



ПРЕГЛЕД И АНАЛИЗ НА ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗОПЪТНИЯ ТРАНСПОРТ

Димитър Димитров, Красимир Лалов

ddimitrov@vtu.bg, klalov@vtu.bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“

София, ул. „Гео Милев“ No 158

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

***Ключови думи:** Интелигентни системи за управление, железопътен транспорт, транспортни системи, информационни системи.*

***Резюме:** Интелигентните транспортни системи предоставят иновативни способности, свързани с управление на предлаганите услуги и процеси в железопътния транспорт, както и за управление на трафика. Те позволяват на потребителите да бъдат по-добре информирани и да използват по-безопасно, по-координирано и „по-интелигентно“ тези системи и мрежи. Посочени са проблемите свързани с изграждането и развитието на тези интелигентните информационни системи, като са очертани основните направления, по които трябва да се работи за подобряване на тяхната функционалност. В настоящата статия се прави общ преглед и анализ на видовете интелигентни системи, които се използват за управление на железопътния транспорт, както и видовете информационни услуги, които се предоставят за пътниците и товарите.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Интелигентните транспортни информационни системи (Intelligent Transport Information Systems – ITIS) има за цел да предоставят иновативни услуги, свързани с различните видове транспорт и управление на трафика. Това дава възможност на клиентите да бъдат по-добре информирани и да направят по-безопасно, по-координирано и "по-интелигентно" използване на транспортните мрежи и услуги.

ITIS са усъвършенствани технологии и системи, които подобряват ефективността, безопасността и устойчивостта на транспорта. Тези системи използват различни технологии, като сензори, комуникационни мрежи и анализ на данни, за да събират, обработват и разпространяват информация в реално време, свързана с процесите. ITIS могат да предоставят ценна информация на пътници, органи за управление на трафика или доставчици на транспортни услуги. Може да включва функции като актуализации на трафика в реално време, динамично насочване по маршрута, графици на обществения транспорт, наличност на паркинг, метеорологични условия и предупреждения за инциденти. Като интегрира данни от различни източници и ги анализира, ITIS има за цел да оптимизира трафика, да намали задръстванията, забавянията и да подобри цялостните транспортни операции.

Тези системи са предназначени да подобрят цялостното транспортно обслужване, да насърчат устойчив избор на пътуване и да улеснят вземането на информирани решения – както за пътуващите, така и за транспортните оператори. Те играят решаваща роля в създаването на интелигентни и ефективни транспортни мрежи в градските райони.

В настоящата статия е обзорна и прави общ преглед и анализ на видовете интелигентни транспортни системи, които се използват за управление на железопътния транспорт, както и видовете информационни услуги, които се предоставят за пътниците и товарите.

Посочени са проблемите свързани с изграждането и развитието на тези интелигентните информационни системи, като са очертани основните направления, по които трябва да се работи за подобряване на тяхната функционалност.

АНАЛИЗ И ЗАДАЧИ НА ITIS

ITIS играят решаваща роля в съвременните транспортни мрежи. Те предоставят данни и информация в реално време, които подобряват ефективността, безопасността и цялостното потребителско изживяване на транспортните системи. Ето анализ на някои ключови аспекти на транспортните информационни системи:

1. **Управление на трафика [4]:** ITIS позволява на органите за управление на трафика да наблюдават и контролират трафика по-ефективно. Данните в реално време за задръстванията, произшествията и пътните условия помагат да вземат информирани решения, като например коригиране на времената на пътните сигнали, въвеждане на затваряне на платна или отклоняване на трафика. Това води до намаляване на задръстванията, подобряване на трафика и повишена безопасност.
2. **Информация за пътниците:** ITIS предоставя на пътниците информация в реално време за условията на трафика, алтернативни маршрути, разписания на обществения транспорт и наличност на паркинг. Пътуващите имат достъп до тази информация чрез мобилни приложения, уебсайтове или електронни знаци. Като предоставя на пътниците актуална информация, ITIS им помага да вземат информирани решения, да избират оптимални маршрути и да планират пътуванията си по-ефективно.
3. **Оптимизация на обществения транспорт:** ITIS улеснява оптимизирането на системите за обществен транспорт. Предоставя информация за разписанията на автобусите/влаковете, часовете на пристигане и прекъсванията на обслужването. Тази информация помага на пътуващите да планират пътуванията си, намалява времето за чакане и подобрява цялостната надеждност на обществения транспорт. ITIS може също да интегрира платежни системи, позволявайки безпроблемно събиране на билети и подобряване на потребителското изживяване.
4. **Управление на инциденти:** ITIS играе решаваща роля в управлението на инциденти. Данните в реално време за произшествия, затворени пътища и други инциденти позволяват бърза реакция и подходящи действия. Властите могат незабавно да дават информация на пътуващите, да съветват за алтернативни маршрути и да координират ефективно службите за спешна или аварийна помощ. Това повишава безопасността и минимизира въздействието на инциденти върху транспортните мрежи.
5. **Мултимодална интеграция:** ITIS насърчава интегрирането на различни видове транспорт, включително обществен транспорт, услуги за споделено пътуване и колоездене. Той позволява на потребителите да имат достъп до информация за различни видове транспорт, да планират мултимодални пътувания и безпроблемно

да се прехвърлят между видовете транспорт. Тази интеграция насърчава устойчивия избор на пътуване, намалява задръстванията и подобрява цялостната ефективност на транспорта.

6. **Анализ на данни и планиране:** ITIS генерира огромни количества данни, които могат да бъдат анализирани, за да се получат ценни прозрения за транспортно планиране и изготвяне на политики. Техниките за анализ на данни могат да идентифицират модели на трафик, да предскажат търсенето на пътувания и да поддържат дългосрочно планиране на инфраструктурата. Този основан на данни подход помага на властите да вземат информирани решения, да разпределят ефективно ресурсите и да оптимизират транспортните мрежи.
7. **Устойчивост и въздействие върху околната среда:** ITIS допринася за устойчивостта чрез насърчаване на ефективни транспортни практики. Като предоставя информация за условията на трафика и алтернативните маршрути, той помага за намаляване на разхода на гориво и емисиите на парникови газове, причинени от задръстванията или използването на неоптимални маршрути. ITIS също така насърчава използването на обществен транспорт и активни видове транспорт, намалявайки зависимостта от лични превозни средства и намалявайки въздействието върху околната среда.
8. **Потребителско изживяване и достъпност:** ITIS има за цел да подобри цялостното потребителско изживяване и достъпността на транспортните системи. Информацията в реално време дава възможност на пътниците, намалява несигурността и повишава удобството при използване на различни видове транспорт. ITIS може да включва функции за достъпност, като например предоставяне на информация за хора с увреждания, осигуряване на равен достъп за всички потребители.

В обобщение, транспортните информационни системи оказват значително влияние върху транспортните мрежи. Те подобряват управлението на трафика, предоставят ценна информация на пътниците, оптимизират обществения транспорт, улесняват управлението на инциденти, насърчават мултимодална интеграция, поддържат планиране, базирано на данни, допринасят за устойчивостта и подобряват потребителското изживяване и достъпност. Използвайки технологии и данни, ITIS играе жизненоважна роля в създаването на по-интелигентни, по-ефективни и ориентирани към потребителя транспортни системи.

ВИДОВЕ, СТРУКТУРА И УСЛУГИ, КОИТО ПРЕДОСТАВЯТ ITIS

ITIS обхващат различни видове системи, които предоставят информация, свързана с транспорта. Видове транспортни информационни системи са:

1. **Системи за управление на трафика:** Тези системи наблюдават и управляват потока на трафика, включително събиране на данни за трафика в реално време, откриване на инциденти, координиране на пътни сигнали и знаци с динамични съобщения. Те помагат за оптимизиране на трафика, намаляване на задръстванията и подобряване на пътната безопасност.
2. **Информационни системи за пътници:** Тези системи предоставят информация в реално време на пътниците, включително актуализации за трафика, времена за пътуване, пътни условия, разписания на обществения транспорт и наличност на паркинг. Те могат да бъдат достъпни чрез мобилни приложения, уебсайтове, електронни означения или системи за излъчване, за да помогнат на пътуващите да вземат информирани решения за пътуване.
3. **Информационни системи за обществен транспорт [5]:** Тези системи се фокусират върху предоставянето на информация за услугите на обществения

транспорт, като разписания на автобуси или влакове, маршрути, информация за тарифите и актуализации за пристигане в реално време. Те позволяват на пътуващите да планират пътуванията си и да навигират по-ефективно в мрежите на обществения транспорт.

4. **Интелигентни системи за паркиране:** Тези системи предоставят информация за наличността на паркинг, включително заетостта на паркоместата в реално време, системи за насочване при паркиране и мобилни приложения, които помагат на водачите да намерят и резервират места за паркиране. Интелигентните системи за паркиране оптимизират използването на паркинга, намаляват времето за търсене и облекчават задръстванията в градските райони.
5. **Системи за управление на товари:** Тези системи са предназначени да управляват и оптимизират операциите по превоз на товари. Те включват функции като проследяване на пратки, видимост на веригата за доставки, планиране на маршрути, оптимизиране на товара и логистична информация в реално време за подобряване на ефективността и надеждността на движението на товари.
6. **Системи за спешно реагиране:** Тези системи улесняват бързата и координирана спешна реакция по време на транспортни инциденти, аварии или природни бедствия. Те предоставят информация за инциденти в реално време, спешни сигнали и комуникационни платформи за подпомагане на ефективно управление на извънредни ситуации и подобряване на времето за реакция.
7. **Географски информационни системи (GIS):** GIS интегрира пространствени данни, свързани с транспортни мрежи, инфраструктура и различни други слоеве, позволявайки анализ и визуализация на геопространствена информация. Той помага при планирането на транспорта, оптимизирането на маршрута, пространствения анализ и процесите на вземане на решения.
8. **Интелигентни транспортни системи (ИТС) [3] [7]:** ИТС е по-широк общ термин, обхващащ различни модерни технологии и системи, които подобряват транспортната ефективност, безопасността и устойчивостта. Той включва елементи от различни видове ITIS, споменати по-горе, и включва технологии като сензори, комуникационни мрежи, анализ на данни и автоматизация за подобряване на транспортните операции.

Транспортните информационни системи продължават да се развиват с напредъка на технологиите. Комбинацията и интеграцията на различни системи играят решаваща роля в създаването на цялостни и интелигентни транспортни мрежи.

КАТЕГОРИЗАЦИЯ НА ITIS

Информационните услуги в транспорта на пътници и товари могат да бъдат категоризирани в различни видове. Основните видове информационни услуги за превоз на пътници и товари са:

Услуги за информация за пътниците:

1. **Информация за пътуване в реално време:** Услуги, които предоставят актуализации в реално време за графици, маршрути, закъснения и прекъсвания на обществения транспорт, за да помогнат на пътниците да планират своите пътувания.
2. **Планиране на пътуването и навигация:** Услуги, които помагат на пътниците да планират своите пътувания, като предоставят оптимални маршрути, транзитни връзки, очаквано време за пътуване и алтернативни начини на транспорт въз основа на техните предпочитания и ограничения.

3. **Информация за билети:** Услуги, които предлагат информация относно тарифи, опции за билети, начини на плащане и отстъпки, налични за обществения транспорт, което позволява на пътниците да вземат информирани решения и лесно да купуват билети.
4. **Персонализирани предупреждения за пътуване:** Услуги, които изпращат персонализирани предупреждения за пътуване, известия или SMS съобщения до пътниците относно промени в транспортните услуги, закъснения, анулиции или извънредни ситуации, които могат да повлияят на техните пътувания.
5. **Информация за достъпност:** Услуги, които предоставят информация за достъпни транспортни опции, съоръжения и услуги за пътници с увреждания или специални нужди, за да осигурят приобщаване и лекота на пътуване. [6]

Информационни услуги за товарни превози:

1. **Проследяване и локализация на пратки:** Услуги, които позволяват на компаниите за превоз на товари и клиентите да проследяват и проследяват пратките си в реално време, осигурявайки видимост на статуса, местоположението и очакваното време за доставка на стоките.
2. **Съпоставяне на товара и посредничество:** Услуги, които свързват изпращачите с превозвачите, улесняват съпоставянето на товара, посредничеството на товарите и оптимизират използването на транспортния капацитет, позволявайки ефективен и рентабилен товарен транспорт.
3. **Информация за товарни тарифи и пазарна информация:** Услуги, които предоставят информация за тарифите за товари, пазарни тенденции и прозрения, за да помогнат на компаниите да вземат информирани решения относно ценообразуването, планирането на капацитета и стратегиите за товарен транспорт.
4. **Митническа и търговска документация:** Услуги, които предлагат информация и помощ с митническите разпоредби, изискванията за търговска документация и съответствие за международни превози на товари, осигуряващи безпроблемно и ефективно трансгранично движение.
5. **Видимост на веригата за доставки:** Услуги, които предоставят видимост от край до край на веригата за доставки, включително информация за нивата на запасите, състоянието на поръчката, етапи на транспортиране и показатели за ефективност, за да се даде възможност за по-добро логистично планиране и координация.

Тези примери за видовете информационни услуги са налични в пътническия и товарен транспорт. Предоставените услуги може да варират в зависимост от конкретния вид транспорт (напр. въздушен, железопътен, шосеен, морски) и нивото на технологична интеграция в рамките на транспортната мрежа.

СТЪПКИ ПРИ ВНЕДРЯВАНЕ НА ITIS

Внедряването на интелигентни транспортни информационни системи (ITIS) включва няколко стъпки. Основните стъпки, които трябва да се имат предвид са показани на фиг. 1:



Фиг.1. Основни стъпки при внедряването на ITIS

Показаните стъпки в детайли включват:

1. **Планиране и анализ:** Извършване на цялостен анализ на вашата транспортна мрежа и идентифициране на конкретните предизвикателства и цели, които искате да адресирате с ITIS. Тази стъпка включва оценка на съществуващата инфраструктура, модели на трафик и начини на транспорт.
2. **Ангажиране на заинтересованите страни:** Ангажиране на съответните заинтересовани страни, включително транспортни органи, доставчици на услуги и продавачи на технологии, за да се разберат техните изисквания и да се събере нужната информация. Сътрудничеството с тях е ключово, за да се осигури успешното внедряване на ITIS.
3. **Проектиране на системата:** Въз основа на анализа и приноса на заинтересованите страни, се проектира ITIS архитектурата и дефинира необходимите компоненти. Това включва избор на подходящи технологии, като сензори, комуникационни мрежи и платформи за анализ на данни.
4. **Събиране и интегриране на данни:** Създаване на механизми за събиране на данни в реално време от различни източници, като сензори за трафик, GPS устройства, системи за обществен транспорт и метеорологични услуги. Интегриране на тези данни в централизирана система за обработка и анализ.
5. **Анализ на данни и подкрепа за вземане на решения:** Използване на техники за анализ на данни, при обработване и анализиране на събраната информация. Генериране на ключови заключения, като модели на трафика, горещи точки на задръствания и прогнозни модели за трафик потока. Разработване на инструменти за подпомагане на вземането на решения, които могат да насочват пътниците, да оптимизират маршрутите и да предоставят подходяща информация на заинтересованите страни.

6. **Комуникация и разпространение на информация:** Създаване на комуникационни канали и платформи за разпространение на информация в реално време до пътуващите, доставчиците на услуги и органите за управление на трафика. Това може да включва мобилни приложения, уебсайтове, електронни знаци и публични съобщения.
7. **Тестване и пилотиране:** Преди пълномасщабно внедряване, извършване на пилотни тестове, за да потвърдим функционалността и производителността на компонентите на ITIS. Събиране на обратна връзка от потребители и заинтересовани страни, за да се дообучи системата.
8. **Внедряване и интегриране:** Внедряване на ITIS в транспортната мрежа, осигурявайки безпроблемна интеграция със съществуващата инфраструктура и услуги. Наблюдаване/изчисляване на неговата ефективност и извършване на всички необходими корекции по време на първоначалната фаза на внедряване.
9. **Поддръжка и надстройки:** Редовно поддръжка и актуализация на ITIS инфраструктурата, за осигуряване на безпроблемната ѝ работа и да е актуална спрямо развиващите се технологии и нужди на потребителите. Постоянно събиране на информация за нововъзникващите тенденции и напредък в областта, за да се подобрява непрекъснато системата.
10. **Оценка и подобряване:** Непрекъснато оценяване на ефективността и въздействието на ITIS. Събиране на обратна връзка от потребители и заинтересовани страни, наблюдаване на ключови показатели за ефективност и извършване на подобрения въз основа на констатациите. Този итеративен процес гарантира ефективността и уместността на системата във времето.

Прилагането на ITIS е сложно начинание, което изисква координация между множество заинтересовани страни и стабилна техническа инфраструктура. От съществено значение е да се вземат предвид фактори като мащабируемост, киберсигурност и поверителност, за да се гарантира успешно внедряване и дългосрочна устойчивост на интелигентни транспортни информационни системи.

ПРОБЛЕМИ СВЪРЗАНИ С РАБОТАТА НА ITIS

Транспортните информационни системи (ITIS) срещат няколко проблема, които могат да възпрепятстват тяхната ефективност и въздействие. Ето някои често срещани предизвикателства, свързани с транспортните информационни системи:

1. **Точност и надеждност на данните:** Точността и надеждността на данните, събрани за ITIS, са от решаващо значение за предоставянето на точна и актуална информация. Въпреки това проблеми като неправилни или непълни данни, остаряла информация и непоследователно качество на данните от различни източници могат да подкопаят надеждността на изходните данни на ITIS.
2. **Интегриране на данни и съвместимост:** ITIS често разчита на интегриране на данни от множество източници и системи, които могат да използват различни формати, стандарти и протоколи. Постигането на безпроблемна интеграция на данни и съвместимост между различни заинтересовани страни и системи може да бъде сложно, изискващо широка координация и технически решения.
3. **Ограничено покритие и фрагментация:** Ефективността на ITIS може да бъде ограничена, когато покритието е непълно или фрагментирано. Пропуски в инфраструктурата за събиране на данни, като например липсващи сензори за трафик или ограничено покритие на системите за обществен транспорт, могат да доведат до непълна и ненадеждна информация, особено в по-слабо развитите или селските райони.

4. **Проблеми с поверителността и сигурността:** ITIS работи с чувствителни данни, включително лична информация за пътуване, което поражда опасения за поверителността. Осигуряването на стабилни мерки за защита на поверителността, анонимизирането на данните и сигурното предаване и съхранение на данни са от решаващо значение за поддържане на доверието на потребителите и спазване на разпоредбите за поверителност.
5. **Технологична инфраструктура и поддръжка:** ITIS разчита на стабилна технологична инфраструктура, включително сензори, комуникационни мрежи и системи за обработка на данни. Поддържането и надграждането на тази инфраструктура, заедно с редовните софтуерни актуализации и поддръжка, изисква значителни инвестиции и постоянни ресурси.
6. **Възприемане и ангажиране на потребителите:** Успехът на ITIS зависи от приемането и ангажираността на потребителите. Ниската осведоменост, ограничената достъпност или липсата на удобни за потребителя интерфейси обаче могат да възпрепятстват приемането и използването от страна на потребителите. Гарантирането, че ITIS решенията са интуитивни, лесни за достъп и предоставят стойност за потребителите, е от съществено значение за широкото им приемане.
7. **Финансови и ресурсни ограничения:** Внедряването и поддържането на ITIS изисква финансови ресурси, квалифициран персонал и постоянна оперативна поддръжка. Ограниченото финансиране, бюджетните ограничения и предизвикателствата при разпределението на ресурсите могат да възпрепятстват развитието и устойчивостта на инициативите за ITIS.
8. **Правни и регулаторни съображения:** Прилагането на ITIS включва навигиране в правни и регулаторни рамки, свързани с поверителността на данните, интелектуалната собственост, отговорността и споделянето на данни между различни заинтересовани страни. Спазването на съответните закони и разпоредби, като същевременно позволява ефективно споделяне на данни и сътрудничество, може да бъде сложна задача.

Справянето с тези предизвикателства изисква многостранен подход, включително стабилно управление на данните, механизми за валидиране на данни, инвестиции в инфраструктура, ориентиран към потребителя дизайн, публично-частни партньорства и сътрудничество между заинтересованите страни. Чрез активна работа за преодоляване на тези предизвикателства потенциалът на транспортните информационни системи може да бъде увеличен максимално, което води до подобрена транспортна ефективност, безопасност и устойчивост.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящата статия направи обзор на интелигентните транспортни информационни системи, тяхната категоризация и функции, както и ползите, които доставят на пътуващи хора и придвижването на товари по един съвременен и информиран начин. Статията изброява и проблеми, които възникват при внедряването на интелигентни транспортни информационни системи. Внедряването на такъв род системи е в синхрон с изграждането и развитието на транспортната инфраструктура с местно, регионално и международно значение [1]. Стратегическите цели заложи в ИТС са: „повишаване на ефективността и конкурентоспособността на транспортния сектор; подобряване на транспортната свързаност и достъпност (вътрешна и външна); ограничаване на отрицателните ефекти от развитие на транспортния сектор“ [1]. Развитието на ITIS води до оптимизация на доставките, разходите свързани с това, повишаване на потенциала на населението и производствените предприятия. Способства за повишаване на качеството на живот, намаляване на вредните емисии,

спестява консумацията на енергия [2]. Настоящият анализ дава съществено предимство на релсовия транспорт, за ефективното прилагане на ITIS, като енергоефективен, зелен транспорт, комфорт при пътуване или доставяне на стоки и товари от производител до потребител. Оптимизацията на маршрутите и времето за превоз, с прилагането на ITIS, е от съществено значение за намаляване на цената на транспортната задача – организиране и приемане-предаване на стоката, товаро-разтоварни операции, маневриране на транспортни единици, превоз. Транспортната цена е съществена при определяне на общата себестойност на крайните изделия.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Димитров Д., Петрова И., Проучване и анализ на развитието на транспортната инфраструктура в България и региона, Научно списание „Механика Транспорт Комуникации“, ISSN 1312-3823 (print); ISSN 2367-6620 (online), том 16, брой 3/1, ст. № 1603, <https://mtc-aj.com/library/1603.pdf>, 2018 г.
- [2] Zhihan Lv and Wenlong Shang, Impacts of , transportation systems on energy conservation and emission reduction of transport systems: A comprehensive review, Science Direct, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949736122000021>
- [3] Zulkarnain, Tsarina Dwi Putri, Intelligent transportation systems (ITS): A systematic review using a Natural Language Processing (NLP) approach <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021027183>
- [4] Williams Ackaah, Exploring the use of advanced traffic information system to manage traffic congestion in developing countries, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227619301863>
- [5] Anand Paul, Seungmin Rho, in Intelligent Vehicular Networks and Communications, 2017, <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/intelligent-transportation-system>, Intelligent transportation systems
- [6] Janusz Grabara, Michal Kolcun, Sebastian Kot, The role of information systems in transport logistics, https://www.researchgate.net/publication/271443600_The_role_of_information_systems_in_transport_logistics
- [7] Мая Емилова Владимирова, „Интелигентни транспортни информационни системи в управлението на железопътния сектор“, Електронно Научно-приложно списание, брой 7 / 2015, <http://www.ritrans.eu/index.jsp?issue=2015-07&article=E78056E0DB28BCE1C2257E8B002501F0>,

REVIEW AND ANALYSIS OF INTELLIGENT RAIL TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEMS

Dimitar Dimitrov, Krasimir Lalov
ddimitrov@vtu.bg, klalov@vtu.bg

***Todor Kableshkov University of Transport,
158 Geo Milev Str., 1574, Sofia
THE REPUBLIC OF BULGARIA***

Key words: *Intelligent management systems, railway, transport systems, information systems*

Abstract: *Intelligent transport systems provide innovative ways to manage services and processes in rail transport, as well as to manage traffic. They enable users to be better informed and use these systems and networks in a safer, more coordinated and 'smarter' way. The problems related to the construction and development of these intelligent information systems are indicated, and the main areas that should be worked on to improve their functionality are outlined. This article provides an overview and analysis of the types of intelligent systems that are used to manage rail transport, as well as the types of information services that are provided for passengers and freight.*