

СТРАТЕГИЧЕСКИ МОДЕЛ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ НА СМАРТ ГРАДОВЕТЕ

Доц. д-р Михаил Чиприянов

Стопанска академия „Д. А. Ценов“ - Свищов

Резюме: Настоящата студия представя авторския стратегически модел за развитие на интелигентни градове в България наречен *Smart Urban Intelligence Strategist (SUIS)*. Моделът предлага преход от фрагментирано към цялостно управление чрез изграждане на интегрирана дигитална екосистема. Специално внимание е отделено на модула за интелигентно финансиране, базиран на блокчейн технологии и коефициент на устойчива конвергенция (КУК) за измерване на синергията между икономическите и ESG показателите. Изследването предлага научна рамка за постигане на адаптивност и дългосрочна устойчивост на градската среда.

Ключови думи: Смарт градове, Интелигентни градове, Устойчиво развитие, Стратегическо управление, Изкуствен интелект, Интелигентно финансиране, SUIS модел.

JEL: R58, O33, Q56, G32

STRATEGIC MODEL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SMART CITIES

Assoc. Prof. Mihail Chipriyanov, PhD

D. A. Tsenov Academy of Economics – Svishtov

Abstract: This study introduces an original strategic model for the development of smart cities in Bulgaria, titled *Smart Urban Intelligence Strategist (SUIS)*. The model proposes a transition from fragmented management to a holistic approach through the establishment of an integrated digital ecosystem. Particular emphasis is placed on the Smart Financing module, which leverages blockchain technology and a Sustainable Convergence Coefficient (SCC) to measure the synergy between economic performance and ESG (Environmental, Social, and Governance) indicators. This research provides a robust scientific framework for achieving adaptability and long-term sustainability within the urban environment.

Keywords: Smart cities, Intelligent cities, Sustainable development, Strategic management, Artificial Intelligence (AI), Smart financing, SUIS model

Въведение

В днешните условия концепцията за смарт градовете¹ престава да бъде просто технологична утопия. Тя вече се превръща в императив за оцеляването и просперитета на съвременните общества. Глобалните предизвикателства, свързани с климатичните промени, недостига на ресурси и необходимостта от енергийна ефективност, налагат предефиниране на градската среда като интелигентна, адаптивна и устойчива система.

Генезисът на концепцията за „смайт град“ е пряко следствие от „пресичането“ на дигиталната трансформация с необходимостта от нов тип управленски отговор на глобалните урбанистични кризи. В съвременната научна концепция интелигентният град не се разглежда просто като технологична надстройка, а като цялостен стратегически модел. Той е една фундаментална промяна в организацията на градското пространство. Промяна, насочена към постигане на ресурсна ефективност, екологична устойчивост и високо социално благосъстояние. (Harrison, 2010, 54 (4))

Интелигентният град функционира като един вид високотехнологична и конфигурирана система. В нея информационните и комуникационните технологии (ИКТ) служат за мониторинг и оптимизация на т.нар. „градски метаболизъм“². (Nam, 2011) (Hall, 28 September 2000) (Dameri, 2013, 11 (5)) (Атанасова, 2021, стр. 15) От управленска гледна точка се открояват няколко важни измерения:

- Интеграция на инфраструктурата. Чрез мрежа от сензори и данни се следи състоянието на транспортните, енергийните и комуникационните системи. Целта е преход от реактивна поддръжка към предиктивно планиране и превантивни действия. (Василев, 2020 (5), стр. 28)
- Технологията като управленски механизъм. Дигиталните инструменти изпълняват ролята на когнитивен център. Който събира, обработва и анализира масиви от данни. Вземат се информирани стратегически решения, базирани на реални факти (а не на хипотетични модели). (Services, 2010)
- „Хуманизация“ на технологиите. Водещ приоритет в съвременните стратегии е подобряването на качеството на живот. Технологичните решения за

¹ Понятията „смайт град“ и „интелигентен град“ се използват в студията като синоними.

² Терминът „градски метаболизъм“ се прилага често към смайт градовете. Защото биха могли да се разглеждат като живи организми. В които технологичната инфраструктура позволява прецизен мониторинг и управление на постоянния поток от ресурси, енергия и информация. Като целта на интелигентното управление е да оптимизира тези цикли. Правейки ги по-ефективни и по-малко замърсяващи. В научната литература това сравнение подчертава прехода от линейно към кръгово функциониране. Където дигитализацията служи като „нервна система“, регулираща жизнените функции на градската (еко)система.

мобилност, чист въздух и енергийна ефективност са единствено средство за постигане на по-висока социална стойност. (Caragliu, 2011, 18 (2))

Съществена характеристика на модерния смарт град е признаването на човешкия и социалния капитал като равностоен на технологичната инфраструктура. Успешните модели за развитие съчетават „умното“ управление на ресурсите с активно гражданско участие. По този начин управлението се трансформира в отворен процес. Процес, който е основан на публично-частни партньорства (ПЧП) и на взаимодействие между местната власт и общностите.

Днес смарт градът може да бъде дефиниран като динамична и синергична система, която стратегически обединява физическата, социалната и институционалната инфраструктура. В нея технологиите действат като определящ фактор за постигане на баланс между икономически растеж, социална справедливост и екологичен интегритет. Тя самата е устойчива на външни шокове, адаптивна към промените и ориентирана към бъдещето, превръщайки се от технологичен център в нов организационен и социален стандарт за живот.

Актуалността на темата се диктува от факта, че интелигентната трансформация не е само въпрос на внедряване на иновации. Тя е сложен стратегически процес, който изисква интеграция на технологичния напредък с екологичните цели и социалната ангажираност.

Необходимостта от решаване на тези въпроси е особено остра (в контекста на българската действителност). Нашата страна се намира в преходен етап на своята дигитална трансформация. Фрагментацията на градските технологии, липсата на интероперабилност между системите и дефицитът на управленски капацитет възпрепятстват пълноценното устойчиво развитие³³³³. Съществува нужда от преход от традиционно, реактивно управление към проактивна концепция, основана на данни. Такава, която да предложи амбициозна, но реалистична пътна карта за българските големи градове.

Целта на настоящата студия е да се разработи и представи оригинален, интегриран стратегически модел за развитие на смарт градовете. Това да бъде модел, който да послужи като диагностичен и управленски инструмент за постигане на пълноценно устойчиво развитие в специфичния контекст на България

Тезата на изследването се базира на разбирането, че постигането на визионерско състояние на интелигентен град е възможно единствено чрез прилагането на цялостен и

адаптивен модел, който синергично обединява интегрирано дигитално управление, предиктивни алгоритми за изкуствен интелект (ИИ) и иновативни финансови механизми

За постигането на поставената цел и доказване на тезата, изследването си поставя следните основни задачи:

- Формулиране на визионерско целево състояние. Очертаване на ключовите измерения на бъдещата интелигентна градска система в България, характеризираща се с пълна интеграция, киберустойчивост и гражданска ориентация;
- Концептуализация на модела Smart Urban Intelligence Strategist (SUIS). Представяне на авторския многослоен модел, проектиран като динамична система за стратегическо планиране и адаптивно управление.
- Разработване на Модул "Цялостно управление". Проектиране на цялостна дигитална платформа за преодоляване на секторната фрагментация.
- Анализ на "Интелигентно управление и данни". Изследване на ролята на ИИ и големите данни за създаване на адаптивни стратегии и предиктивно управление на градските системи.
- Обосноваване на Модул "Интелигентно финансиране". Предлагане на стратегически подходи за финансиране чрез дигитални инструменти и хибридна методология за оценка на възвръщаемостта на инвестициите чрез Коефициент на устойчива конвергенция (КУК).

1. Формулиране на визионерско целево състояние за смарт град, съобразено с националните особености

Развитието на интелигентни и устойчиви градове е процес, който изисква не просто технологично внедряване. Изисква се дълбока адаптация към специфичния контекст. Международният опит предоставя ценни уроци. Но и еднозначно показва, че универсални решения не съществуват. Всеки успешен модел е резултат от прецизно съобразяване с местните икономически, социални, институционални и инфраструктурни особености.

За България, която се намира в преходен етап на своята дигитална трансформация, това представлява безспорно уникална възможност. На базата на задълбочен Gap-анализ (анализ на разликата), който идентифицира съществени пропуски в технологичната интеграция, инфраструктурната интероперабилност, управленския капацитет и

регулаторната рамка, можем да формулираме визионерско целево състояние за българския смарт град (фиг. 1).



Фигура. 1. Модел на бъдеща интелигентна градска (еко)система. (Източник: собствена интерпретация)

Представеното на фиг. 1 състояние описва бъдеща градска екосистема. Видно е, че тя се характеризира с няколко ключови измерения. Първо, тя е напълно интегрирана. Градските системи (транспорт, енергия, сигурност, екологичен мониторинг, административни услуги) функционират като единна, взаимосвързана мрежа. Интеграцията се постига чрез обмен на данни в реално време, унифицирани протоколи и национална платформа за широка интеграция, преодоляваща фрагментацията. Паралелно, цифровата инфраструктура е киберустойчива и сигурна, прилагаща най-добри практики за защита на данни и превенция на атаки, гарантирайки доверието на гражданите чрез прозрачност и етични стандарти. Екосистемата е енергийно ефективна и екологично отговорна. Интелигентните енергийни мрежи динамично управляват потреблението. И същевременно се интегрират със системите за екологичен мониторинг за адаптивни решения. "Зелените" политики са операционализирани чрез интелигентни

системи за мониторинг, анализ и превантивни действия срещу замърсяването. Градската среда е и инклузивна и ориентирана към гражданите. Като дигитализацията осигурява равнопоставен достъп до смарт услуги във всички зони. Гражданите са активни участници в управлението чрез интуитивни платформи за обратна връзка и съвместно създаване на политики, функционирайки като "градски сензори". Управлението на тази градска екосистема е с визия и капацитет. Градските администрации разполагат с модернизирани управленски капацитет, базиран на дигитални компетенции, умения за анализ на данни и гъвкави процеси. ПЧП са основен двигател за иновации и финансиране, подкрепени от оптимизирана регулаторна рамка.

Достигането на това визионерско целево състояние изисква не просто точкови подобрения. А изисква изготвянето и прилагането на стратегически решения. Такива, които да се явяват системен отговор на първопричините за установените пропуски. Нуждата от адаптивен модел за вземане на стратегически решения е аргументирана от сложността и взаимосвързаността на предизвикателствата. Моделът следва да интегрира технологичните възможности с институционалния капацитет, финансовите ресурси и обществената ангажираност. И по този начин да създава пътна карта, която е едновременно амбициозна и реалистична за българските градове.

В следващата част ще представим конкретни концептуални и практически решения, които предлагат рамка за интегриране на интелигентните технологии, екологичните практики и гражданската ангажираност в българската градска среда, водещи към постигане на това визионерско целево състояние.

2. Концептуализация на авторския интегриран стратегически модел Smart Urban Intel Strategist (SUIS)

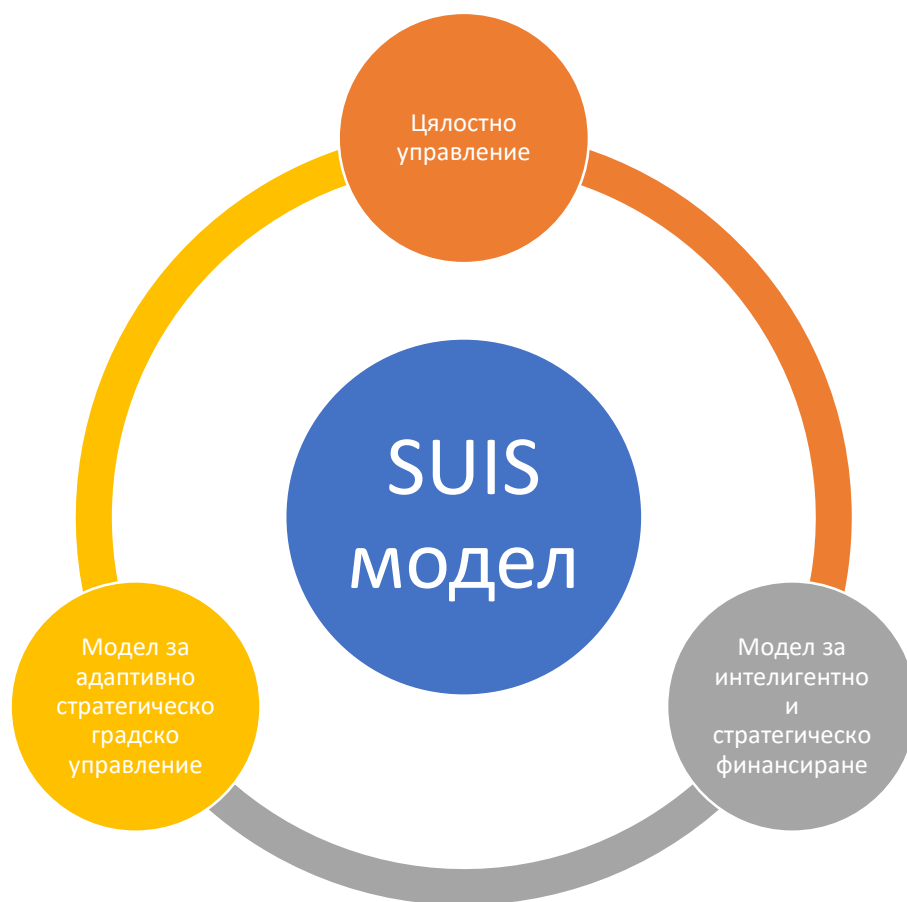
В резултат на обстоен критичен анализ на съществуващата теоретична рамка и задълбоченото емпирично проучване на специфичните характеристики на българската градска среда в настоящата студия предлага оригинален интегриран стратегически модел, наименован Smart Urban Intelligence Strategist (SUIS) модел³. Този модел не

³ Smart Urban Intelligence Strategist (SUIS) модел – Авторският модел е наименуван така, за да отрази ключовите си компоненти и цел:

- Smart - отнася се до използването на модерни технологии, данни и иновативни подходи за интелигентно управление на градските системи;
- Urban - подчертава фокуса върху градската среда и градското развитие;
- Intelligence - символизира аналитичната дълбочина, базирана на данни и ИИ, както и капацитета за учене и адаптация;
- Strategist - изтъква стратегическата насоченост на модела, като инструмент за дългосрочно планиране, управление и вземане на решения за устойчиво градско развитие.

просто синтезира известни подходи. А представя нова рамка, създадена да отговори на уникалните предизвикателства и да отключи възможностите пред българските градове в процеса на тяхната интелигентна трансформация.

SUIS моделът е замислен като динамична, многослойна система, осигуряваща не само еднопосочно планиране, но също и постоянни прави и обратни връзки. Тази платформа позволява адаптивно управление и непрекъснато усъвършенстване на стратегическите решения. Реагира гъвкаво на променящите се външни фактори (технологичен напредък, законодателни промени и обществени потребности), както и на вътрешните състояния на градската система. В основата на модела е заложен планов модул за стратегиране. А той самият интегрира всички етапи на цикъла: анализ, формулиране, имплементация и мониторинг на стратегиите за смарт град (фиг. 2).



Фигура 2. Концептуална структура на интегрирания стратегически модел SUIS.

(Източник: собствена разработка)

Основните функционалности и характеристики на SUIS модела са следните:

- Стратегическа кохерентност и интеграция. SUIS моделът осигурява координация между различните градски сектори (транспорт, енергетика, управление на ресурсите, социални услуги) и нива на управление. Елиминира фрагментацията и насърчава синергията между инициативите. Посочената функционалност е пряко свързана с Модул "Цялостно управление" в рамките на SUIS модела. Детайлизира механизмите за цялостно управление на системите на смарт града.
- Адаптивност и интелигентно реагиране. Посредством интегрирането на модерни аналитични инструменти и технологии за ИИ. SUIS моделът позволява проактивно идентифициране на тенденции. Позволява прецизно прогнозиране на потенциални предизвикателства и гъвкаво коригиране на стратегическите посоки за развитие. Това намира конкретно проявление в Модел за адаптивно стратегическо градско управление, базиран на ИИ и анализи на големи данни. Където се разглеждат детайлите на ИИ-базираното управление и използването на големи данни.
- Иновативни финансови механизми и устойчивост. SUIS моделът включва също механизми за привличане и ефективно управление на диверсифицирани източници на финансиране. Обхваща ПЧПублично-частни партньорства, европейски фондове и иновативни инвестиции, гарантиращи дългосрочната финансова жизнеспособност на смарт градските проекти. Тази конкретна характеристика е разработена в Модел за интелигентно и стратегическо финансиране на устойчиви градски проекти, представяща конкретни подходи за обезпечаване на устойчивостта на инвестициите.

Чрез своите потенциални възможности, SUIS моделът би предложил на българските общини и всички заинтересовани страни един ефективен инструмент в подкрепа на стратегическото планиране и управление. Вярваме, че така би се улеснил прехода от традиционно към интелигентно управление. Също така ще се оптимизира разпределението на ресурсите, ще се стимулират иновациите и ще се подобрява качеството на живот на гражданите. А градовете ще се позиционират като устойчиви и конкурентоспособни центрове в регионален и глобален мащаб. В своята същност, SUIS моделът ще служи като научно-обоснована основа за разработване на конкретни политики и пътни карти за развитие на бъдещите смарт градове у нас.

В допълнение към своята рамкова функция за стратегическо планиране, авторският модел Smart Urban Intel Strategist (SUIS) е конструиран и като диагностичен инструмент. Който е предназначен да подпомогне българските общини в процеса на тяхната интелигентна трансформация. Прилага се прецизно разработена методология за оценка на зрялостта. И така SUIS би позволил на местните власти да извършват обективна самооценка на текущото си състояние спрямо определящите измерения на интелигентното градско развитие. Предвидената методология е с фокус върху трите основни функционалности на модела - стратегическа кохерентност и интеграция, адаптивност и интелигентно реагиране и иновативни финансови механизми и устойчивост. Детайлното измерване по тези направления осигурява не просто моментна снимка. А осигурява пътна карта за идентифициране на силни страни и области за подобрене. По този начин SUIS моделът би улеснил вземането на информирани стратегически решения. И би насочил към целенасочени интервенции за постигане на устойчивост и конкурентоспособност.

3. Модул "Цялостно управление" в рамките на SUIS модела

В общия случай развитието на смарт градове в България изисква изграждането на цялостна и интегрирана дигитална екосистема. Такава, която да е способна да осигури едно ефективно и координирано управление на градските процеси. Установената фрагментация на градските технологии и липсата на координация между секторните платформи възпрепятстват иновациите и устойчивото развитие. За да се преодолеят тези предизвикателства, предложеният SUIS модел предвижда създаването на цялостна дигитална платформа. Замислена е като централен координационен механизъм за всички ключови градски услуги. И е интегрирана в Модул "Цялостно управление".

Най-важните компоненти на платформата (в рамките на SUIS модела) се свеждат до следното:

1. Интеграционен модул за данни. Компонентът е предназначен да осигурява безпроблемно свързване и операционна съвместимост между съществуващите и бъдещи информационни системи на общинско и национално ниво. Чрез него се цели централизирано управление на градските ресурси. Преодолява се преодолявайки проблема с разпокъсаните данни. Интеграцията обхваща всички сектори (от комунални услуги до административни регистри).
2. Цифрови двойници на градската среда. В рамките на SUIS модела, този компонент предвижда създаването на виртуални, динамични модели на

българските градове. Цифровите двойници ще позволят симулация, анализ и прогнозиране на ефективността на градските политики и инфраструктурни интервенции преди тяхната реална имплементация. По своята същност това е ефективен инструмент за оптимизация на разходите и минимизиране на рисковете. Осигурява се сценарийно планиране на градското развитие.

3. Модул за прогнозна аналитика и управление на кризи. Интегриран в SUIS модела, посоченият компонент ще използва усъвършенствани алгоритми за ИИ и машинно обучение за оценка на рискове, прогнозиране на събития (най-често пиково натоварване на трафика, замърсяване на въздуха, прекъсване на услуги) и ефективно управление на кризисни ситуации. Чрез неговото внедряване ще се премине от реактивно към проактивно градско управление.

Таблица 1

Основни функционалности на модул "Цялостно управление" на SUIS модела

Функционалност	Описание	Очакван стратегически ефект
<i>Единна база данни</i>	Събиране, обработка и стандартизация на информация от всички градски системи.	Подобрена координация и синергия. Избягване дублиране на данни и ресурси.
<i>Автоматизация на процеси</i>	Оптимизиране на градските услуги чрез сензори, ИИ и автоматизирани работни потоци.	Намаляване на оперативните разходи. Повишаване ефективността и скоростта на услугите.
<i>Мониторинг в реално време</i>	Динамичен анализ на трафик, замърсяване, енергийна консумация, отпадъци и др.	По-бърза реакция на администрацията. Информирано оперативно и стратегическо планиране.
<i>Гражданска ангажираност</i>	Дигитални платформи за обратна връзка, предложения и съвместно създаване на политики.	Повишена прозрачност, доверие и удовлетвореност на гражданите. Активно включване в градското управление.
<i>Прогнозен анализ</i>	Идентифициране на бъдещи проблеми, тенденции и препоръки за превантивни действия.	По-добра подготовка за рискове и кризи. Проактивно стратегическо вземане на решения.

Източник: собствено проучване и разработка.

Считаме, че внедряването на представения модул от SUIS модела ще позволи много по-ефективно използване на наличните ресурси и значително ще повиши

ефективността на градското управление в България. Посредством динамично наблюдение и анализ на ключовите показатели за развитие, ще се улесни вземането на стратегически решения. Това ще са стратегически решения, базирани на данни, а не на интуиция или фрагментирана информация. Интегрирането на една такава система в българските градове се очаква да създаде предпоставки за по-добра синхронизация между секторите. Като резултат ще се намали бюрокрацията и ще се подобри цялостното качество на живот на гражданите.

Много е важно да се подчертае, че прилагането на такава цялостна дигитална платформа за управление на градската среда в България (както е предвидено в SUIS модела), не е просто технологичен, а преди всичко стратегически управленски въпрос. За нейното въвеждане ще се изисква активна роля на местните власти, устойчиви инвестиции и засилено сътрудничество между публичния и частния сектор. Това според нас би поставило основите за интелигентно управление на градовете. И в крайна сметка би дало възможност на България да реализира пълния си потенциал в посока към устойчиви и ефективни смарт градове.

4. Модул "Адаптивно стратегическо градско управление" в SUIS модела

В условията на непрекъсната урбанизация и комплексни обществени предизвикателства, традиционните административни модели се оказват все по-неадекватни за нуждите на един модерен град. В така представената динамична среда се откроява необходимостта от нова управленска концепция. От нова управленска парадигма, която е адаптивна, прогностична и самокоригираща се. И то благодарение най-вече на възможностите на ИИ⁴ и инструментариума на големите данни. В рамките на SUIS модела Модулът "Адаптивно стратегическо градско управление" е проектиран да ускори именно този преход.

Нека започнем с това, че в основата на прогностичното управление на мобилността и трафика стои машинното обучение. Чрез обединяване на данни от GPS, сензори и видеоанализ то предвижда задръствания и зони с висок трафик. Посоченото позволява стратегически интервенции и динамично пренасочване, което оптимизира времето за пътуване и намалява емисиите. Паралелно с това, анализът на Big Data

⁴ ИИ дава възможност градовете да излязат от рамките на реактивното управление. И да преминат към превантивно и стратегическо планиране, основано на потоци от данни в реално време. Така се формира един адаптивен управленски модел. Модел, който е способен да изпреварва кризите и да балансира градската система динамично (по отношение на транспорт, енергия, екология и услуги).

оптимизира градския транспорт, като автоматично регулира маршрутите според моментната и прогнозна натовареност. ИИ също така управлява интелигентни светофари, адаптирайки цикъла на преминаване според реалната „плътност“ на трафика.

По отношение на енергийната ефективност, алгоритмичната предвидимост има съществена функция. Прогнозният енергиен мениджмънт следи потреблението и "предвижда" пикови натоварвания, динамично насочвайки ресурси към зоните с най-голяма нужда. Интелигентното осветление на обществени места се активира въз основа на движение, метеорологични данни и сезонност. Наред с това децентрализираното управление на енергийната система чрез ИИ модели балансира локалните ВЕИ източници и централизираната мрежа. По този начин обикновено се повишава енергийната автономия на микрорайоните и се предотвратяват срывове.

За екологичния мониторинг с автоматичен отговор се използват предиктивни модели за замърсяване, базирани на исторически и сензорни данни. Те от своя страна позволяват ранна намеса като примерно ограничаване на трафика в случаи на установени опасно високи нива на фини прахови частици. ИИ-базираното управление на водните ресурси автоматично регулира напояването и съхранението в отговор на прогнози за валежи и температура. Резултиращо в стратегическо и икономично използване на водата като ограничен градски ресурс. Зелените площи с автономно поддържане от друга страна използват системи, които анализират параметрите на околната среда, за да оптимизират поливането и засенчването. Създава се интелигентно управляван градски микроклимат. Изброените технологии (в синергия със стратегическото управление) формират основата за развитието на устойчиви и ефективни интелигентни градове.

Идеята на Модулът "Адаптивно стратегическо градско управление" в рамките на SUIIS Модела надхвърля обикновената технологична иновация. В много по-голяма степен той е стратегически инструмент. Чрез него градската среда се превръща в организъм с нервна система, където всяко действие е резултат от данни, модели и предвиждане.

Заложеният подход позволява информирано стратегическо планиране, базирано на обективни данни и предсказуеми сценарии. Създава предпоставки за гъвкаво управление, способно да реагира в реално време на социални, екологични и икономически предизвикателства. В крайна сметка, модулът превръща данните в ресурс за устойчив растеж, а технологиите - в партньор на администрацията.

За да осъществи тези свои функции, SUIIS моделът използва разнообразни алгоритми и методи за динамично прогнозиране, представени в табл. 2.

Таблица 2

Основни алгоритми и методи за динамично прогнозиране в SUIIS модела

Приложение	Използвана технология	Прогнозна точност (%)	Данни за обучение
Трафик и задръствания	Невронни мрежи	85-90%	GPS, сензори, видеонаблюдение, мобилни приложения
Енергийно потребление	ARIMA модели	80-88%	Исторически данни от мрежи, метеорологични данни
Качество на въздуха	Невронни мрежи	75-85%	Сензори за качество на въздуха, метеорологични прогнози
Интелигентно осветление	Обучение чрез подсилване	80-95%	Данни от движение, осветеност, времеви параметри
Напоителни системи	Регресионни модели	78-85%	Почвена влажност, валежи, температура

Източник: собствено проучване.

Прилагането на динамични прогностични модели е от важно значение за повишаване на ефективността чрез намаляване на закъсненията и разходите. Осигурява се по-добро планиране, позволявайки предвиждане на бъдещи нужди. И се допринася за устойчивост и екологична полза чрез намаляване на емисиите и оптимално управление на ресурсите.

Въвеждането на автономни управленски решения чрез изкуствен интелект (ИИ) трансформира традиционните градски процеси. По този начин се оптимизира управлението на транспорта, безопасността и комуналните услуги. Минимизира се човешката намеса и се повишава ефективността. В рамките на SUIIS модела, това води до следните очаквани подобрения:

- В градската мобилност се осъществява базирано на сензори прогнозиране на претоварване на трафика. Прилагат се автоматизирани системи за адаптивно регулиране на трафика. И се въвежда интелигентна алокация на ресурси в обществения транспорт.
- В сигурността се имплементира предиктивна аналитика чрез видеоаналитични системи. Разработват се прогностични полицейски модели и се въвеждат интелигентни системи за ранно предупреждение.

- В сферата на градските услуги се разгръщат модерни енергийни мрежи. Внедряват се системи за управление на водния цикъл, включващи детекция на течове и оптимизация на разхода. Имплементират се решения за автономизирана логистика на отпадъците с контейнери със сензори и динамично маршрутизиране.

Детайлен сравнителен анализ на тези ИИ-решения в различните градски системи (интегрирани в рамките на SUIIS модела) е представен в табл. 3.

Таблица 3

Сравнителен анализ на ИИ-решения в различни градски системи

Градска система	Традиционен управленски подход	Интелигентно управление чрез ИИ	Очаквани стратегически ползи
<i>Транспортна мобилност</i>	Статично планиране, фиксирани графици, без отчет на трафика.	Динамична реконфигурация на маршрути чрез ML алгоритми и обработка на данни в реално време.	Намаляване на задръстванията, оптимизация на времето за пътуване и намаление на въглеродните емисии.
<i>Градска - сигурност</i>	Ретроспективен анализ, закъснели интервенции, ръчно разчитане на видеозаписи.	Предиктивна криминална аналитика, интелигентно видеонаблюдение, автоматизирани системи за ранно сигнализиране.	Превенция на рискови събития, повишаване на общественото доверие и оптимизация на ресурсите за сигурност.
<i>Енергийна инфраструктура</i>	Централизирано управление с ниска гъвкавост и реактивно регулиране.	Автономни интелигентни мрежи с адаптивно натоварване и оптимизация чрез прогнозиране на потреблението.	Повишена енергийна ефективност, по-ниски експлоатационни разходи и по-висока устойчивост при натоварване.
<i>Водоснабдяване и канализация</i>	Планово поддържане на инфраструктурата, ръчно отчитане на течове.	Интегрирани сензорни системи с автоматична детекция на аномалии и предсказваща поддръжка.	Намаляване на водните загуби, ранна диагностика на рискови зони и оптимизация на водния ресурс.
<i>Управление на отпадъците</i>	Фиксирани маршрути за сметосъбиране.	Базирано на сензори маршрутизиране чрез ИИ и динамично управление на капацитета.	Оптимизация на логистиката, намаление на оперативни разходи и по-чиста градска среда.

Източник: собствена интерпретация.

Характеризираните по-горе автономни системи са особено важен елемент от стратегическата трансформация на градската управленска екосистема. Те не само автоматизират процеси. Но също така създават основа за когнитивна урбанистика. При нея данните, алгоритмите и машинното обучение работят в синергия със стратегическите цели на устойчивото развитие и социалната устойчивост.

Въпреки значителния потенциал, внедряването на автономни управленски решения изисква:

- развитие на адекватна правна рамка за регулиране на автономните технологии;
- гарантиране на киберсигурността и защитата на личните данни за минимизиране на рисковете от хакерски атаки и злоупотреби;
- мащабно обучение на специалисти за управление и поддръжка на ИИ-базирани системи, изграждайки необходимия човешки капитал.

По отношение на интерактивни системи за гражданска обратна връзка и адаптивност. Интегрирани в SUIIS модела, те имат определяща функция при адаптивното управление. Погледнато отстрани те осигуряват един вид механизъм за събиране, анализ и интерпретация на обществените нагласи в реално време. Което практически би позволило динамично приспособяване на градските политики и услуги. Чрез ИИ и големи данни, системите предлагат усъвършенствани инструменти за автоматизирана обработка на информация и вземане на стратегически решения (табл. 4).

Таблица 4

Компоненти на интелигентните платформи за гражданска обратна връзка в SUIS
модела

Компонент	Функции	Технологии
<i>Дигитални канали за комуникация</i>	Осигуряват многоканален достъп на гражданите.	Мобилни приложения, API интеграция, Web 3.0 технологии
<i>Аналитични алгоритми за обработка на данни</i>	Анализират обществени нагласи и идентифицират тенденции в реално време.	Машинно обучение, NLP (Natural Language Processing), анализ на големи данни
<i>Адаптивни административни процеси</i>	Автоматично адаптират градските политики спрямо анализираните данни.	ИИ-базирани системи за управление, автоматизирано вземане на решения
<i>Системи за сигурност и защита на личните данни</i>	Гарантират конфиденциалност и етична обработка на информацията.	Криптографски алгоритми, блокчейн, регулаторни рамки (GDPR)

Източник: собствена интерпретация.

Интерактивните платформи следва да се възприемат не просто като технологични решения. А по-скоро като инфраструктура на нов управленски рационализъм – такъв, който се основава на диалогичност, адаптивност и информационно-медирано стратегическо планиране. Това поражда същинския въпрос: дали сме свидетели на края на традиционното градско стратегическо планиране в полза на алгоритмично управлявани адаптивни стратегии?

В съвременната градска среда, където промените се случват с висока динамика, необходимостта от интерактивност се превръща в условие за релевантност на управленските решения. Въпреки че ежедневната оперативна адаптация доминира, SUIS моделът подчертава необходимостта от запазване на стратегическата визия. Данните от интерактивните системи според нашето схващане следва да бъдат обобщавани, моделирани и интерпретирани във връзка с дългосрочните цели за устойчивост (напр. въглеродна неутралност, енергийна справедливост). В противен случай съществува риск от локална оптимизация за сметка на глобална трансформация.

Изграждането на устойчив и интелигентен град не се свежда само до въвеждане на интерактивни системи. Изисква се „пренаписване“ на някои концептуални

характеристики на стратегическо планиране. Нужно е да се създадат нови методологии, които съчетават:

- динамиката на данни в реални данни;
- интуицията и ценностната рамка на визионерския управленски подход;
- устойчивостта на системно моделиране с дългосрочна перспектива.

Модул "Адаптивно стратегическо градско управление" в рамките на SUIS модела предлага един по-комплексен и по-адаптивен подход към градското управление. Вярваме, че интеграцията на машинно обучение, автоматизация и аналитични системи, българските градове могат да повишат ефективността на основните градски услуги, да подобрят качеството на живот и да постигнат устойчиво развитие. Автономните управленски решения, базирани на ИИ, биха могли да се разглеждат като бъдещето на интелигентното градско управление. А интерактивните системи за гражданска обратна връзка да се третираят като съществен елемент за изграждане на доверие и ефективност.

5. Модул "Интелигентно и стратегическо финансиране" в SUIS модела

Успешното изграждане и развитие на устойчиви смарт градове изисква не само технологични и управленски иновации. Безспорно изисква и стратегически преосмислен подход към финансирането. Модул "Интелигентно и стратегическо финансиране" в рамките на авторския SUIS модел предлага една цялостна концепция в тази насока. Тя е основана на три основни компонента:

1. иновативни финансови инструменти и дигитални платформи;
2. интегриране на ПЧП за оптимизиране на ресурсите; и
3. прилагане на механизми за комплексно измерване и управление на възвръщаемостта на инвестициите.

Целта е създаване на устойчива, прозрачна и ефективна финансова рамка. Финансова рамка, адекватна на "умните" градски проекти в България.

Първият компонент от този стратегически подход се фокусира върху динамичните финансови инструменти и дигиталните платформи. Съвременното финансиране на устойчиви градски проекти изисква дълбока интеграция на дигитални технологии, целящи повишаване на прозрачността, отчетността и общата ефективност. В тази връзка предложеният SUIS модел акцентира върху няколко ключови аспекта. На първо място, фокусът е върху приложението на блокчейн технологии и смарт договори. По дефиниция те позволяват автоматизиране и прецизно проследяване на финансовите трансакции. Намалява се административната тежест и се минимизира риска от

злоупотреби. На второ място, подчертава се необходимостта от диверсификация на източниците на финансиране. Може да се включва привличане както на традиционни, така и на алтернативни капиталови потоци. С цел да се гарантира финансова стабилност и устойчивост на проектите. Основните характеристики и приложение на тези дигитални финансови инструменти в рамките на SUIS модела са представени в табл. 5.

Таблица 5

Характеристики и приложение на дигитални финансови инструменти в SUIS модела

Финансов инструмент	Описание	Приложение в устойчиви градски проекти
<i>Блокчейн-базирани транзакции</i>	Децентрализирана система за запис и верификация на транзакции.	Гарантира прозрачност и предотвратява злоупотреби при разпределяне на средства за градски проекти.
<i>Смарт договори</i>	Автоматизирано изпълнение на договорни условия чрез кодирани алгоритми.	Намалява бюрократичните процеси и осигурява своевременно финансиране на изпълнителите и плащане на услуги.
<i>Краудфъндинг платформи</i>	Колективно финансиране на проекти чрез дигитални платформи.	Включва гражданите и частния сектор в подкрепата на "смарт" инициативи.
<i>Зелени облигации и устойчиви инвестиционни фондове</i>	Специфични финансови инструменти за подкрепа на екологични и социални проекти.	Привличат институционални и частни инвеститори към устойчиви градски проекти.

Източник: собствено проучване и разработка.

Вижда се, че ползите от дигиталните платформи за финансиране в контекста на SUIS модела определено са значителни. Анализиратите инструменти осигуряват повишена прозрачност и отчетност чрез проследяване на финансови потоци в реално време. Осигуряват също и опростени и ускорени финансови транзакции. Освен това, те насърчават по-добро гражданско участие. Водят до оптимизирано управление на ресурсите чрез гъвкаво разпределение на капитала спрямо приоритетите.

Вторият стълб на Модул "Интелигентно и стратегическо финансиране" е фокусиран върху ПЧП и устойчивите инвестиционни механизми. SUIS моделът възприема ПЧП като стратегически модел за сътрудничество. Модел, който осигурява необходимите инвестиции за развитието на ключови инфраструктурни и технологични

инициативи. Едновременно с това, този подход намалява финансовото бреме върху публичния бюджет и увеличава ефективността посредством експертизата на частния сектор.

Основните предимства на ПЧП включват оптимизирано разпределение на ресурсите чрез ефективно комбиниране на публично и частно финансиране. Те също така позволяват споделяне на риска, намалявайки финансовите и оперативни рискове за публичния сектор. Допринасят за по-бърза реализация на проекти чрез използване на административния капацитет и опита на частните компании. Осигуряват иновации и технологичен напредък чрез достъп до най-новите технологии и ноу-хау.

Различните модели на ПЧП, които могат да бъдат приложени за устойчиви градски проекти в рамките на SUIIS модела, са детайлно представени в табл. 6.

Таблица 6

Модели на ПЧП за устойчиви градски проекти

Модел на ПЧП	Описание	Приложение в устойчивото развитие
<i>Концесионен модел</i>	Частният сектор финансира, изгражда и управлява инфраструктура за определен период, след което я предава на държавата.	Подходящ за зелена енергийна инфраструктура, умни транспортни мрежи, водоснабдителни проекти.
<i>Модел на съвместно управление</i>	Публичният и частният сектор създават съвместно дружество за изпълнение на даден проект.	Използва се при изграждането на интелигентни мобилни платформи и иновативни жилищни комплекси.
<i>Проекти, финансирани чрез „договори за ефективност“</i>	Частният партньор финансира енергийно ефективни подобрения и получава възвръщаемост от генерираните спестявания.	Особено приложим за реновиране на стари сгради и внедряване на смарт осветление.
<i>Обществени иновационни фондове</i>	Комбиниране на публични средства с частни инвестиции в иновационни проекти чрез държавни гаранции.	Подходящ за дигитални услуги, умни системи за отпадъци и водоснабдяване.

Източник: собствена интерпретация.

Ключовите фактори за успешни ПЧП (в българските условия) в рамките на SUIS модела включват ясна законова рамка, прозрачност и отчетност, финансови стимули за частните инвеститори и активно гражданско участие.

Третият елемент на Модул "Интелигентно и стратегическо финансиране" се отнася до моделите за измерване и управление на възвръщаемостта на устойчивите инвестиции. Оценката трябва да обхваща не само финансовата ефективност, но и социалното въздействие и екологичните ползи, използвайки ESG (Environmental, Social, Governance) критерии като основен инструмент.

Неоспоримо е, че пред традиционните икономически модели стоят значителни предизвикателства. Често се подценява истинската стойност на устойчивите инвестиции (фокусирайки се само върху финансовите резултати). Възниква парадоксът на краткосрочните разходи. Защото първоначалните капиталовложения за "зелени" проекти са значителни, а ползите се разгръщат дългосрочно. Съществува и риск от „социално изпиране“. Съществува и опасност от бюрократична парализа при прекомерна регулация, затрудняваща малките и средни предприятия. Конфликтът между краткосрочна печалба и дългосрочна устойчивост остава централен проблем.

Настоящото изследване предлага иновативен хибриден методологичен подход. Подход, който комбинира количествени и качествени методи за цялостна оценка на възвръщаемостта на устойчивите инвестиции. Предназначението му е да се преодолеят ограниченията на съществуващите методологии. Структуриран е като тристепенна интегративна рамка. Тя е допълнена с коефициент за измерване на устойчива конвергенция.

Първото ниво на интегративната рамка за оценка на устойчиви инвестиции се състои от количествени методи с разширени параметри. Те осигуряват задълбочен финансов и ресурсен анализ. Тук се препоръчват анализ на жизнения цикъл (LCA) с разширени параметри⁵ и модифициран анализ на разходите и ползите (mCBA).⁶

Второто ниво на интегративната рамка за оценка на устойчиви инвестиции се фокусира върху качествени преобразувания и социално-екологична оценка, които са от съществено значение за улавяне на нематериалните аспекти на възвръщаемостта.

⁵ Методът включва както икономически, така и ресурсни и екологични потоци по целия жизнен цикъл на даден проект. Обхваща се потребление на вода, емисии, отпадъци и енергийна ефективност.

⁶ Разширява стандартния CBA, като интегрира външни ефекти (по-специално социални и екологични ползи), които се остойностяват или оценяват чрез подходящи техники.

Препоръчваните инструменти включват: метод на социалната възвръщаемост на инвестициите (SROI)⁷ и експертни оценки на ESG фактори.⁸

Третото ниво на интегративна рамка за оценка на устойчиви инвестиции представлява синергичен анализ и валидация. Осигурява се цялостна картина и надеждност на резултатите. За тази цел се използват крос-методологична валидация⁹ и пространствено-времева визуализация.¹⁰

В контекста на настоящото изследване, Коефициентът на устойчива конвергенция (КУК)¹¹ е важен принос към методологията на SUIS модела. Измерва количествено степента на съгласуваност и синергия между трите измерения на устойчивостта (икономическо, екологично и социално) в рамките на даден инвестиционен проект.

Формулата за КУК е следната:

$$\text{КУК} = \frac{\Sigma \text{ESG синхронизирани показатели}}{\text{Общ брой анализирани параметри}} \times 100\%$$

**Високата стойност на КУК (доближаваща се до 100%) показва силна системна интеграция и баланс между икономическите цели и ESG ангажиментите. В обратния случай, ниските стойности разкриват структурни разминавания или „точки на несъгласуваност“. Това сигнализира за необходимост от ревизия на стратегическите приоритети.*

За валидиране и ефективно прилагане на хибридният модел в рамките на SUIS модела, се препоръчва използването на следните методологии:

1. Пространствено-времево картографиране;¹²

⁷ Измерва финансово социалната стойност, генерирана от проекта. Използват се стандартизирани тегловни коефициенти за намаляване на субективизма в оценката.

⁸ Чрез панелни проучвания и Делфи метод се събират и агрегират експертни оценки за въздействието върху показателите за околна среда, социална отговорност и корпоративно управление. Впоследствие те се трансформират в количествени скали или индекси.

⁹ Сравняват се резултатите от количествените и качествените оценки за постигане на съгласуваност и потвърждаване на изводите.

¹⁰ Прилагането на ГИС (Географски информационни системи) позволява визуално представяне на ефектите от инвестициите във времето и пространството. Подпомага се стратегическото планиране.

¹¹ Точното наименование „Коефициент на устойчива конвергенция“ (Sustainable Convergence Coefficient - SCC) е наш принос. В световната практика обаче съществуват сродни концепции, които подкрепят неговата логиката:

- ESG Integration Scores и методи за измерване как екологичните и социалните фактори влияят върху финансовия риск;
- Sustainability Convergence Indices - използват се в регионалното планиране за измерване на сближаването на различни региони по показатели за устойчивост.

¹² Прилагане на ГИС технологии за визуализация на екологичния отпечатък, социално-икономическите ефекти и инфраструктурните промени. Това подпомага дългосрочното стратегическо планиране.

2. Динамични панелни данни;¹³

3. Сценарно моделиране.¹⁴

Въз основа на разработения подход, SUIS моделът формулира конкретни методологични препоръки за различни заинтересовани страни. Те са насочени към подобряване на стратегическото планиране и управление (фиг. 3).



Фигура 3. Методологични препоръки по SUIS модела за стратегическо планиране и управление по заинтересовани страни. (Източник: собствено проучване)

¹³ Създаване на адаптивна система от показатели (базирана на реални данни от IoT сензори, социологически проучвания и регулаторни отчети) осигуряващи актуална информация за стратегически решения.

¹⁴ Използване на Monte Carlo симулации за прогнозиране на дългосрочни ефекти, анализ на чувствителността и оптимизация на инвестиционните стратегии в условия на несигурност.

Предложеният методологичен подход значително преодолява фрагментираността на съществуващите методи за оценка на възвръщаемостта на устойчивите инвестиции. Лансира интегрирана рамка, обхващаща както количествени, така и качествени измерения, което е категорично потвърждение за необходимостта от по-цялостни, нюансирани и интегрирани модели за адекватна оценка на истинската стойност на устойчивите проекти. Бъдещи изследвания биха могли да се фокусират върху разширяване на приложението на КУК в различни сектори, разработване на автоматизирани системи за оценка и интеграция на ИИ в прогнозните модели. Изведеният методологичен принос отваря нови възможности за стратегическо планиране на инвестиции. Става въпрос за такъв тип планиране, което балансира икономическите изисквания, едновременно обвързвайки ги с екологичните и социалните аспекти на устойчивото развитие. Търсеният резултат е проправяне на пътя към едно по-отговорно и устойчиво бъдеще.

Заклучение

Настоящата студия предлага цялостна научна рамка и концептуален инструментариум за управление на сложните процеси по трансформация на съвременните градове в интелигентни и устойчиви системи. В условията на засилваща се урбанизация и динамични технологични промени, изследването доказва, че успехът на смарт градовете зависи не само от технологичната наситеност. Зависи също в много голяма степен от качеството на стратегическото планиране и капацитета за адаптивно управление.

В резултат на проведения анализ и представените разработки, могат да бъдат синтезирани следните изводи:

- Системна интеграция като фундамент. Изведено е визионерско целево състояние, при което градските системи (транспорт, енергия, сигурност) функционират като единна, взаимосвързана мрежа. Преодолява се съществуващата фрагментация чрез национална платформа за взаимодействие и координация.
- Холистичен модел SUIIS. Разработеният авторски модел SUIIS е многослойна система за стратегиране. Интегрира етапите на анализ, формулиране, имплементация и мониторинг в единен цикъл с обратни връзки.

- Когнитивна урбанистика и ИИ. Внедряването на предиктивни алгоритми и машинно обучение позволява преход от реактивно към проактивно градско управление.
- Стратегическо финансиране. Моделът предлага преосмисляне на финансовата рамка чрез използване на блокчейн технологии, смарт договори и КУК.

В контекста на стратегическото планиране и необходимостта от осигуряване на дългосрочна устойчивост на българските смарт градове, се дефинират следните мерки:

1. Институционално и регулаторно обезпечаване. Необходимо е ускорено развитие на адекватна правна рамка. Такава, която да регулира използването на автономни технологии и да гарантира киберсигурността и защитата на личните данни в градската среда.
2. Изграждане на човешки капитал. Фокусът да бъде към мащабно обучение на специалисти с дигитални компетенции. Целта е да са способни да управляват и поддържат сложни ИИ-базирани системи.
3. Диалогичност и гражданско участие. Интегрирането на интерактивни платформи за обратна връзка да се разглежда не само като ИТ решение. А по-скоро като "инфраструктура на нов управленски рационализъм", осигуряващ социална приемственост на различните смарт инициативи.
4. Разширяване на научно-приложния обхват. Бъдещите изследвания да се фокусират върху автоматизиране на процесите по оценка на възвръщаемостта и тестване на КУК в различни секторни политики¹⁰.

Като заключителни думи, предложеният SUIIS модел служи като научно-обоснована основа за разработване на конкретни политики и пътни карти. С водещата цел българските градове да се позиционират като устойчиви и конкурентоспособни центрове в регионален и глобален мащаб.

Bibliography

- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011, 18 (2)). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*. *Journal of Urban Technology*, 65–82.
<https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>.
- Dameri, R. (2013, 11 (5)). Searching for Smart City definition: a comprehensive proposal. *International Journal of Computers & Technology*, 2544.
<https://doi.org/10.24297/ijct.v11i5.1142>.
- Hall, R. E., Bowerman, B., Braverman, J., Taylor, J., Todosow, H., & Wimmersperg, U. (28 September 2000). The vision of a smart city. *2nd International Life Extension Technology Workshop*. Paris, France: 1-6.
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J., Williams, P. (2010, 54 (4)). Foundations for smarter cities. *IBM Journal of Research and Development*, 350-365.
- Nam, T., & Pardo, T. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th annual international conference on digital government research* (pp. 282-291, <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>). Association for Computing Machinery.
- Services, IBM Global Business (2010). *Smarter cities for smarter growth: How cities can optimize their systems for the talent-based economy*. Retrieved from www.ibm.com:
https://www.ibm.com/ibm/responsibility/smarter-cities/Smarter_Cities_Brochure_ENG.pdf
- Атанасова, А. (2021). *Интелигентните градове - нова възможност за планиране и развитие на градската инфраструктура (автореперат на дисертационен труд)*. София: СУ "Св. Климент Охридски".
- Василев, В., Огнянски, Д., & Каменов, К. (2020 (5)). „Умните градове“ – от добри практики към устойчиви резултати. *Годишник на департамент „Администрация и управление“*, 22-42, <https://doi.org/10.33919/yamd.20.5.2>.