study is a conclusion on the applicability of the methods of classical decision-making theory to the task of planning railway traffic schedules and obtaining positive results after their introduction into the real planning system.

**Keywords:** expert systems, evaluation module, query, dispatcher, state diagram, algorithm, list of criteria.

УДК 811.111

*SALTANAT ZHARDEMKYZY, senior teacher; MARINA KALEKEYEVA, senior teacher  
Civil Aviation Academy, Kazakhstan*

## IMPACT OF GLOBALIZATION ON AIR CARGO TRANSPORTATION

*This article deals with new directions in air cargo transportation and discusses the role of innovative technologies in it. The transport policy of developed and most developing countries is aimed at increasing the competitiveness of national transport operators in international markets and promoting their interests in the framework of bilateral and multilateral negotiation processes in the field of transport.*

**Key words:** *transport, logistics, transport policy, direction, IATA, airfreight.*

Globalization in the world space contributes to the formation of more complex supply chains and the creation of their new configurations, and this, in turn, requires the introduction of new approaches to doing business and choosing the optimal supply chain strategy. In the current conditions of the development of the global economy, the importance of international cargo transportation is constantly increasing to ensure the smooth functioning of international trade in goods, as well as supplying modern production and distribution systems. The decisive role in improving the quality of the process of improving the transportation management system is played by the choice of the direction of improving transport services and the method of improvement. It is based primarily on improving the performance of vehicles. This implies the need to analyze the possible values of this indicator for different variants of real conditions. The current situation in the air cargo market is characterized by a significant reduction in the volume of transported goods, which is associated with the global economic crisis, as well as a number of factors that negatively affect the dynamics of demand for air transportation. Among these factors, one can note the increased competition from other modes of transport (in particular, sea transport), the instability of fuel prices, and tightening environmental requirements. In such conditions, it is important for airlines to strive for maximum cost reduction and building a development strategy taking into account modern specifics. Organizational innovations, new forms of cooperation and organization of the transportation process, the introduction of achievements in the field of information technology to optimize the delivery of goods by air and meet customer needs in parallel with reducing costs are of particular importance.

Air transport today is one of the most dynamically developing modes of transport, its importance in the global transport system is constantly growing.

Regardless of the geographical location of states air freight allow them to have fast and reliable access to remote markets and global supply chains. This is crucial for implementation. best international business practices, including operational inventory management and release products to order.

Air freight is an effective factor stimulate economic progress in developing countries as they connect markets in different continents. Costly transported around the world electronic equipment and perishable goods, for example food and flowers, which allows you to save workers places and ensure sustainable economic growth in regions that benefit from such trade.

Air cargo transportation is in demand under any economic conditions, due to the high speed of delivery, low costs, reliable transportation and minimal risks of theft and loss of cargo [1].

World air transportation has an important place in the system of goods circulation. The current stage of their development is characterized by a constant increase in traffic volumes. This growth is due to the expansion of international trade in highly processed goods and scientific products, the prices of which are not significantly affected by high aviation tariffs. This is also due to the increased requirements of cargo owners to the speed of transportation and the safety of cargo in transit. Air transport is actively used in international mixed traffic using modern technologies, in particular, when transporting goods in containers. The leading types of cargo aircraft in the world are the Boeing 747

and DC-8 cargo models. The transport aviation of Russia and the CIS countries is also starting to enter the world freight transport markets. Models such as AYa-124 (Ruslan) and AN-225 (Mriya) have no equal in the world in terms of carrying capacity and cargo capacity. These aircraft can carry heavy and oversized cargo, which is a very valuable service in the international transport markets [3].

Air transport companies, in a highly competitive environment, are making significant efforts to reduce their costs, in particular through the optimal mix of modes of transport in the intermodal chain, where the involvement of long-distance air transport can lead to lower total costs. Thus, in some directions, mixed air-sea transportation reduces transport costs in comparison with pure air transportation by 50%, and in comparison, with direct sea transportation - by 75%. An important reserve for reducing transport costs in managing the delivery of foreign trade goods in mixed traffic is a clear interaction and coordination of the work of all modes of transport and transport market entities using modern computer technologies.

Cargo delivery chains, processes for moving shipments from the departure point to the destination is often complex and are subject to many regulatory requirements, especially when it comes to international air travel.

Air cargo varies significantly in its physical and cost characteristics. Point of dispatch and delivery can be anywhere on earth ball, and in most cases, these are goods sent from seller to buyer or from shipper to the consignee.

Air cargo transportation is regulated by several categories of laws: rules for passenger and cargo transportation, state. acts: licensing and certification rules, codes, laws, federal air transportation rules. The Warsaw Convention for the Unification of Air Carriage Rules and the Chicago Convention on International Civil Aviation and a number of ICAO instruments are legally binding. These documents are used to form detailed and complex rules for air cargo transportation. The company not only monitors that all rules are observed, but also draws up the necessary documents, including customs declarations, shipping documents and invoices [2].

So, the transition to electronic document technology should transform the global air cargo industry, but requires significant implementation effort. Air freight plays an essential role in global business. According to IATA, despite the fact that the share of air cargo transportation accounts for only 2%, and almost all the rest of the cargo traffic is transported by sea, the share of the cost of air cargo in international transportation is 35%. The transition to electronic document management in air freight (e-freight) promises the industry great benefits. Unlike passenger transportation, where, in principle, you can get by with one e-ticket (however, it still turns out that this is not enough, and now IATA is promoting the standard of an electronic multifunctional document - EMD), freight transportation is associated with a much more complex document flow. But the result promises to be significant: you can get rid of about 20 paper documents, and in general, according to IATA estimates, the transition to the electronic format will save the industry up to 4.9 billion dollars annually.

E-Freight provides many advantages, especially important in today's difficult conditions for air cargo transportation.

**Reduced Costs:** The entire air cargo industry can save up to \$ 4.9 billion per year. Saving time in transit: the ability to send documents before the shipment itself reduces the processing cycle. Greater accuracy: a one-time entry of electronic data at the point of departure reduces the possibility of delayed shipment due to inaccurate or incomplete data. The ability to send electronic documents to the wrong address is minimal, so there will be no delays due to missing documentation. This will improve the C2K quality score.

**Regulatory Compliance:** e-Freight complies with all international and local regulations regarding electronic documentation and data required by customs, civil aviation and other regulatory organizations. Enhanced security: Electronic documentation is only available to parties who need it for the transport.

**Sustainable:** e-Freight eliminates 7,800 tons of paper documents, the equivalent of loading 80 Boeing 747 freighters. It also reduces the weight of the cargo on board, which in turn leads to less CO2 emissions [4].

So, in conclusion the current state and future of the global air transportation market is associated with the formation of airline alliances and increased competition between them. The main operating models for air travel are direct flights between origin and destination using low-cost air carriers and hub-and-spoke flights using traditional airlines. At the same time, taking into account the differences in the cost of resources in different regions of the world, the duration of the renewal of the material and technical base, as well as the development of the main cargo-forming industries in connection with the growth of the world economy, in the medium term, the volume of international trade in transport services will grow, albeit at a low rate (average annual an increase in 2018 - 2025 is expected at 1.5 percent). The absolute value of world exports of transport services in 2025 will amount to about 1 - 1.1 trillion. US dollars, the share of transport in global exports of services will decline to 13.8 percent (18 percent in 2017).

### References

1. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_331686/a03b48911feb97ed333ec5e1db1e9ff011e2b669/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_331686/a03b48911feb97ed333ec5e1db1e9ff011e2b669/)
2. [https://www.icao.int/Security/aircargo/Moving%20Air%20Cargo%20Globally/ICAO\\_WCO\\_Moving\\_Air\\_Cargo\\_ru.pdf](https://www.icao.int/Security/aircargo/Moving%20Air%20Cargo%20Globally/ICAO_WCO_Moving_Air_Cargo_ru.pdf)
3. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-napravleniy-sovershenstvovaniya-ekonomicheskogo-razvitiya-i-otraslevoy-organizatsii-perevozok-na-vozdushnom-transporte>
4. [http://kazlogistics.kz/kz/chain\\_cluster/e-freight/](http://kazlogistics.kz/kz/chain_cluster/e-freight/)

### **Жардемкизи С., Марина К. Вплив глобалізації на авіа грузо перевезення**

*Анотація.* У цій статті розглядаються нові напрямки авіап перевезень вантажів та обговорюється роль інноваційних технологій у цьому. Транспортна політика розвинених та більшості країн, що розвиваються, спрямована на підвищення конкурентоспроможності національних транспортних операторів на міжнародних ринках та просування їх інтересів у рамках двосторонніх та багатосторонніх переговорних процесів у сфері транспорту.

**Ключові слова:** транспорт, логістика, транспортна політика, напрямок, авіап перевезення.

### **Жардемкызы С., Марина К. Влияние глобализации на авиа грузоперевозки**

*Аннотация.* В статье рассматриваются новые направления грузовых авиап перевозок и обсуждается роль инновационных технологий. Транспортная политика развитых и большинства развивающихся стран направлена на повышение конкурентоспособности национальных транспортных операторов на международных рынках и продвижение их интересов в рамках двусторонних и многосторонних переговорных процессов в области перевозок.

**Ключевые слова:** транспорт, логистика, транспортная политика, направление, IATA, авиап перевозки.

УДК 811.111

**SALTANAT ZHARDEMKYZY, senior teacher**  
**Civil Aviation Academy, Kazakhstan;**  
**TATYANA ZLUNYAYEVA,**  
**Aviation college, Kazakhstan;**

## NEW TRENDS IN AVIATION INDUSTRY AND ITS IMPLEMENTATION

*This article deals with the role of new technologies in aviation industry. The implementation speed of new technologies in aviation industry largely depends on how quickly local legislative and regulatory regulation will change in different countries, allowing for the application of innovations, from airport operators, airlines, which are the driver of new passenger solutions.*

**Key words:** *innovation, RFID, transportation, passenger, SITA, IATA, tags*

Increasing globalization and digitalization, the widespread adoption of big data analysis technologies, are radically changing the organization of airspace management and the air transportation market. The world's leading airlines are modernizing their location systems in order to accurately identify the location of aircraft, passengers and baggage, speed up ground preflight preparations, automate and improve service.

Modern travelers prefer air travel to everyone else. And this is not surprising: aircraft allow you to reach your destination quickly and comfortably. But there are tense moments, and for most they are associated with baggage claim. The situation can be relieved - with the help of tracking technologies, which will allow airlines to reduce the number of cases of improper baggage handling, and mobile applications for passengers.

Over the past 10 years, the process of passenger service at airports has changed dramatically thanks to the introduction of biometric screening systems, as well as mobile check-in and baggage tracking services. According to SITA forecasts, accelerated pace of development is expected in the next decade. With the advent of digital transformation in the aviation industry, passengers and employees will discover the unlimited possibilities of advanced technologies - from taxi flights to airports with their own intelligent system. SITA claims that major changes will affect almost all airport systems.

According to the International Air Transport Association (IATA), the number of passengers should double in the next twenty years, but the process of expanding airports will not be as quick. And passengers quite rightly want all the processes inside the airport to be carried out without any problems. The only way to ensure uninterrupted operation of air harbors is to develop and apply new technological solutions that increase their efficiency and the quality of passenger service.

According to the SITA forecast, over the next decade, passing the control zone will turn into a walk along the corridor. You will no longer need to take off your coat, shoes and belt, put small bottles in small bags. Queues will also be a thing of the past. The recognition system for passengers and their baggage will be triggered automatically when passing through advanced checkpoints. Smart control zones will be replaced by "smart" sensory corridors, which will make checking paper documents obsolete.

Over the past few years, the load on the infrastructure of airports and air carriers has increased significantly. This is due to a noticeable increase in the number of passengers: last year it reached a record high, stepping over the 4 billion mark. According to the latest published SITA study, only in 2018 about 4.36 billion pieces of baggage were transported by air: of which 19% is manual luggage,



and 81% - bags and suitcases transferred to the luggage compartment. According to SITA Baggage IT Insights 2019, despite the growth in passenger traffic, the aviation industry managed to reduce the number of cases of baggage misuse. So, compared with 2007, they became 47% less (24.8 million in 2018 compared to 46.9 million). This result was achieved thanks to constant investments in intelligent technologies and automation of internal processes. Even with a significant reduction in errors, the problem of baggage misuse still exists. So, all the bags and suitcases of passengers go through certain stages. This is identification and comparison with the flight, security service, storage until loading, sorting and placement on the correct flight. The chain becomes more complicated if the passenger flies with a transfer - then the carrier needs to be in time to unload the baggage and transfer it to the appropriate airline.

Modern baggage sorting systems make a mistake in one case out of 10 thousand. However, there is one caveat: all airport systems are connected, which means that other processes can also affect the correct sorting. Therefore, in reality, the total indicator of improperly handled baggage is 5.57 bags per 1,000 passengers, which is almost 60 times more. And even with short delivery times for luggage to its owners, such delays can affect the plans of travelers.

In other words, baggage tracking is a must today. But it will be better if the data on the movement of bags and suitcases will be available not only to air carriers, but also to passengers themselves. Then they will be able not only to plan their time taking into account timely information received, but also not to worry about their personal things. As our statistics show, the mobile baggage tracking application increases passenger satisfaction - this figure was 8.6% more for passengers using it than those who continued to rely on voice announcements and bulletin boards.

Many airlines and airports implement RFID tags in their processes. This time-tested technology, which is used to track expensive parts or components of an airplane, various elements and equipment, can also be used for baggage. Among the first industry players to decide to use RFID tags for this was Delta Air Lines, which drew attention to technology for the entire industry and passengers. The airline noted that after the introduction of RFID, a significant decrease in the number of cases of improper baggage was recorded.

Implementing RFID tags as a tracking technology has several advantages. The method uses radio signals to transmit data - with their help, you can track tags with tags attached to passenger bags. In addition, the technology allows you to perform many identification tasks without human intervention and has a high reading speed.

RFID tags are not the only method used to track baggage. There is also 1D- and 2D-Barcode, Bluetooth and NFC - each technology has its own characteristics, you can compare them using the table 1 below.

The study shows that the vast majority of modern passengers have a smartphone, tablet or laptop, and about 17% of travelers take three devices at once. This means that carriers and airports should consider providing personalized services in real time. And many players in the aviation industry can already offer those to their customers. A striking example is S7, the second largest airline in Russia, which decided to integrate information on baggage movements into its mobile application. Today, already half of airline passengers can receive notifications of baggage. This approach helps dispel travelers' anxiety about personal items and increases their confidence [1].

Also, the implementation of a digital identity card and an individual ID code will allow passengers to independently determine which aspects of their identity should be disclosed during the trip and for what purpose. At airports of the future, the risks of data leakage will be constantly assessed by artificial intelligence (AI) specialists using digital passenger identification. The most important elements of this data will only be provided to governments of countries that use automated systems to approve - or, in some cases, disapprove - the various phases of an air travel. Moreover, airlines will

no longer be responsible for the processing of passenger data in order to ensure the security of state borders.

Table 1

### Characteristics

	RFID	1DBARCODE	2DBARCODE	Bluetooth	NFC
Sight	Not required	Required	Required	Not required	Not required
Range	<10m	<1m	<1m	>10m	<10m
Isolation	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Tag value	Low	Very low	Very low	Medium	Low
Reliability	High	Low	Low	High	High
Read speed	High	Low	Low	High	Low
Group reading	Yes	No	No	Yes	No

The journey itself will be decentralized. Each category will have its own tags: for passengers, baggage or cargo. All this will be monitored throughout the trip, regardless of the type of transport used. This means that it will be possible to obtain a travel permit and pass customs checks before arrival at the airport, which will save a lot of time. At the same time, the service of remote baggage drop-off will be offered where it is most convenient for the passenger, for example, at stations.

The airport will be equipped with high-speed communications. According to experts, in the era of connected airports, cheaper sensors, less specialized equipment and new cloud data services running on devices over 5G will be used. Data will be collected through software-defined networks, then the information will go through the stage of comparison and analysis. This method will increase the efficiency of the airport and help make it much more convenient for passengers.

According to experts, artificial intelligence (AI) algorithms will be the key to efficiency, and complex AI will be the secret to the success of the aircraft industry. Air harbors will use Digital Twin technology to work in real time with all interested parties, streamlining operations and improving passenger service. In general, Digital Twin is an advanced computer simulation that uses data from the entire airport and airlines for further interaction and forecasting. This data is then applied to optimize operational activities and maximize automation. Thus, you can send voice messages to employees of various services - from immigration to cleaning. As a result, you can get proactive answers and, therefore, more prompt and accurately planned actions on the part of airlines and airports.

For the safety and comfort of each trip is responsible from 10 or more different organizations. The only way to collect all the data and make the trip “seamless” is to ensure close cooperation between all agencies: the airport, airlines, government agencies, ground services, restaurants and shops. Uninterrupted operation of all components of the airborne ecosystem is also required. Within this ecosystem, operational data will be transmitted using trust mechanisms, and stakeholders will share single sources of information for basic operations. Automation will also allow more efficient use of available resources. A wide range of objects - from baggage or air tugs - will operate using 5G networks, providing huge amounts of data in real time.

Since potential travelers will be digital natives, the people who operate the airports should be equal to them. This technologically competent environment will allow us to divide a complex airport system into a number of information services that can be used as application programming interfaces (APIs). For example, thanks to the “new syntax” and artificial intelligence, using the voice service, it will be possible to find out whether, for example, there is a pink suitcase at the exit of B34, as well as to provide transport for those exits where necessary.

One of the most popular technologies of the future at airports is biometric identification of passengers. It can be used at different stages: for example, for registering passengers on a selfie flight, when passing through border control, at the boarding gate. The implementation of the concept of “face as a passport” can accelerate these processes and increase the throughput of airports. The countries that have already advanced most in the use of passenger biometrics include the United States, where the regulatory framework allows you to try the most advanced innovations. In the summer of 2017, for example, Jet Blue Airlines, together with Logan International Airport in Boston, began testing a biometric system for identifying passengers at the boarding gate, freeing them from having to submit documents.

As of September 2018, the U.S. Customs and Border Guard is testing biometrics for boarding at 15 major airports in the country. The agency is interested in applying these technologies not only for departing, but also arriving passengers. For the latter, biometrics is tested at 14 US airports [2].

So, we see that the airline industry is initially very high-tech and is developing in accordance with global standards and requirements. Modern information technologies play an increasingly prominent role in the business of airlines, which work in conditions of fierce competition not only with domestic but also foreign carriers.

## References

1. <http://www.iksmmedia.ru/articles/5617063-Novye-texnologii-dlya-passazhirov.html>].
2. <https://www.tadviser.ru/index.php/>

## **Жардемкизи С., Тетяна З. Нові тенденції в авіаційній промисловості та їх впровадження**

*Анотація.* У цій статті розглядається роль нових технологій в авіаційній промисловості. Швидкість впровадження нових технологій в авіаційну промисловість багато в чому залежить від того, як швидко зміниться місцеве законодавство та нормативні акти в різних країнах, що дозволить застосовувати інновації, від операторів аеропортів, авіакомпаній, які є драйвером нових пасажирських рішень.

**Ключові слова:** інновації, RFID, транспорт, пасажирські послуги, SITA, IATA, теги.

## **Жардемкызы С., Татьяна З. Новые тенденции в авиационной отрасли и их реализация**

*Аннотация.* В данной статье рассматривается роль новых технологий в авиационной отрасли. Скорость внедрения новых технологий в авиационной отрасли во многом зависит от того, насколько быстро в разных странах будут меняться местные законодательные и нормативные акты, позволяющие применять инновации со стороны операторов аэропортов и авиакомпаний, которые являются движущей силой новых решений для пассажиров.

**Ключевые слова:** инновации, RFID, транспорт, пассажир, SITA, IATA, теги.

УДК 656.7:025

*ГЛИНСКИЙ В.А., к. т. н., доцент; ГЕРАСЬКИНА М.Ю., студент  
Санкт-Петербургский университет Гражданской Авиации, г. Санкт-Петербург*

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФОРМАТА ТЕРМИНАЛЬНО-СЕТЕВЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ЛОГИСТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ФИЗИЧЕСКОГО ИНТЕРНЕТА**

*В статье представлен анализ генезиса элементов концепции терминально-сетевых, мультимодальных перевозок (ТСМП) в логистическую систему Физического интернета (PI).. Показано продуктивность внедрения проформ FIATA/IATA в качестве «протоколов» нейтральной среды ТСМП. Сформулированы формы адаптации современных инноваций в области складской деятельности, почтовых технологий и беспилотного автотранспорта в формировании логистической подсистемы «последней мили» PI.*

*Ключевые слова:* Физический интернет, мультимодальный терминально-сетевой Альянс (ТСА), «последняя миля».

### **Постановка задачи**

Современная система мультимодальных перевозок не является устойчивой с экономической, экологической и социальной точек зрения. Под термином «транспортная устойчивость» понимается любой способ или организационная форма перевозки, позволяющие снизить уровень воздействия на окружающую среду, добиться значительного роста глобальной логистики и производственного бизнеса, а также повысить качество жизни.

Требуется создать систему поэтапного перехода от современной терминальной логистики к Физическому интернету (Physical Internet - PI /  $\pi$ ) для решения глобальных экономических, экологических и социальных проблем развития мультимодальных перевозок.

### **Цель работы**

В рамках данной работы выявлены признаки неустойчивости мультимодальных систем, показано, что для их минимизации можно использовать концепцию Физического интернета. Представлен анализ генезиса элементов концепции терминально-сетевых, мультимодальных перевозок (ТСМП) в логистическую систему PI, а также поэтапный план внедрения Физического интернета вплоть до 2040 г. Показано продуктивность внедрения проформ FIATA/IATA в качестве «протоколов» нейтральной среды PI. Сформулированы формы адаптации современных инноваций в области складской деятельности, почтовых технологий и беспилотного автотранспорта в формировании логистической подсистемы «последней мили» PI.

Все признаки неустойчивости (табл.1) мультимодальных перевозок имеют значительное негативное экономическое воздействие и оказывают негативное воздействие на окружающую среду и общество. В качестве решения всех тринадцати признаков неустойчивости мультимодальных перевозок предлагается использовать концепцию Физического интернета [1].

«Физический интернет – является новой концепцией организации логистики будущего. Само слово «интернет» используется как метафора. Транспортную логистику предлагают сделать такой же логичной и унифицированной, как обмен данными во всемирной сети. Когда

мы отправляем друг другу файлы в интернете, они не идут по сетям связи целиком, они делятся на пакеты, и уже в таком стандартизированном виде передаются.

Таблица 1

### Признаки неустойчивости мультимодальных перевозок

Признаки	Экономические	Экологические	Социальные
Доставка «воздуха» и пустых упаковок	✓	✓	
Поездки без груза	✓	✓	
Бесконтрольность водителей	✓		✓
Сверхнормативный простой	✓		✓
Неэффективное использование терминальных помещений	✓	✓	
Невостребованные товарные излишки	✓	✓	✓
Неудовлетворенный спрос	✓		✓
Несвоевременность поставок	✓	✓	
Низкий уровень городской логистики	✓	✓	✓
Товары без надобности перемещаются по миру	✓	✓	✓
Сети не являются ни безопасными, ни надежными	✓		✓
Низкий уровень автоматизации	✓		✓
Излишки фискального контроля организации	✓	✓	✓

#### Основная часть

Концепция «Физического интернета» предполагает, что по такому же принципу можно организовать и логистику. Специально для «Физического интернета» разработали так называемые  $\pi$ -контейнеры, которые подходят для любого транспорта и позволяют максимально быстро и компактно собрать груз. Маленькие и средние стандартизированные контейнеры собираются в большой, который можно перевозить на любом транспорте. Такие контейнеры будут удобны не только при погрузке и перевозке, но и при сортировке в распределительных центрах. Оборудование в самих этих распределительных центрах рассчитано исключительно на работу с  $\pi$ -контейнерами. Это же относится и к транспортным средствам.

Результаты моделирования свидетельствуют, что развитие Физического интернета в секторе потребительских товаров потенциально снизит общие логистические издержки на 32% и на 60% сократит выбросы парниковых газов в атмосферу. Результаты перехода к Физическому интернету представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты перехода к Физическому интернету**

Изменения	Процент, %
Повышение эффективности перевозок	30%
Уменьшение повреждения грузов	10%
Снижение транспортных расходов	20%
Уменьшение загруженности дорог	Более 50%
Понижение затрат на перевозку грузов	32%
Сокращение потребления топлива	19%
Сокращение максимального времени доставки	36%

Концепция PI подразумевает комплектацию товаров в интеллектуальные, экологичные и модульные контейнеры ( $\pi$ -контейнеры), начиная от размера морского контейнера до размера маленькой коробки – таблица 3.

Таблица 3

**Типоразмерный ряд  $\pi$ -контейнера**

Название	Способ применения	Плюсы использования
Транспортный $\pi$ -контейнер	Заменяют паллеты. Размеры кратны 1,2 м. В них уже осуществляется вставка грузовых $\pi$ -контейнеров.	Соответствует мировому стандарту, легко транспортируется и обрабатывается, выдерживает суровые внешние условия, штабелируются как грузовые контейнеры
Грузовой $\pi$ -контейнер	Заменяет коробки, ящики; размеры кратны 0,12 м. В него вставляются упаковочные $\pi$ -контейнеры.	Соответствует мировому стандарту, легко обрабатывается, выдерживает тяжелые условия эксплуатации, штабелируется минимум 2,4 метра
Упаковочный $\pi$ -контейнер	Заменяет потребительскую упаковку. Такие контейнеры будут удобны не только при погрузке и перевозке, но и при сортировке в распределительных центрах.	Соответствует мировому стандарту, легко вставлять и извлекать, способен защитить продукт от внешнего воздействия, штабелируется минимум 1,2 метра

Новые технологии PI в части  $\pi$ -контейнерных перевозок, погрузочно-разгрузочных работых и технологий хранения требуют уточнения следующих терминов:

- $\pi$ -транспорт. Сюда относится все виды транспорта, включая железнодорожный, которые адаптированы для перевозки  $\pi$ -контейнеров.
- $\pi$ -погрузчики. Они представляют собой погрузчиков, которые не имеют вилы, а вместо этого используют замки и сцепки  $\pi$ -контейнеров для того, чтобы осуществлять их перемещение внутри складского комплекса.
- $\pi$ -конвейеры. Они являются автоматическими конвейерными линиями, которые соответствуют габаритам  $\pi$ -контейнеров. Также осуществляют передвижение внутри складского комплекса.
- $\pi$ -хранилища. Подобно стеллажным конструкциям,  $\pi$ -контейнеры устанавливаются друг на друга.

Поэтапный план внедрения Физического интернета (к 2040 г.) включает в себя: переход логистических узлов; переход логистических цепей; создание системы логистических сетей; доступность и адаптацию; управление. В нем намечен путь с настоящего времени до 2040 года, показаны важные вехи, необходимые технологии и первые возможности реализации Физического интернета. В логистических узлах произойдет масштабная стандартизация операций и модульных грузовых единиц. Логистические цепи станут более гибкими, цельными и отказоустойчивыми. Доступность и адаптация также являются частью перехода к Физическому интернету. Управленческая сфера сыграет свою роль в осуществлении преобразования существующей логистической сферы. Будут внедрены правила, позволяющие открывать сети, способствующие развитию вертикального взаимодействия, сформированы процессы управления для разных уровней и областей [2-4].

В результате внедрения Физического интернета, мультимодальные перевозки могут повысить эффективность перевозок на 30%, уменьшить повреждение груза на 10%, снизить транспортные расходы на 20%, уменьшить загруженность дорог более чем на 50%, сократить потребление топлива на 19% и способствовать экономии энергии и сокращению выбросов более чем на треть.

Рассмотрим взаимосвязанные направления, которые необходимо реализовать при внедрении Физического интернета в таблице 4.

Таблица 4

#### Направления по внедрению PI

п/н	Направление	Суть направления	Цель
1	Переход от логистических узлов (ЛУ) к узлам Физического интернета (УФИ)	В ЛУ товары хранятся, трансформируются или перегружаются с одного вида транспорта на другой. Порты, аэропорты, терминалы, распределительные центры, склады - примеры ЛУ.	Концепция PI предполагает трансформацию ЛУ в ЛУ PI, в которых операции стандартизированы и широко используются «семейства» стандартных и функционально-совместимых модульных грузовых единиц от морских контейнеров до небольших боксов. Службы в ЛУ PI открытые, доступны в цифровом виде и могут использоваться для операций планирования, бронирования и т.д.

Окончание табл. 4

2	Переход от логистических сетей (ЛС) к сетям PI	Логистические сети формируют меж узловые перевозчики и узловые грузовые агенты, работающие в единой нейтральной среде, формируя единый ТСА.	ЛС могут включать в себя множество подконтрольных одной компании функций – управление запасами, транспортное планирование, маршрутизацию и управление мощностями. Ожидается, что сеть Физического интернета будет создавать цельные, гибкие и отказоустойчивые сервисы «от двери до двери».
3	Системы логистических сетей	Развитие системы ЛС в сторону PI - включает отдельные логистические сети, которые связаны между собой.	Активы, услуги и ресурсы отдельных логистических сетей могут быть доступны всем владельцам логистических сетей. Система логистических сетей требует безопасных, эффективных и расширяемых услуг для потоков товаров, информации и финансов.
4	Доступность и адаптация	Описание основных требований для доступа к Физическому интернету через его составные логистической сети.	Показать компаниям, в рамках их текущей деловой среды, что сотрудничество, даже с конкурентами в сфере логистики, — это не только хорошая идея, но и на прямую или через поставщиков влияет на реализацию логистических услуг.
5	Управление PI	Преобразования ЛУ и ЛС в PI.	Составление карты и анализ моделей управления.

Остановимся на каждом из пяти этапов в таблице 5.

Таблица 5

**Содержание и итоги внедрения основных пяти направлений (элементов)  
Физического интернета к 2035-2040 годам**

Элемент	Название	Суть направления (элемента)
Элемент 1	Автоматизированные узлы «Физического интернета»	Развернуть узел PI в полном масштабе, что позволит обеспечить автономное взаимодействие, как физическое, так и цифровое, между узлами в Системе ЛС. Данная сеть, образованная множеством различных подсетей, будет обслуживать весь мир.



Окончание табл. 5

Элемент 2	Полная автоматизация операций сети PI	Создание вертикальной интеграции, объединяющей процессы и информацию, которые будут являться общедоступными.
Элемент 3	Полная функциональность PI. и взаимодействия сетей	Станет доступна первоначально задуманная функциональность PI. Глобальные системы ЛС будут взаимосвязаны. Дополнительные возможности будут постоянно добавляться.
Элемент 4	Каждый может получить доступ к Физическому интернету	Физический интернет полностью доступен и широко используется. Физический Интернет обеспечивается объединенной сетью цифровых данных, построенной на основе концепции объединенной сети платформ.
Элемент 5	Стабильные правила и модели PI	Устойчивый рост ЛС сетей PI благодаря установленным во всем мире правилам и органам управления. Структура управления будет охватывать все соответствующие бизнес-аспекты.

Анализ пяти последовательных этапов развития ЛС показывает необходимость создания иерархической инфраструктуры сети (опорных хабов; региональных хабов и их спутников; мобильных терминалов, приближенных к конечному потребителю; облачного хранения). А также наполнение этой инфраструктуры содержанием нового формата – нейтральной средой грузовых агентов и перевозчиков, работающих по единым условиям сети (по договорам смешанных перевозок ЛС - ДСП ЛС). Наиболее сформировавшейся мультимодальной системой на сегодняшний день является нейтральная среда BSP/CASS IATA, поддержанная FIATA [3]. Ее реализует базовые принципы логистики - доставка «от двери до двери» и «точно в срок». Нейтральная среда мультимодального TCA (MTCA) позволяет также получать своим узловым агентам эффект от консолидации. Нейтральная среда MTCA позволила минимизировать совокупные транспортные расходы на каждом участке маршрута (как на магистральном фрахте, так и на участках подвозки, а особенно довозки – «последней миле»).

Таким образом, PI /  $\pi$  - логистическая система, основанная на принципах физической, цифровой и операционной взаимосвязи, стандартных и свободных «интерфейсах», «протоколах» нейтральной среды, стандартах инкапсуляции (модульные  $\pi$  -контейнерах) [1-4] с курьерским сервисом доставки («первой» и «последней» мили). В PI предполагается, что в качестве инфраструктуры или протокола для будущих операций в цепи поставок будут созданы базовые логистические уровни, аналогичные модели OSI1 или TCP/IP2, включая протоколы и методы для базовых операций.

Особая трансформация ЛУ PI происходит на «последней миле», где формируется Облачное хранилище (cloud storage). Товары хранятся и обрабатываются в «облаке» грузовых агентов терминально-сетевого альянса (TCA). С точки зрения клиента cloud storage представляет собой один виртуальный терминал.

В отличие от известных развитых MTCA логистические сети Физического интернета будут существенно поддержаны новой инновационной инфраструктурой «последней мили»:

почтовыми технологиями; технологиями складской деятельности и беспилотного автотранспорта представленные в таблицах 6-8.

Таблица 6

**Почтовые технологии, предлагаемые к применению на «последней миле»**

Технология «последней мили»	Опыт внедрения и описание технологии
Робот – почтальон	Доставляет посылки весом до 18 кг на расстояние до 5 км. На базе алгоритма ориентируется на местности, обходит препятствия, реагирует на светофор и т.д. Клиенты могут отслеживать местонахождение робота, установив на смартфон специальное приложение. Программа позволяет клиенту осуществить получение посылки, разблокировав ее (рис.1а).
<b>Беспилотники - для доставки грузов на дом</b>	Могут быть использованы не только для доставки малогабаритного груза или почты, но и для снабжения терпящих бедствие людей, доставки гуманитарной помощи. Их грузоподъемность достигает 45 кг, а скорость - порядка 100 км/ч. Емкость аккумуляторов хватает на 24 часа полета.
<b>Робот-курьер</b>	Работает в сопровождении человека-курьера и выполняет больше роль транспортного средства для перевозки грузов. Двигаются со скоростью до 6 км/час и могут перевозить груз до 150 кг.
Самоуправляемые роботы-курьеры	Осуществляют доставку товаров из супермаркетов на дом клиента (продукты, одежда и прочее). Один робот может перевозить до 30 посылок, а максимальная скорость его движения составляет 15 км/час. В устройства встроены радары и датчики, которые позволяют им ориентироваться на местности и распознавать сигналы светофора.
Почтомат или автоматизированная почтовая станция	Пункт приема и выдачи малогабаритных посылок в виде терминала со множеством ячеек разных размеров. Первый почтомат появился в 2001 г. Сегодня автоматизированные почтовые станции расположены практически в каждом крупном магазине или торговом центре. Загрузка или получение отправления в почтомат осуществляется с помощью кодов (рис.1б).
Автоматические сортировочные центры	Могут пропускать около 2 млн почтовых отправлений. В нем сортируются по отделениям связи простые письма, заказные письма и посылки. Здесь также обрабатываются исходящие отправления из этих областей для получателей. После того как конверт упал в почтовый ящик, его вынимают, привозят в отделение связи, где письмо осматривают и ставят дату отправки. Затем почтовые ёмкости с письмами увозят в сортировочный центр. Конвейер останавливается только в часы технического обслуживания. Время сортировки — 21 час, в такой срок отправление должно пройти путь от входа до отправки.



Рис. 1. Робот почтальон (а), почтомат (b)

Таблица 7

## Технологии, применяемые в складской деятельности

Технология	Опыт внедрения и описание технологии
Дроны	Беспилотный летательный аппарат, являющийся транспортным средством. Самое логичное его применение было бы в перемещении грузов, но он требует сложного управления и имеет слишком маленькую автономность. Поэтому дроны находят своё применение в инвентаризации. Они отлично справляются со своей задачей при использовании высотного хранения.
Радиощаттл	Автоматическая тележка, которая может перевозить палету с грузом внутри каналов глубинных (набивных) стеллажных конструкций и управляется с помощью дистанционного управления на базе мобильного устройства (смартфона, планшета) или стационарного компьютера. Ее использование существенно сокращает количество операций в ходе разгрузки и погрузки товаров, позволяет оптимизировать полезное складское пространство. Один радиощаттл позволяет перемещать до 50 палет/ч. Основным преимуществом применения радиощаттлов — автоматический подъем поддонов строго в горизонтальном положении. Один радиощаттл позволяет перемещать до 50 палет/ч. Такая систем хранения отлично подходит для тех складов, куда товар поступает крупными партиями, но при этом небольшим количеством сортов и наименований продукции.
Роботы	Роботов - погрузчиков активно применяют на складах. Возможно использование автономных беспилотных тягачей (робокаров) чтобы перемещать крупногабаритные товары на складе. Робокары хорошо ориентируются в помещении склада благодаря сенсорам. Автоматизированные манипуляторы так же используют в складской деятельности. Они помогают сотрудникам в упаковывании товаров, что приводит к повышению производительности в 10–15 %.

Окончание табл. 7

Radio Frequency Identification (RF ID)	Радиочастотная идентификация — технология идентификации объектов, которая основывается на применении радиочастотного электромагнитного излучения для автоматизированного считывания и записывания данных учета и контроля на устройство. Система RFID состоит из RFID — метки, считывателей, антенны и программного обеспечения. На каждую единицу товара наносится специальная метка, в которой зашифрованы все данные: вес, объем, дата погрузки или разгрузки, основные параметры хранения. На выходе из складского помещения монтируется металлический каркас с чувствительными RFID датчиками. Они сканируют метки на каждой упаковке, которую проносят через ворота, и отправляют информацию в общую базу данных.
SMART - очки (Увеличенная реальность)	Очки дополнительной реальности разрабатываются для складских работников, которые занимаются комплектацией заказов. Они помогают комплектовщику быстрее собрать заказ, показывая всю необходимую информацию о товаре - где располагается требуемая позиция и в какой ячейке её нужно разместить. При этом руки работника всегда остаются свободными от бумаг или от мобильных терминалов. Опыт внедрения показал повышение эффективности работы на 25 %.
Pick - by - Voice (Голосовой отбор)	Новый способ автоматической идентификации на складе. Компьютер через гарнитуру инструктирует работника, указывает маршрут при выполнении стандартных заданий на комплектацию. Обратная связь позволяет отслеживать ход выполнения процесса в режиме реального времени. По завершению сборки компьютер направляет новый заказ на освободившегося оператора. Процесс упрощается и ускоряется, производительность увеличивается на 10–35 %, число ошибок при комплектации сводится к 0 %.
PUT TO LIGHT (Подбор заказов)	Технология, предназначенная для увеличения производительности работы комплектовщика заказов. Системы проекционного и светового отбора маркируют место размещения товара (паллета, полка, короб, ячейка и пр.) с помощью света, цвета, цифровой индикации. Сотрудник не тратит время на поиск необходимого товара или ячейки, что ускоряет процесс отбора или размещения. Аналитическая система сообщит о совершенной ошибке и не позволит взять некорректный товар.
Экзоскелеты	Экзоскелеты, известные также как роботы-помощники или внешние скелеты – это электромеханические поддерживающие устройства, которые надеваются на тело человека. Они предназначены для восполнения утраченных функций или частей тела, увеличения мышечной силы человека и расширения его физических возможностей за счет внешнего каркаса с исполняющими механическими/гидравлическими органами.

Таблица 8

**Технологии применяемые для беспилотного автотранспорта**

Технология	Опыт внедрения и описание технологии
Круиз-контроль	Технология позволяет поддерживать автономное управление автомобиля. Эта функция удерживает авто на одной и той же скорости. В большинстве случаев управление находится на рулевом колесе или на многофункциональном рычаге. Система была создана для удобства водителя при длительных поездках.
ADAS	Функция безопасного вождения. Система предупреждает водителя об опасных ситуациях, предвидит аварии и различные сложные ситуации ДТП. АДАС состоит из дисплея и видеодатчика. Во время движения система оповещает водителя о сложной дорожной ситуации звуком, вибрацией или сообщением на дисплее.
Парктроник	Устройство сканирует пространство и местность вокруг автомобиля и предлагает варианты правильной парковки. Система оповещает водителя о преградах или неправильном развороте. В современных авто парктроник уже может быть установлен, но в беспилотных машинах это основная часть «мозга».
GPS	Система позволяет запоминать точку отсчета и составить оптимальный маршрут путешествия. Есть несколько минусов и недоработок в системе: ограничения GPS в поездках по лесу, местности, где есть туннели, или на закрытой парковке, недостаточная точность составления маршрута.
Лидар (3D-сканер)	Лазерные датчики, которые установлены впереди и сзади машины могут составлять трехмерную картинку. Она состоит из точек, которые определяют размеры и скорость объектов.
Камеры	Используются для создания картинки - распознавания изображения. Например, ориентировка по картам. Картографической программе нужна картинка местности, чтобы воссоздать маршрут и карту в целом.
Программное обеспечение	Большинство моделей беспилотного автотранспорта работает на нейронных сетях. Нейросети – это сложная и многофункциональная система. При работе автопилота нейрочастицы передают информацию в «мозг» автомобиля.

**Выводы**

Таким образом, для достижения устойчивого развития мультимодальных перевозок и трансформации их в систему Физического интернета, необходимо:

1. Объединение усилий транспортных, операторских компаний и государственных служб для совершенствования мультимодальной технологии перевозки грузов путем создания нейтральной среды в формируемых структурах МТСА, а также наполнение этой инфраструктуры содержанием нового формата – нейтральной средой грузовых агентов и

перевозчиков, работающих по единым условиям сети ДСП ЛС (по аналогии с «протоколами» интернета).

2. Внедрение проформ FIATA/IATA (FBL, FWB, NAWB) в качестве «протоколов» нейтральной среды ТСМП.

3. Развитие иерархической инфраструктуры ЛС от опорных и тыловых хабов и их спутников до мобильных терминалов и облачных хранилищ.

4. Развитие  $\pi$ -контейнеризации и преобразование погрузочно-разгрузочных терминалов в полноценные мультимодальные логистические центры на основе глобальной унификации.

5. Упрощение и унификация документов перевозки, включая введение электронной системы обмена данными и цифровых транспортных коридоров.

6. Государственная поддержка операторам мультимодального транспорта.

7. Структура PI, разделенная на три различных домена: глобальный (мировой), региональный (европейский, азиатский или иной) и локальный (пользовательская сеть), которые должны гармонично взаимодействовать между собой.

Все перечисленные рекомендации могут быть осуществлены с внедрением Физического интернета. На начальном этапе особое внимание требует внедрение современных инноваций в МТСА на этапе «последней мили», которые уже нашли применение в почтовых, складских и беспилотных технологиях.

### Список литературы

1. Montreuil, B. Ballot, B. Tremblay, W. Modular Design of Physical Internet Transport, Handling and Packaging Containers. Progress in Material Handling Research: 2014.

2. Транспортно-логистические системы перевозки грузов: учебник для вузов / Шведов В.Е., Глинский В.А. с соавт. — СПб.: ИЦ «Интермедия» 2019 – 288 с.: илл.

3. Евсеенко, П. П. Современные логистические технологии в складской деятельности / П. П. Евсеенко. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 5 (347). — С. 311-313. — URL: <https://moluch.ru/archive/347/77989/> (дата обращения: 03.04.2021).

4. Интермодальные транспортно-логистические процессы: Экспедирование, технологии, оптимизация/Ю. И. Палагин, В. А. Глинский, А. И. Мочалов: - СПб.: Политехника, 2019. – 367 с.: ил.

**Глинський В.А., Гераськіна М.Ю. Перетворення формату термінально-мережєвих мультимодальних перевезень в логістичну систему фізичного інтернету**

*Анотація.* У статті представлений аналіз генезису елементів концепції термінально-мережєвих, мультимодальних перевезень (ТСМП) в логістичну систему Фізичного інтернету (PI) .. Показано продуктивність впровадження проформ FIATA / IATA як «протоколів» нейтрального середовища ТСМП. Сформульовано форми адаптації сучасних інновацій в області складської діяльності, поштових технологій та безпілотного автотранспорту в формуванні логістичної підсистеми «останньої милі» PI.

**Ключові слова:** фізичний інтернет, мультимодальний термінально-мережєвий альянс (ТСА), «остання миля».

**Glinsky V. A., Geraskina M. Yu. Transformation of the format of terminal-network, multimodal transportations into the logistics system of the physical Internet**

**Abstract.** *The article presents an analysis of the genesis of the elements of the concept of terminal-network, multimodal transport (TSMP) in the logistics system of the Physical Internet (PI). The productivity of the implementation of FIATA/IATA profor-forms as "protocols" of the neutral TSMP environment is shown. The forms of adaptation of modern innovations in the field of warehousing, postal technologies and unmanned vehicles in the formation of the logistics subsystem of the "last mile" of PI are formulated.*

**Keywords:** *Physical Internet, multimodal Terminal Network Alliance (TSA), "last mile".*

УДК 656.073

**БОРОВКОВ А.О., магистрант****Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Россия**

## **ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ**

*В статье рассматриваются возможности применения системы Интернета вещей (IoT) в транспортном секторе. Описывается потребность в IoT, архитектура IoT для решения проблем различной сложности. В исследовании также подчёркивается, что аспекты, в которых возможно применение технологий IoT на транспорте, являются наиболее значимыми в экономическом и социальном значении. Оптимизации транспортного обслуживания Этого можно достичь только при правильном планировании и эффективной организации транспортных услуг. Благодаря этому возможно развитие бизнеса и устойчивой транспортной сети, связывающей глобального поставщика сырья с конечным пользователем. Однако в настоящее время транспорт сталкивается с множеством проблем с точки зрения безопасности, отчетности, надежности обслуживания, вопросов навигации и стоимости операций.*

**Ключевые слова:** Интернет вещей, цифровизация транспорта, информационные технологии, технологии на автомобильном транспорте, IoT.

### **Постановка задачи**

В процессе развития экономики и социума транспортный сектор играет решающую роль. От эффективного функционирования транспортной системы зависит множество аспектов, таких как своевременная доставка грузов потребителям, мобильность пассажиров в городах, логистика крупных производственных учреждений. Следовательно, процесс транспортировки становится важным и неотъемлемым элементом в соединении клиентов с командой цепочки поставок с помощью логистических структур и транспортных средств. [1]

Единое и всецелое функционирование транспортных операций возможно только в том случае, если все элементы цепочки перевозочного процесса будут взаимодействовать друг с другом. Если элементы такой системы разделить, то эффективность процессов заметно уменьшится.

Транспортной процесс является важным звеном, позволяющим осуществлять выгодную экономическую деятельность различных предприятий и удовлетворять потребность населения в перевозках. При этом необходимо эффективное управление перевозочной деятельностью для бесперебойной и контролируемой его работы. [2]

Непрерывное развитие научно-технического прогресса напрямую влияет на функционирование транспортного сектора. На основе этого возникла потребность в интеграции информационных и коммуникационных систем в транспортную отрасль. Одним из наиболее перспективных систем является Интернет вещей (IoT). В этой статье рассматриваются возможности IoT и его архитектура для транспортного сектора.

### **Цель работы**

В рамках данной работы рассматривается возможность внедрения элементов системы Интернета вещей для оптимизации транспортных процессов. Описывается функционирующую



процесс системы, ее структурная составляющая и основные направления для интеграции IoT в отрасль.

### Основная часть

Интернет вещей - это передовая технология, ориентированная на более широкую перспективу решения инженерных проблем. Интернет вещей - это воплощение как информационных, так и коммуникационных технологий, связанных с конкретным приложением.

В IoT, независимо от приложения, присутствует несколько измерительных приборов, которые включают в себя как нано-, так и микромеханическое оборудование. Они помогают осуществить сбор данных, которые будут передаваться в облако через Интернет с помощью беспроводных технологий. Это позволяет пользователю понимать различные параметры, их влияние друг на друга, а также принимать наиболее оптимальные решения, которые улучшат работу системы. [3]

На рисунке 1 показано схематическое изображение технологии Интернета вещей на транспорте и ее функционирование.

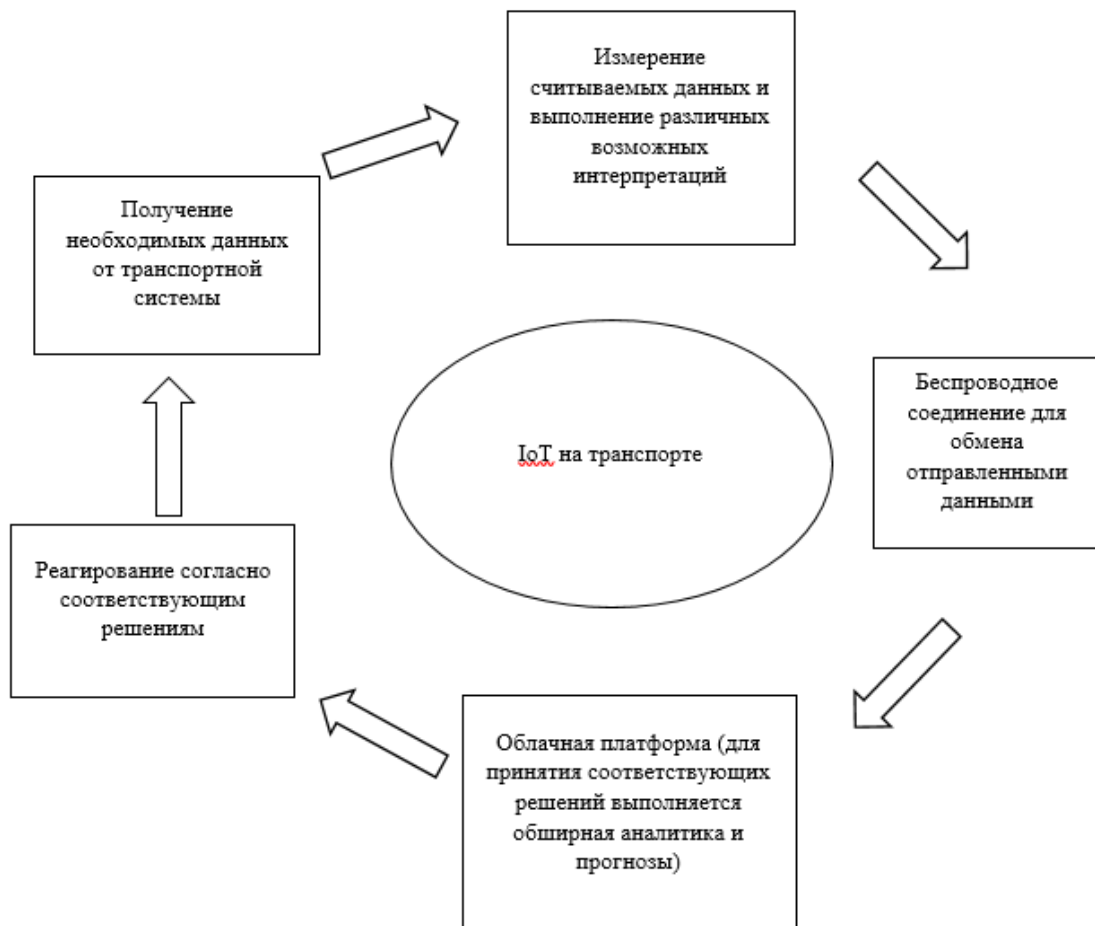
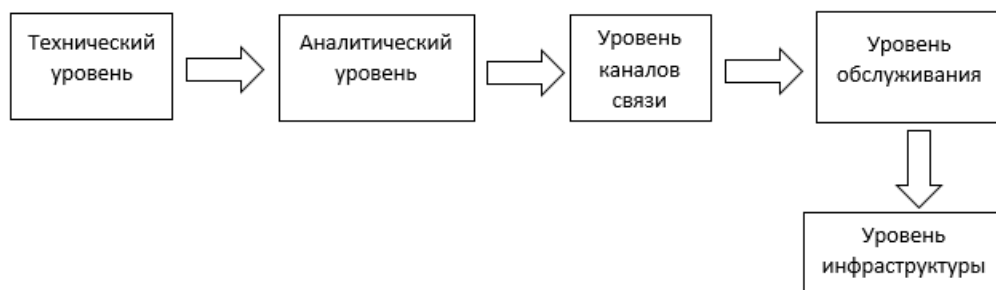


Рис. 1. Функционирующий процесс IoT

Архитектура IoT для транспортной системы состоит из пяти различных уровней. Эти уровни включают в себя уровень приложений, технический уровень, уровень каналов связи,

уровень обслуживания и уровень инфраструктуры. [4] Схема архитектуры представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Архитектура системы IoT**

Сама сущность перевозки заключается в перемещении грузов и пассажиров в пространстве за определенное время. Транспортная система, как изучаемая область, предполагает изучение очень многих ее параметров.

Все эти параметры должны восприниматься и передаваться на уровень обслуживания через соответствующий канал связи.

На уровне обслуживания принимаются соответствующие решения для управления системой в соответствии с требованиями. Считанные данные хранятся на уровне инфраструктуры. В таблице 1 приведена структурная организация уровней системы.

Таблица 1

**Структура организации уровней системы**

Уровни	Требования / Компоненты / Задачи, которые необходимо выполнить
Технический уровень	Товары, распределительные центры, терминалы, пассажиры, дороги, транспортные средства
Аналитический уровень	Навигация, камеры, мониторинг окружающей среды, мониторинг транспортных средств, анализ грузопотоков, анализ пассажиропотока
Уровень каналов связи	Сеть 3G / 4G / 5G, Wi-Fi, проводная сеть, оптоволокно, общественная и частная сеть
Уровень обслуживания	Платформа транспортных услуг, платформа для личного транспорта, платформа для обслуживания подвижного состава, платформа интеллектуальных услуг
Уровень инфраструктуры	Служба ГИС, облачные вычисления, облачное хранилище, Big Data
Технический уровень	Товары, распределительные центры, терминалы, пассажиры, дороги, транспортные средства

На техническом уровне происходит отслеживание задач в соответствии с требованиями клиентов. При перевозке грузов и пассажиров технический уровень решает задачи, связанные с пассажирами, транспортными средствами, дорогами, товарами и другими услугами.

Аналитический уровень - это уровень, который взаимодействует между техническим уровнем и оператором перевозочного процесса (водитель, диспетчер) с помощью электронных устройств, называемых сетью датчиков. Эти датчики и другие устройства могут быть встроены в транспортное средство. В качестве устройств могут использоваться различные электронные компоненты или гаджеты, в том числе: СС TV, камеры, датчики, RFID-метки, устройства чтения изображений или текста и т. д.

Уровень каналов связи один из наиболее важных уровней в системах IoT. Это уровень действует как информационный мост между аналитическим уровнем и уровнем обслуживания. Уровень каналов связи помогает в передаче данных от аналитического уровня посредством сетей 3G/4G/5G, Wi-Fi, проводных сетей, оптических сетей, общедоступных и частных сетей. Важным фактором при разработке уровня каналов связи является вопрос безопасности передачи данных. Помимо этого, необходимо учитывать скорость и прозрачность передачи данных.

На уровне обслуживания выполняются действия, которые передаются от технического уровня в соответствии с требованиями клиентов. Уровень обслуживания получает подробную информацию от аналитического уровня через уровень каналов связи. Полученная информация обрабатывается разными способами и проводится подробная аналитика различными вычислительными инструментами.

Уровень инфраструктуры - это уровень, который создает технологию, необходимую для выполнения различных услуг и хранения полученной информации. Сюда входят служба ГИС, платформа облачных вычислений, облачное хранилище, инструменты анализа Big Data и т.д.

Интернет вещей имеет множество возможных применений в транспортной отрасли.[5]

С помощью технологий IoT можно отслеживать движение транспортных средств, их местонахождение в данный момент времени, время работы и время стоянки, попытки проникновения в кузов транспортного средства и т. д. Все эти аспекты можно отслеживать интеллектуально с помощью систем IoT.

Использование элементов технологии интернета вещей позволяет измерять внутренние условия внутри кузова транспортного средства при перевозках (температура, влажность, условия освещения и т.д.). Интернет вещей также можно применять в системах управления и навигации транспортных средств. Мониторинг транспортных средств в режиме реального времени при помощи инструментов IoT позволяет осуществлять эффективную доставку продукции потребителям в условиях мегаполисов.

### **Выводы**

1) Технология IoT при интеграции с транспортной системой дает множество преимуществ. Эти преимущества включают в себя [5-6]:

- Оптимизацию груженого и холостого пробега подвижного состава, что дает преимущество за счет снижения расхода топлива. Это позволяет повысить экономическую эффективность перевозок.
- Оптимизацию или изменение маршрута движения транспорта в режиме реального времени с учетом ограничивающих факторов.
- Онлайн мониторинг позволяет повысить общественную безопасность при перевозках благодаря контролю за движением транспортных средств и состоянием груза в процессе перевозки.
- Контроль за движением грузов при экспорте и импорте;
- Оптимизация транспортных и логистических затрат грузовладельцев.

2) Применение технологии IoT на транспорте широко обсуждается на данный момент. Современные технологии, позволяющие при минимальных затратах обеспечить

централизованный контроль за каждым элементом транспортного процесса, открывают перспективы для автоматизации и цифровизации транспортной отрасли.

3) Интернет вещей позволит уменьшить влияние человеческого фактора при операционном взаимодействии участников операций, повысить скорость обработки информации и предоставит возможность обрабатывать массивы данных за короткое время.

#### Список литературы

1. Ramazan Erturgut, Increasing demand for logistics technician in business world and rising trend of logistics programs in higher vocational schools: Turkey case, In *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 15, 2011, pp. 2776-2780. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.187>

2. Yung-yu Tseng, The Role of Transportation in Logistics, Masters Thesis, University of South Australia, School of Natural and Built Environments, Transport Systems Centre, 2004.

3. L. Atzori, A. Iera, G. Morabito. The internet of things: A survey. *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, 2010.

4. Intel, *olution Blueprint Internet of Things, Building an Intelligent Transportation System with the Internet of Things (IoT)* <http://www.intel.com/iot>.

5. Redhat, *Tchnology Overview, Smart transportation applications in the Internet of Things*, <https://www.redhat.com/en/resources/transportationinternet-things>

6. Archana Dash, Nallapaneni Manoj Kumar *The Internet of Things: An Opportunity for Transportation and Logistic - Conference Paper · November 2017*, pp. 7

#### Боровков А.О. Впровадження елементів системи інтернету речей в транспортній галузі

*Анотація.* У статті розглядаються можливості застосування системи Інтернету речей (IoT) в транспортному секторі. Описується потреба в IoT, архітектура IoT для вирішення проблем різної складності. У дослідженні також підкреслюється, що аспекти, в яких можливе застосування технологій IoT на транспорті, є найбільш значущими в економічному і соціальному значенні. Оптимізації транспортного обслуговування Цього можна досягти тільки при правильному плануванні і ефективної організації транспортних послуг. Завдяки цьому можливий розвиток бізнесу і стійкої транспортної мережі, що зв'язує глобального постачальника сировини з кінцевим користувачем. Однак в даний час транспорт стикається з безліччю проблем з точки зору безпеки, звітності, надійності обслуговування, питань навігації і вартості операцій.

*Ключові слова:* Інтернет речей, цифровизация транспорту, інформаційні технології, технології на автомобільному транспорті, IoT.

#### Borovkov A.O. Implementation of elements of the internet of things in the transport industry

*Abstract.* The article discusses the possibilities of using the Internet of Things (IoT) system in the transport sector. Describes the need for IoT, IoT architecture for solving problems of varying complexity. The study also emphasizes that the aspects in which it is possible to use IoT technologies in transport are the most significant in economic and social terms. Optimization of transport services This can only be achieved with proper planning and efficient organization of transport services. This enables business development and a sustainable transport network linking the global supplier of raw materials to the end user. However, transport currently faces many challenges in terms of safety, accountability, service reliability, navigation issues and cost of operations.

*Keywords:* Internet of Things, digitalization of transport, information technology, technologies in road transport, IoT.

## ПРАВИЛА ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікування в журналі «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту» приймаються неопубліковані раніше наукові статті в галузях: транспорту і двигунів внутрішнього згорання; проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг; надійності й довговічності механізмів і машин; транспортних технологій.

У журналі друкуються статті українською, російською (змішаними) мовами.

Для публікації наукової статті в редакцію необхідно представити наступні документи:

- текст статті у 2-х форматах;
- назву статті, анотацію та ключові слова українською, російською та англійською мовами;
- експертний висновок про можливість відкритого публікування;
- завірену рецензію доктора наук або члена редакційної колегії;
- відомості про автора (-ів) (прізвище, ім'я та по батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце та адреса роботи для кожного автора)
- інформація для зв'язку: e-mail, службовий або домашній телефони, поштова адреса (для відправлення авторського екземпляру журналу) одного з авторів.

### Вимоги до рукописів

Стаття подається у 2-х варіантах: у форматі Word for Windows – **.doc** (або **.docx**); та у форматі **pdf** (сканований документ з нумерацією сторінок та підписом автора).

Обсяг наукової статті 5–10 сторінок тексту, які включають таблиці, ілюстрації (4 ки дорівнюють 1 сторінці), перелік літератури. Обзорні статті – до 12 сторінок.

Параметри сторінки: розмір – А4 (210 x 297мм); орієнтація – книжкова; поля: верхнє – 15мм, нижнє – 25мм, ліве – 25мм, праве – 15мм.

Весь текст повинен бути набраний стилем «Звичайний» (Normal), тип шрифту – TimesNewRoman.

### Структура статті

<b>Код УДК (універсальний десяти- ний класифікатор)</b>	Шрифт: 12пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по лівому краю, міжрядко- вий інтервал – одинарний
Пустий рядок	Шрифт: 12пт, Абзац: міжрядковий інтервал – одинарний
<b>Прізвище (-ща) та ініціали автора (-ів), науковий ступінь, вчене звання Повна назва організації</b>	Шрифт: 11пт, напівжирний курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал –
Пустий рядок	
<b>НАЗВА СТАТТІ</b>	Шрифт: 14пт, напівжирний, всі букви строчні Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжрядковий інтервал –
Пустий рядок	
<i>Анотація мовою оригіналу статті(не більш 80 слів, шири- на рядка 130 мм) Ключові слова:</i>	Шрифт: 11пт, курсив Абзац: вирівнювання – по центру сторінки, міжря- дковий інтервал – одинарний, відступ ліворуч – 20мм, та праворуч – 20мм.
Пустий рядок	
Основний текст статті Текст рукопису повинен містити такі розділи, як:	Шрифт: 12пт, звичайний Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – множитель 1,1пт, відступ першого рядка 7,5 мм.

<p><b>Постановка проблеми</b></p> <p>де відображається історія предмету дослідження, актуальність та сучасний стан проблеми;</p> <p><b>Аналіз останніх досліджень</b></p> <p>на які спирається автор, виділення невіршених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячується означена стаття;</p> <p><b>Мета статті</b></p> <p>(постановка задачі);</p> <p><b>Основний розділ</b></p> <p>(можливі підрозділи);</p> <p><b>Висновки</b></p> <p>де стисло та чітко підсумовуються основні результати, що були одержані автором (-ами).</p>	<p>Назви розділів напівжирним шрифтом без крапки наприкінці.</p> <p>Таблиці повинні мати тематичні назви та порядкові номери (без знаку №), на які даються посилання у тексті.</p> <p>Рисунки та графіки повинні бути пронумеровані в порядку посилання у тексті. Кожний розміщується в окремому файлі (формати <b>.bmp, .jpg, .tiff</b>). Кольорові та фонові рисунки не приймаються. Перелік рисунків з номерами та підписами рисунків пишуться в окремому документі.</p> <p>Усі формули повинні бути набрані у редакторі формул MicrosoftEquation 2.0, 3.0 (MathType). При виборі одиниць виміру слід дотримуватись системи СІ. Ціла частина числа від десятичної відділяється ко-мою.</p> <p>Нумерація формул дається арабськими цифрами в круглих дужках праворуч.</p> <p>Посилання на джерела беруться у квадратні дужки.</p>
Пустий рядок	
<p><b>Список літератури</b></p> <p>1. який виконується згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з ін-формації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» та в порядку</p>	<p>Назва розділа – шрифт: 12пт, напівжирний.</p> <p>Текст списку:</p> <p>Шрифт: 11пт, курсив;</p> <p>Абзац: вирівнювання – по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм.</p>
Пустий рядок	
<p><b>Ф.И.О. авторов. Название статьи на альтернативном языке (П.І.Б. авторів. Назва статті на альтернативній мові) Анотація (Анотація). Анотація на альтернативній мові (російська, якщо стаття на українській мові; або українська, якщо стаття на російській мові.</b></p>	<p>Шрифт: 12пт, курсив</p> <p>Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм</p>
Пустий рядок	
<p><b>П.І.Б. авторів. Назва статті на англійській мові</b></p> <p><b>Abstract.</b> Переклад анотації на англійську мову.</p> <p><b>Keywords:</b> Переклад ключових слів на англійську мову</p>	<p>Шрифт: 12пт, курсив</p> <p>Абзац: вирівнювання –по ширині сторінки, міжрядковий інтервал – одинарний, відступ першого рядка – 7,5мм</p>

Статті, що не відповідають вимогам, повертаються авторам для доопрацювання.

Після прийняття редколегією рішення про допуск статті до публікації відповідальний секретар інформує про це автора й указує строки публікації, розмір плати за публікацію статті та банківські реквізити Академії.

## ПОРЯДОК РЕЦЕНЗУВАННЯ СТАТЕЙ

1. Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять через інститут рецензування.
2. Форми рецензування статей:
  - зовнішня (рецензування рукописів статей доктором або кандидатом наук, який є провідним спеціалістом у відповідній галузі науки);
  - внутрішня (рецензування рукописів статей членами редакційної колегії).
3. У зовнішній рецензії повинні бути висвітлені наступні питання:
  - чи відповідає зміст статті заявленій в назві темі;
  - наскільки стаття відповідає сучасним досягненням у зазначеній галузі;
  - чи доступна стаття читачам, на яких вона розрахована, з погляду мови, стилю, розташування матеріалу, наочності таблиць, діаграм, малюнків та ін.;
  - чи доцільна публікація статті з урахуванням раніше випущеної по даному питанню літератури;
    - у чому конкретно полягають позитивні сторони, а також недоліки статті, які виправлення й доповнення повинні бути внесені автором;
    - висновок про можливість опублікування даного рукопису в журналі: «рекомендується», «рекомендується з урахуванням виправлення відзначених рецензентом недоліків» або «не рекомендується».
4. Зовнішня рецензії засвідчуються в порядку, установленому в установі, де працює рецензент. Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.
5. Відповідальний секретар протягом 7 днів повідомляє авторів про одержання статті.
6. Відповідальний секретар визначає відповідність статті профілю журналу, вимогам до оформлення й направляє її на внутрішнє рецензування члену редакційної колегії, що має найбільш близьку до теми статті наукову спеціалізацію.
7. Строки рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним секретарем з урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.
8. Внутрішня рецензія виконується членами редакційної колегії журналу у відповідності з наказом ректора Академії від 11.10.2010р. №153-01 «Про затвердження Положення про порядок випуску наукового фахового видання Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».

Рецензент коментує якість рукопису за такими пунктами, як:

  - наукова новизна,
  - обґрунтованість результатів,
  - начимість результатів,
  - ясність викладання,
  - якість оформлення;

виставляє по кожному пункту параметричну оцінку від 0 до 5. В залежності від суми балів приймається рішення про доцільність публікації, про необхідність доопрацювання рукопису, або про недоцільність публікації.

Рецензія повинна бути підписана рецензентом з розшифровкою посади, наукового ступеня і вченого звання.
9. У випадку відхилення статті від публікації редакція направляє авторові мотивовану відмову.
10. Наявність позитивної рецензії не є достатньою підставою для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність публікації ухвалюється вченою радою Академії.
11. Оригінали рецензій зберігаються в редакції наукового журналу «Вісник Донецької академії автомобільного транспорту».

Наукове видання

**ВІСНИК ДОНЕЦЬКОЇ АКАДЕМІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

№ 2, 2021

(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск – Ю.В. Прилепський Комп'ютерне верстання – С.А. Ткачов

Літературна обробка – Н.І. Головченко

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$ . Ум. друк. арк. 4,6. Тираж 100 пр.

**Донецька академія автомобільного транспорту**

*Адреса засновника та редакції:*

пр. Дзержинського, 7, м. Донецьк, 83086, Україна

*Тел.:* +38 (062) 345-21-90

*E-mail:* nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

*Адреса видавця:*

ПП «Рекламно-виробнича фірма «Молнія» вул. Октябрю, 22а, м. Донецьк, 83030, Україна

*Тел.:* +38 (062) 388-21-67



Научное издание

**ВЕСТНИК ДОНЕЦКОЙ АКАДЕМИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

№ 2 2021

(на украинском, русском и английском языках)

Ответственный за выпуск – Ю.В. Прилепский Компьютерная верстка – С.А. Ткачёв

Литературная обработка – Н.И. Головченко

Формат 60x84 $\frac{1}{8}$ . Усл. печ. л. 4,6. Тираж 100 экз.

**Донецкая академия автомобильного транспорта**

*Адрес учредителя и редакции:*

пр. Дзержинского, 7, г. Донецк, 83086, Украина

*Тел.:* +38 (062) 345-21-90

*E-mail:* nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

*Адрес издателя:*

ЧП «Рекламно-издательская фирма «Молния» ул. Октябрю, 22а, г. Донецк, 83030, Украина

*Тел.:* +38 (062) 388-21-67



Scientific Edition

**BULLETIN OF THE DONETSK ACADEMY OF AUTOMOBILE TRANSPORT**

№ 2, 2021

(in Ukrainian, Russian and English languages)

Responsible for issue – Yu.V. Prilepskyi Computer makeup – S.A. Tkachov

Redaction – N.I. Golovchenko

Format 60x84 $\frac{1}{8}$ . Conventional printed sheet 4,6. Circulation 100

**Donetsk academy of automobile transport**

*Address of founder and editorial office:*

ave. Dzerzhinskoho, 7, Donetsk, 83086, Ukraine

*Tel.:* +38 (062) 345-21-90

*E-mail:* nauka@diat.edu.ua, rector@diat.edu.ua

*Address of publisher:*

PE "Advertising and Publishing Company" Molniya " Str. Oktyabrya, 22 a, Donetsk, 83030, Ukraine

*Tel.:*+38 (062) 388-21-67