




APPLICATION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS AS A FACTOR FOR SUSTAINABLE TRANSPORT DEVELOPMENT

Abstract: Intelligent Transport Systems (ITS) are vital for increasing safety and tackling Europe's growing emissions and congestion problems. They can make transport safer, more efficient and more sustainable by applying different information and communication technologies to all types of passenger and freight transport. Information and communication technologies are increasingly used in transport through the introduction of ITS. The use of intelligent transport systems is essential for the sustainable development of transport. Ensuring sustainable transport is aimed at realizing several important moments for achieving efficiency of the transport process, through the transition to more sustainable transport systems. They are generally related to increasing the efficiency of transport.

Author information:

Mariyan Rahnev

eng.

 Bulgaria

Keywords:

intelligent transport systems; Sustainable Development; transport infrastructure

Интелигентни транспортни системи (ИТС)

Европейският съюз (ЕС) и страните членки на ЕС целят създаването на подходящи законови и икономически условия за предоставянето на обществени транспортни услуги, както и съответната към тях транспортна инфраструктура, прилагайки устойчиво транспортно развитие [1]. Устойчивото развитие на транспортния сектор е свързано с повишаването на транспортната ефективност. Общата ефективност на транспортната система е пряко засегната от интегрирането на различни видове транспорт, както и от разработването и внедряването на иновативни технологични решения [1]. Едно от тези иновативни технологични решения е приложението на информационни и комуникационни технологии за изграждането на ИТС. Интелигентните транспортни системи допринасят за подобряването на безопасността и сигурността на превозите, увеличаване на мобилността на населението, намаляване на отрицателното въздействие върху околната среда и климата, повишаване на енергийната ефективност и увеличаване на нивата на конкурентоспособност и заетост [1].

Въвеждането на такива системи в България е свързано с прилагането на редица нормативни изисквания и с изпълнението на европейските директиви, които са част от европейската нормативна рамка, управлението и развитието на ИТС. Тя включва следните директиви и регламенти :

- Директива 2010/40/ЕС на Европейския парламент и на Съвета от 7 юли 2010 г. относно рамката за внедряване на интелигентните транспортни системи в областта на автомобилния транспорт и за интерфейси с останалите видове транспорт;
- Делегиран регламент (ЕС) № 305/2013 на Комисията от 26 ноември 2012 г. за допълване на Директива 2010/40/ЕС на Европейския парламент и на Съвета по отношение на хармонизираната разпоредба за оперативно съвместим eCall в целия ЕС;

- Делегиран регламент (ЕС) № 886/2013 на Комисията от 15 май 2013 г. за допълване на Директива 2010/40/ЕС на Европейския парламент и на Съвета по отношение на данните и процедурите за осигуряване на минимален набор от универсални и безплатни услуги, имащи отношение към безопасността на движението по пътищата;
- Делегиран регламент (ЕС) № 885/2013 на Комисията от 15 май 2013 г. допълваща Директива 2010/40/ЕС на ИТС на Европейския парламент и на Съвета по отношение на предоставянето на информационни услуги за безопасни и защитени места за паркиране на товарни автомобили.

В Директива 2010/40/ЕС относно рамката за внедряване на интелигентните транспортни системи в областта на автомобилния транспорт и за интерфейси с останалите видове транспорт (European Commission, 2010) е изведена следната дефиниция: *"ИТС обединяват телекомуникационни, електронни и информационни технологии с транспортното инженерство с цел планиране, проектиране, експлоатация, поддръжка и управление на транспортни системи"*. Следователно може да се заключи, че интелигентните транспортни системи представляват приложения, които създават предпоставки за използване на информационните и комуникационните технологии в транспорта. Основната иновация, която предлагат тези системи, е интеграцията на съществуващите технологии за създаването на нови услуги. Фактически интелигентните транспортни системи са инструмент, който може да бъде използван за различни цели при различни условия. Те могат да бъдат прилагани във всеки вид транспорт, а също и по отношение на товарните и пътническите транспортни услуги.

Интелигентните транспортни системи (Intelligent Transportation Systems - ITS) могат да се определят още като модерна и съвременна система, чрез която се извършва наблюдение, управление и контрол и се следи за нормалната дейност на транспортната система. Те са разработени на базата на информационните и комуникационните технологии (ИКТ), с помощта на които се събират и обработват значими количества данни, свързани с транспортния процес. Въз основа на информационната и технологичната информация могат да се вземат редица транспортни решения, както и да се оценят ефектите за изготвянето и прилагането на различни транспортни проекти. ИТС са създадени да подпомогнат и да се използват от всички участници в движението както преди, така и по време на пътуване. Част от тях служат за измерване на различни параметри на пътния трафик, поведението на шофьорите, състоянието на околната среда, а други предоставят информация преди и по време на пътуване. Трета група системи са комуникационните, които пренасят различна по характер информация от и към контролния център, както и средства за съхранение, анализиране и визуализиране на събраните данни (фиг. 1).



Фиг.1. Модели на интелигентни транспортни системи

източник: https://www.iki.bas.bg/Journals/EconomicThought/2016/2016-3/ikon.misal3-2016-7_P.Kolev.pdf

Прилагането на интелигентните транспортни системи е оперативен инструмент, чрез който се цели повишаване на безопасността, ефикасността и удобството на ползвателите и/или да се улеснят или подпомогнат транспортните операции и дейностите при пътуване.

Видове интелигентни транспортни системи

Използването на информационните и комуникационните технологии в отделните видове транспорт съдейства за повишаване на ефективността на транспортния процес и за развитието на транспортната инфраструктура. Прилагането на интелигентните транспортни системи както в транспортната инфраструктура, така и в различните транспортни средства е свързано със сериозни инвестиции, които обаче имат възвръщаемост, защото допринасят за решаването на редица проблеми, засягащи околната среда и изменението на климата. ИТС дават възможност да се определи и реализира най-ефективният маршрут чрез използването на най-подходящия транспорт.

Интелигентните транспортни системи имат много възможности, които се използват например за интегрирано управление на таксите за пътуване с градски транспорт, за информационно осигуряване на клиентите, за прогнозиране и управление на трафика, за събиране на пътни такси и др. Едно от съществените качества на ИТС е, че чрез тяхното внедряване могат да се определят и идентифицират основните автомобилни потоци, особено в пикови часове, да се измери натоварването, да се получи информация за натоварените места, където има най-често задръствания или съответно пътнотранспортни произшествия и т.н. Именно поради тези свои възможности те са особено подходящи за определянето и оценяването на различни фактори, влияещи негативно върху транспортния процес (фиг. 2).



Фиг.2. Видове интелигентни транспортни системи

източник: https://www.iki.bas.bg/Journals/EconomicThought/2016/2016-3/ikon.misal3-2016-7_P.Kolev.pdf

Интелигентните транспортни системи са различни в зависимост от технологиите, които се прилагат. Те могат да бъдат:

- базови системи за управление на движението на превозните средства по видове транспорт (например системите за навигация);
- системи за контрол на пътната/железопътната/морската/въздушната сигнализация;
- системи за управление на контейнерни превози;
- знаци и табели с променлива информация;
- камери за автоматично разпознаване на регистрационните номера и камери за установяване на средната скорост на движение, които подпомагат други системи, като например, системите за видеонаблюдение и контрол (CCTV-Closed Circuit Television) и други съвременни приложения, които интегрират данни в реално време и обратна връзка

от различни източници, като например упътване на паркинги и информационни системи, информация за времето, системи за премахване на заледяването по съоръжения и мостове на транспортната инфраструктура и др.

Ефективна транспортна услуга чрез нови технологии в транспортните потоци

Новите технологии, използвани при формирането на транспортните потоци, са свързани с редица социални, стопански и организационни нововъведения. Тяхната цел е да се предостави по-ефективна транспортна услуга, както и да се удовлетворят потребностите и желанията на ползвателите. Чрез техническите нововъведения интелигентните транспортни системи правят възможно изграждането на по-ефективна и устойчива европейска транспортна система. За да функционира транспортна система, предлагаща сигурност и безопасност на превозите, трябва да са налице няколко основни фактора:

- ефективност на превозните средства чрез подновяване на двигателите, материалите и дизайна;
- използване на екоенергия - на нови горива и задвижващи системи;
- по-добро приложение на мрежата от информационни и комуникационни системи;
- по-надеждна експлоатация.

По отношение на автомобилния транспорт ИТС представляват важен инструмент за постигане целите на транспортната политика - по-голяма безопасност и по-малко задръствания, както е подчертано в Плана за действие за внедряване на интелигентните транспортни системи в Европа.

Очакваните ефекти от прилагането на ИТС са свързани с:

- намаляване на времето за диференцирано таксуване на превозните средства по пътните мрежи чрез електронните системи за събиране на такси за изминато разстояние, а оттам и реализиране на екоэффект от ограничаването на освободените в атмосферата вредни газове;
- насърчаване на мобилността и съкращаване на времето за пътуване чрез използване на приложения за планиране на пътуванията;
- повишаване на безопасността на превозите чрез динамична интегрирана навигация на превозните средства;
- подпомагане на екосъобразното шофиране;
- установяване на т.нар. зелени транспортни коридори.

Характерно за последното десетилетие е активното разработване на нововъведения за превозните средства, например бордови телематични устройства за контролиране, докладване, управление и записване на събития; цифрови тахографи; електронно таксуване и др. Всички те са насочени към изграждането на единна отворена платформа с инфраструктура, която да позволи паралелната работа на различни приложения (безопасност, таксуване, информация и т.н.).

Бърз напредък бележи и разработването на съвместни интелигентни транспортни системи въз основа на обмен на информация между превозните средства и пътната инфраструктура - комуникации от типа инфраструктура към инфраструктура (I2I), превозно средство към инфраструктура (V2I) и превозно средство към превозно средство (V2V). [1] [<https://op.europa.eu/bg/publication-detail/-/publication/f92333f7-da0d-4fd6-9e62-389b052be2ac/language-bg>] Изготвена е стратегия за развитие на транспортните процеси по ефективни транспортни „коридори“, която гарантира увеличаване на ефикасността и ефективността чрез по-добро модално интегриране по отношение на инфраструктурата, информационните потоци и процедурите, ориентирани към „зелени“ транспортни решения. Анализ и управление на тези процеси може да бъде извършен, като се построят техните математични модели.

$$T^{nt} = \{(S_1, S_2, S_3), \dots (S_2, S_3, S_4, S_5), \dots (S_i, S_j, S_{j+1}, S_k)\} \quad (1)$$

където: T^{nt} е множество от позиции, транспортни пътища, коридори на транспортна мрежа и системи за организация и управление на движението.

Транспортният маршрут (T^{mt}) е последователност от позиции на транспортната мрежа, които заема обектът при преноса му от начална до крайна точка:

$$T^{mt} = (S_1, S_2, S_3, S_4, S_5), \dots (S_i, S_j) \in T^{nt} \quad (2)$$

Транспортното средство (T^{ts}) е елемент от транспортната система, осигуряващ преноса на обекта. То е елементарно, когато е неделимо, и съставно, когато е съвкупност от елементарни T^{ts} .

Транспортната операция (T^{to}) е произволна операция - информационна, логическа или физическа, която пренася обекта от точка S_i в точка S_j .

Транспортният процес (T^{ps}) е разположен във времето и пространството процес на реализации на последователни транспортни операции (T^{to}) при пренасянето на обекта от точка S_i в точка S_j .

На основата на въведените определения понятието „транспортна система“ може да се дефинира като съвкупност от обекти, средства, ресурси и технологии за пренос на обекти (T^{ob}) от точки S_i в точка S_j чрез реализации на множество от операции T^{to} , организирани в транспортни процеси T^{ps} .

Ефективност от прилагането на интелигентни транспортни системи в областта на устойчивото развитие на транспорта

Устойчивото развитие на транспорта е пряко свързано с разработването и прилагането на интелигентни транспортни системи, тъй като тяхното въвеждане осигурява интегрирано управление на трафика, опростени административни процедури и подобрена логистика на превоза, както и попълно проследяване на превозни средства, товари, оптимизирани разписания и транспортни потоци и процеси. Прилагането на ИТС в транспортния сектор е свързано с редица ползи (фиг. 3).

При оценяване на ефективността на ИТС за осъществяване на транспортния процес голямо значение има провежданата инвестиционна политика, която трябва да стимулира инвестиционната дейност и да подобрява инвестиционните условия. Във връзка с това основен приоритет на тази политика трябва да бъде развитието на сектора и особено модернизирването на инфраструктурата.



Фиг.3. Основни ползи от въвеждането на интелигентните транспортни системи
 източник: https://www.iki.bas.bg/Journals/EconomicThought/2016/2016-3/ikon.misal3-2016-7_P.Kolev.pdf

Важна предпоставка за прилагането на интелигентни транспортни системи и превръщането им в практическа инвестиция, способна да привлече финансиране, е да се докаже тяхната икономическа и социална ефективност, като се направи оценка на въздействието на транспортните проекти и се определят обществените ползи, които те носят. Съществено значение за реализацията на проекти, свързани с въвеждането на ИТС, има оценката на ползите за потребителите от повишаването на сигурността и безопасността на транспортния процес (намаление на прогнозния брой на произшествията и произтичащите от това разходи за отстраняване на последствията от тях), както и на икономии на време за пътуване поради по-добра транспортна услуга. Инвестирането в разработване и въвеждане на интелигентни транспортни системи генерира значителни ползи и по отношение на околната среда. Много важна е оценката на външните ефекти, засягащи замърсяването на въздуха, шума и промяната в климата. Използването на ИТС допринася за намаление на емисиите на замърсяващи вещества в тонове, емисиите на CO_2 и др.

Ползите от прилагането на ИТС могат да се измерят чрез количествената оценка на конкретни показатели и индикатори, по-основни сред които са:

- брой пътници, използвали услугите на видовете транспорт;
- количество на товари, превозени от видовете транспорт;
- създадени работни места;
- подобрена и модернизирана инфраструктура с включени информационни системи за управление на трафика;
- спестено време от пътуване;
- повишена средна скорост на движение;
- намалени задръствания;
- оптимизирана транспортна работа;
- иновативност чрез прилагане на нови решения и информационни технологии за развитие на сектора;
- осигуряване на равни възможности за всички хора чрез изграждане на достъпни транспортни съоръжения и системи;
- качество на транспортната услуга при повишена сигурност и безопасност на превозите;
- намалено отрицателното влияние на транспорта върху околната среда;
- спестени разходи и др.

Основните направления на очакваните ефекти от широкото приложение на ИТС по отношение на устойчивото развитие на транспорта са дефинирани в Директива 2010/40/ЕС и са, както следва:

- повишаване екологосъобразността на транспорта чрез диференцирано таксуване на превозните средства с помощта на електронните системи за събиране на такси за изминатото разстояние;

- насърчаване на мобилността и съкращаване на времето за пътуване чрез използването на приложения за планиране на пътуванията;
- повишаване на безопасността на превозите чрез динамична интегрирана навигация на превозните средства;
- подпомагане на екологосъобразното шофиране;
- установяване на т.нар. "Зелени транспортни коридори".

Независимо от многобройните положителни ефекти, които се очакват от широкото въвеждане на интелигентните транспортни системи в автомобилния транспорт, съществуват и редица проблеми с тяхното внедряване. Характерно за ЕС е бавното и фрагментирано въвеждане по държави, некоординирани решения на национално, регионално и местно равнище.

Приоритетни области и мерки за внедряването на ИТС в ЕС

Внедряването на ИТС води до разрешаване на редица проблеми, свързани с управлението на трафика, задръстванията, паркирането, произшествията и катастрофите.

Основните приоритетни области на внедряването на ИТС в ЕС обхващат:

➤ *Оптимално използване на данните за автомобилните пътища, движението и пътуванията* - в това направление е необходимо разработването на подробна цифрова картография и процедури за събиране, потвърждаване и своевременно актуализиране на данните; прилагане на услуги за предоставяне на информация (в реално време) за движението по пътищата и за пътуванията (универсални съобщения за движението по пътищата). За внедряването на съответните системи, гарантиращи постигането на целите в това приоритетно направление, е необходимо насърчаване на развитието на национално равнище на програмни продукти за планиране на маршрута при комбинираните превози от врата до врата.

➤ *Непрекъснатост на свързаните с ИТС услуги по управление на движението и товарните превози по европейските транспортни коридори и в градските агломерации* - в това направление се предвижда реализирането на проекти, свързани с въвеждането на следните системи:

- *eFreight* - по интернет при гарантирана сигурност се осигурява информация за местоположението и състоянието на превозваните стоки по техния маршрут;
- обмен на свързани със съдържанието данни за регулаторни или търговски цели;
- използване на иновативни технологии като *радиочестотна идентификация (RFID)* и допълване на приложенията на системите за позициониране чрез спътници по програмите *EGNOS/Galileo*;
- *концепция за "интелигентни товари"* - предаването на информация за превозваните стоки, която съдържа данни за същността, за състоянието и условията на средата и за местоположението. Тези услуги ще бъдат свързани с широка гама информационни услуги;
- *Тол-таксуване*, базирано на размерите на превозното средство, равнището на емисиите от него, изминатото разстояние или времето на деня при оперативна съвместимост на използваните системи.

➤ *Безопасност и сигурност по пътищата* - предвидените системи за внедряване в това направление са свързани с:

- проектиране на безопасен интерфейс човек-машина;
- интегриране на преносимите устройства и осигуряване на безопасността на по-уязвимите участници в движението по пътищата;
- платформа за прилагане за хармонизирано въвеждане на *общоевропейска система за спешни повиквания от превозните средства (eCall)*;
- осигуряване на места за паркиране с гарантирана сигурност за тежкотоварни и лекотоварни автомобили и системи за паркиране и резервации с телематичен контрол.

➤ *Интегриране на информацията от превозните средства с транспортната инфраструктура* - предвидените мерки за постигането на поставените цели в тази насока са както следва:

- рационализиране на приложенията на ИТС и интегрирането им в рамките на една съгласувана архитектура на отворена система - очакваните резултати са свързани с нарастване на ефикасността и използваемостта на ИТС, намаление на разходите и увеличаване на обхвата на приложимостта им, лесно включване на бъдещите нови или осъвременени приложения като софтуера на преносимите устройства и на уредите, използващи услугите на глобалната навигационна спътникова система за усъвършенствано позициониране и точно определяне на времето;

- архитектурата на отворена система би могла да се внедри в една отворена бордова платформа на превозните средства, осигуряваща оперативна съвместимост/взаимосвързаност с инфраструктурните системи и съоръжения - по-късно биха могли да се интегрират допълнителни функции за безопасност на превозното средство и безопасен интерфейс човек-машина, за лична мобилност, за логистична поддръжка и достъп до информация за комбинираните превози и по възможност за електронна идентификация на превозното средство - при това е предвидено първоначално въвеждане за лекотоварните автомобили с търговско предназначение.

➤ *Сигурност и защита на данните и решаване на въпроси, свързани с отговорностите за употреба на личните данни* - основните аспекти на действията, които се предвижда да бъдат предприети в тази връзка обхващат:

- защита на правата на гражданите във връзка с личните им данни;
- допълнителни изисквания по отношение на отговорността, свързана с използването на приложения на ИТС, особено в бордовите системи за безопасност.

➤ *Сътрудничество и координация в Европа във връзка с широкото приложение на ИТС* - планът за действие за внедряването на интелигентни транспортни системи предвижда мерки, насочени към:

- интензивно и ефективно сътрудничество между всички участващи страни на общоевропейско равнище;
- сближаване на изискванията за внедряване на ИТС в различните страни;
- по-синхронизирани дейности по внедряването на европейско ниво;
- избягване на решения на национално равнище и на свързани с правата на интелектуалната собственост решения, които представляват препятствие пред европейската интеграция;
- разпространение на най-добрите знания относно разходите и ползите от свързаните с ИТС проекти при пълен жизнен цикъл и получаване на обратна информация от изпълнението на такива проекти;
- постигане на споразумения за приемане на общи методи за оценяване и за уеднаквяване на средствата, на които се основава вземането на решения.

Интелигентните транспортни системи намират приложение в различните видове транспорт, като на Европейско ниво се развиват следните проекти:

• *Въздушен транспорт* - SESAR (Single European Sky Air Traffic Management Research): Изследователска програма за управлението на въздушното движение в единното европейско небе;

• *Речен транспорт* - Речни информационни услуги (RIS - River Information Services) - за управление на използването на водните пътища и превозите на товари;

• *Железопътен транспорт* - Европейската система за управление на железопътното движение (ERTMS-European Rail Traffic Management System) и техническите спецификации за оперативна съвместимост за телематичните приложения за товарни превози (TAF-TSI);

• *Морски транспорт* - по отношение на корабоплаването - системата SafeSeaNet и система за контрол на движението на корабите и информационна система (VTMIS - Vessel Traffic Management and Information System), в процес на внедряване са системата за автоматична идентификация (AIS - Automated Identification System) и системата за идентификация и проследяване на дълги разстояния (LRIT - Long Run Identification and Tracking);

• *Автомобилен транспорт* - системи за управление и контрол на движението в градовете и по магистралите, електронни системи за събиране на пътни такси за изминато разстояние (ТОЛ такси) и за навигация по пътищата; европейска рамка за комбинирание на автомобилния с другите видове транспорт.

Икономическата и финансовата криза налага да се предприемат действия, които допринасят за постигането на устойчиво развитие чрез стимулиране на заетостта и социалната активност на населението; провеждане на ефективна инвестиционна политика; използване на всички възможни източници на финансиране и т.н. Това са и основните елементи в политиката за устойчиво развитие, за повишаване на ефективността на икономиката във всички сектори и за подобряване на начина на живот на хората. За да се осигури устойчив транспорт, трябва да се реализират няколко важни стъпки: намаляване на нуждата от личен пътнически транспорт, преход към по-устойчиви средства за транспорт и увеличаване на ефективността на обществените превозните средства в транспортния поток. Целта е да се повиши ефективността на транспортния процес, което изисква да се предприемат мерки и да се прилагат инвестиционни решения относно технологиите на превозните средства, както и системи за интелигентно управление на трафика.

През следващите години се очаква цифровизацията на транспорта като цяло и в частност на ИТС да скочи напред. Като част от Стратегията за цифров единен пазар Европейската комисия има за цел да използва по-широко решенията за ИТС за постигане на по-ефективно управление на транспортната мрежа за пътници и бизнес. ИТС ще се използват за подобряване на пътуванията и операциите по специфични и комбинирани видове транспорт. Европейската комисия също работи за създаване на почвата за следващото поколение решения за ИТС, чрез внедряването на Cooperative-ITS, проправяйки пътя за автоматизация в транспортния сектор. C-ITS са системи, които позволяват ефективен обмен на данни чрез безжични технологии, така че превозните средства да могат да се свързват помежду си, с пътната инфраструктура и с други участници в движението.

References:

1. Anastasov, T., *Intelligentni transportni sistemi v gradovete*. Institut za transportni izsledvania, 2013, <http://gradat.bg/infrastructure/2013/04/01/2033027>
2. Todorova, D., *Intelligentnite transportni sistemi - vazmozhnost za ustoychivo razvitie na obshtestvenia transport*, Mezhdunarodna nauchna konferentsia „Tehnologii i nauka za ustoychivo morsko razvitie“. Varna, 13-14 may, 2015, s. 170-175
3. Todorova, D., i kolektiv, *Proekt „Sazdavane na izsledovateliski tsentar „Intelligentni transportni sistemi“*. VTU „Todor Kableshev“, 2014
4. Todorova, D., Kolev, P., *Novatorstvo v tehnologiite na transportnite pototsi*, Mezhdunarodna nauchna konferentsia „Tehnologii i nauka za ustoychivo morsko razvitie“. Varna, 13-14 may, 2015, s. 176-180
5. Commissions of the European Communities (2008). *Communication from the Commission: Action Plan for the deployment of Intelligent Transport Systems in Europe*. Brussels, SEC (2008) 3083
6. European Commission. (2010), *DIRECTIVE 2010/40/EU OF THE*

7. EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport. *Official Journal of the European Union*, pp. 207/1-207/13
8. European Commission, 2012. *Intelligent transport systems: EU-funded research for efficient, clean and safe road transport.* , Luxembourg: Directorate-General for Research and Innovation: Transport
9. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:091:0001:EN:PDF>
10. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0886&from=BG>
11. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0885&from=EN>
12. https://www.mtitc.government.bg/sites/default/files/doklad_7_eo_final.pdf