

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Г. Ю. Васильєва, М. В. Биваліна, Р. М. Тригуб

УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ МІСТ

Конспект лекцій
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньою програмою
«Міське будівництво та господарство»

Київ 2024

УДК 711
В19

Рецензент О. В. Приймаченко, канд.техн.наук, доцент, зав.
кафедри міського будівництва

*Затверджено на засіданні кафедри міського будівництва
КНУБА, протокол №1 від 19 вересня 2024 року.*

В авторській редакції.

Васильєва Г. Ю.

В19 Управління транспортними системами міст [Електронний ресурс]:
конспект лекцій / Г. Ю. Васильєва, М. В. Биваліна, Р. М. Тригуб. –
Київ: КНУБА, 2024. – 48 с.

Визначено характеристики транспортних систем сучасних міст;
методи організації дорожнього руху, аналізу безпеки дорожнього руху,
розрахунку інтенсивності та пропускнуої здатності вулично-дорожньої
мережі міст.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня
вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньою програмою «Міське будівництво та
господарство»

Вступ

Курс навчальної дисципліни «Управління транспортними системами міст» розглядається як одна із складових дисциплін комплексу фахової підготовки здобувачів вищої освіти за освітньою програмою «Міське будівництво і господарство».

Мета курсу: є забезпечення підготовки фахівців у галузі функціонування та управління транспортних систем міст, основ проектування об'єктів транспортної інфраструктури та творчого рішення інженерних та дослідницьких завдань.

Завдання курсу: навчити студентів аналізувати функціонування транспортних систем міст та проектувати їх основні елементи.

Лекція 1

ВСТУП. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ

До початку ХХ сторіччя площа вулиць і проїздів у великих містах в цілому ще відповідала потребам населення в переміщенні. Але впродовж останніх 50 років населення наших міст збільшилось в середньому в 2,5 рази. На перший погляд, може здаватися, що у стільки ж раз повинні були зрости і розміри міського руху. Проте на ділі між цими величинами існує прогресуюча залежність. По мірі зростання чисельності населення територія міст збільшується, і відстані, що долаються кожним мешканцем, стають довшими. У старому, «пішохідному» місті населення здійснювало відносно небагато «людино-кілометрів» на рік. Але чим більшим ставало місто, тим більшою ставала середня відстань пересування його мешканців, яким все частіше доводилося користуватися тим чи іншим видом транспорту. Проведені дослідження показали, що за останні півстоліття транспортна робота, що приходиться в рік на одного жителя, в найзначніших і значних містах збільшилася у 10 разів. Отже, з урахуванням зростання числа жителів, загальна річна кількість пасажиро-кілометрів виросла за цей час в 25 разів.

Пішоходи при русі вулицею займають мало місця. Але «необхідна площа» на одну людину помітно зростає при користуванні яким-небудь екіпажем. Підраховано, що на кожен людино-кілометр в сучасних великих

містах «споживається» приблизно у 2,5 рази більше території, ніж на початку сторіччя. Враховуючи 25-кратне збільшення транспортного навантаження на цю величину, робимо висновок, що «динамічне споживання» площі вулиць у великих містах збільшилося за останні 50 років приблизно в 60 разів!

До початку нашого сторіччя в містах ще зберігалася певна відповідність між розмірами руху і площею вулиць і проїздів. Це положення розповсюджувалося також на центральні райони міст, за винятком лише найзначніших світових центрів (Лондон, Нью-Йорк), в яких вже тоді спостерігалися утруднення вуличного руху в низці вузлових пунктів. Відомо, що в центральних районах найзначніших міст площа, яку займають вулиці та проїзди, за минулі 50 років практично не збільшилася. Нові вулиці в містах прокладалися, як правило, тільки в нових житлових і промислових районах. Таким чином, в центрах міст на ту ж площу вулиць і проїздів, що і 50 років тому, тепер приходиться транспортне «специфічне» навантаження (потреба в площі проїзної частини) приблизно в 60 разів більше. Строго кажучи, площа проїзної частини, що фактично відводиться під рух транспорту, навіть зменшилася, оскільки значна частина її виявляється зайнятою під стоянки автомобілів. Викладені обставини є основними причинами виникнення транспортних утруднень в містах. Коротко, вони зводяться до наступних:

- територіальне зростання міст;
- обумовлене цією обставиною збільшення розмірів руху;
- зростання потреби у вуличній площі у зв'язку зі збільшенням розмірів руху індивідуального транспорту.

Абсолютно очевидно, що швидке пристосування існуючих вуличних мереж центральних районів міст до вимог зростаючого руху – справа практично неможлива. Сучасні автозаводи без особливих зусиль можуть випускати у великій кількості нові автомобілі. Але реконструкція перевантажених вулиць і вузлових пунктів в центрах міст з розрахунком на те, щоб вони хоча б на найближчі десятиріччя відповідали вимогам перспективного розвитку руху – справа надзвичайно важка, а через фінансові обставини – є практично нездійсненною в короткі терміни. Нажаль, ми не можемо найближчим часом істотно збільшити транспортні території наших міст, оскільки не маємо в своєму розпорядженні

необхідних матеріальних і фінансових ресурсів.

У системі єдиного народногосподарського комплексу країни або міста транспорт – одна із основних галузей, що здійснює взаємозв'язок галузей промисловості, побутового обслуговування різних територій, які забезпечують потреби суспільства в перевезенні вантажів і пасажирів. Особлива увага повинна бути приділена розвитку єдиної транспортної системи, удосконаленню всіх її ланок, створенню широкої мережі доріг. У всіх цих процесах важливе місце посідає транспортне планування міст.

Транспортне планування міст – один із нових напрямків в містобудуванні по розробці і оцінці транспортних якостей всього планування міста.

Воно охоплює комплекс транспортних, будівельних, планувальних заходів і заходів по захисту оточуючого середовища.

Їх мета – створення раціональної структури вулично-дорожньої мережі (ВДМ), яка найкращим чином вирішує проблему транспортного обслуговування населення міста.

Задачі транспортного планування міст:

- покращення використання транспортного простору міста;
- розвиток транспортної системи та транспортної інфраструктури міста;
- забезпечення безперервності руху та безпеки всіх учасників руху;
- розвиток систем руху пішоходів та їх взаємодія з транспортними потоками;
- модернізація існуючих мереж окремих видів міського транспорту;
- покращення об'єктів дорожнього обладнання вулично-дорожньої мережі та інфраструктури транспорту;
- організаційні, експлуатаційні та економічні проблеми для досягнення поставлених задач.

Сучасне місто – це крупний вузол автомобільних доріг і залізниць. Умови життя в місті залежать від того, наскільки повно налагоджено в ньому транспортне обслуговування. Розвиток міста передбачає вирішення не тільки архітектурно-планувальних завдань, а й удосконалення транспортної системи міста, в тому числі вулично-дорожньої мережі. В

свою чергу, сучасний міський рух висуває завдання, від вирішення яких залежать не тільки характеристики роботи міського транспорту, а й розвиток самого міста.

Існує чіткий взаємозв'язок між розвитком міста і транспорту: місто зростає до певних меж, доки не починає відчувати труднощі в транспортному обслуговуванні, які виявляються в додаткових витратах часу пасажирів на поїздки, переповненні рухомого складу міського пасажирського транспорту, заторах на вулицях, перепробігах автомобільного транспорту.

Із зростанням чисельності населення міст і його території обсяг роботи міського транспорту зростає більш високими темпами через зростання рухомості населення (середньої кількості переміщень, яка приходить на одного мешканця в рік), збільшується дальність поїздки. Все це викликає потребу в удосконаленні транспортної системи. Удосконалення і розвиток транспорту сприяє підвищенню швидкості поїздок, розширює можливості розселення, що дозволяє розширити міську територію. Відомий французький архітектор Ле Корбюзьє справедливо стверджував, що жодне місто не може зростати швидше, ніж зростає його транспорт. Історія розвитку міст і транспорту яскраво підтверджує цю тезу. Спробуємо зрозуміти причини утруднень руху в містах, прослідкувавши історію розвитку внутрішньоміського руху і транспорту.

Перші міста виникли як центри ремесел, адміністративні центри та військові поселення. Кількість населення та територіальні розміри стародавніх міст були невеликі, внаслідок чого всі їх точки тяжіння знаходились в місцях «пішохідної доступності». Швидкість пішохода – близько 4 км/год – була визначальним чинником внутрішньоміського руху. Площа так званого пішохідного міста складала приблизно 12,5 км². Оскільки витрати часу та мускульна енергія пішохода мають певні межі, територіальний розвиток міст залишався обмеженим. Протягом тисячоліть для пересування по суші людина могла розраховувати тільки на власні ноги, хіба що іноді удавалася до допомоги носилок, верхового коня або кінного воза. Не кажучи вже про те, що останні способи пересування були доступні лише людям заможним, в умовах міста вони могли дати лише деяке підвищення зручності пересування без істотного виграшу в швидкості.

Потреба в міському транспорті виникла тоді, коли в результаті

зростання міст їх територіальні розміри перевищили зону пішохідної доступності міського центру.

Міський транспорт значно розширив зону доступності міських центрів, сприяв концентрації в них міського населення і подальшому територіальному зростанню. Так з самого початку міський транспорт став одним із вирішальних факторів містоутворення: створення систем міського транспорту, які були прив'язані до окремих напрямків-вулиць, визначало подальше формування вулично-дорожньої мережі міст і характер їх забудови. Однією з головних задач містобудування стало створення такого планування міст, яке б сприяло зменшенню транспортної потреби. Але остання тільки невпинно зростала. Це визначається тим, що з територіальним зростанням міст рухомість населення збільшується приблизно квадрату площі міста.

Принципова схема містоутворення та його зв'язки з розвитком міського транспорту виглядають приблизно так. Початок місту дають ті чи інші містоутворюючі підприємства, що виникають в місцях розробок корисних копалин, на шляхах кочівників, в курортних зонах тощо. Розвиток міського транспорту створює довкола вакуум робочої сили, приваблює самодіяльне населення із оточуючих районів, викликає необхідність житлового будівництва та зведення підприємств обслуговування. Розміри міст поступово збільшуються і на деякій визначеній стадії переростають зону пішохідної доступності. Виникає необхідність у міському транспорті. Його поява забезпечує можливість подальшого територіального зростання міста і його населення.

Історія розвитку суспільства підтверджує, що транспорт сприяв розподілу праці, диференціації виробництва у всіх сферах діяльності людини, розвитку культури і тим самим суспільному прогресу людства. З цієї точки зору кожний етап технічного розвитку транспорту знаменує собою розширення та поглиблення впливу транспорту на розвиток суспільства.

В історії розвитку міського транспорту виділяють п'ять періодів: кінної, парової і електричної тяги, автомобілізації і сучасний період.

Залежно від чисельності населення міста поділяються на п'ять груп, кожній з яких відповідає певна транспортна рухомість населення, тобто кількість поїздок, що припадає на одного мешканця за рік.

Транспортна класифікація міст

Групи міст	Населення, тис. чол.	Транспортна рухомість населення		Види транспорту (орієнтовно)
		Сучасна	Перспективна	
Найкрупніші	Понад 800	350-400	580-800	Обов'язково необхідний позавуличний швидкісний транспорт
Крупні	500 - 800	330-360	515-700	Головний вид транспорту – трамвай (швидкісний)
Великі	250-500	300-330	460-650	Автобус і тролейбус, можливий трамвай
Середні	50-250	200-300	385-550	Автобус і тролейбус
Малі	<50	70-150	200-350	Автобус

Основні закони України стосовно МПТ:

- Про основи містобудування. Закон України від 16 листопада 1992 р. № 2780-XII.
- Про охорону праці. Закон України від 14 жовтня 1992 р. N 2694-XII.
- Про дорожній рух. Закон України від 30 червня 1993 р. N 3353-XII.
- Про столицю України – місто-герой Київ. Закон України від 15 січня 1999 р. N 401-XIV.
- Про регулювання містобудівної діяльності. Закон України від 17 лютого 2011 р. N 3038-VI.
- Про охорону культурної спадщини. Закон України від 8 червня 2000 р. N 1805-III.

Нормативи:

- ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с. (чинні з 01.10.2019).
- ДБН В.2.3-5-2018 Вулиці та дороги населених пунктів – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-

комунального господарства України, 2018. – 55 с. (чинні з 01.09.2018).

- ДБН В.2.3-5:2007. Споруди транспорту. Автостоянки та гаражі для легкових автомобілів.
- ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Ч.1 та ч.2.
- ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій.

Розпорядження Кабінету міністрів України від №430-р. травня 2018 року «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року».

Контрольні запитання

1. Які основні причини виникнення транспортних утруднень в містах?
2. Задачі транспортного планування міст.
3. Коли вперше виникла потреба у міському транспорті?
4. Який вид транспорту є основним для найкрупніших міст?

Лекція 2

ГЕНПЛАН МІСТА

У практиці вітчизняного містобудування стратегічні плани розвитку територій і ВДМ міста розробляються при виконанні послідовного ряду проектно-планувальних робіт, які визначені Законом України «Про регулювання містобудівної діяльності», прийнятого 17.02.2011 р. Цей Закон відмінив обмеження строку дії генерального плану населеного пункту і ввів вимогу, що зміни до нього можуть вноситися не частіше одного разу на п'ять років. Вперше була введена стадія «План зонування території» (зонінг).

У статті 1 цього Закону визначається, що містобудівна документація – це затверджені текстові та графічні матеріали з питань регулювання планування, забудови та іншого використання території.

Під терміном територія розуміється частина земної поверхні з повітряним простором та розташованими під нею надрами у визначених межах (кордонах), що має певне географічне положення, природні та створені в результаті діяльності людей умови і ресурси.

Містобудівна документація (МД) є інструментарієм державного регулювання планування територій і поділяється на документацію державного, регіонального та місцевого рівнів.

Об'єктами містобудування на державному та регіональному рівнях є планувальна організація території, система розселення, система взаємопов'язаного комплексного розміщення основних об'єктів промисловості, транспорту, інженерної та соціальної інфраструктури, функціональне зонування території України. її частин (груп областей), областей адміністративних районів.

Об'єктами містобудування на місцевому рівні є комплекси об'єктів будівництва, об'єднаних спільною планувальною структурою, об'ємно-просторовим рішенням, інженерно-транспортною інфраструктурою в межах населеного пункту, його функціональної зони (сельбищної, промислової, центру, курортної, рекреаційної тощо), планувального чи житлового району, мікрорайону (кварталу), приміської зони.

1. Генеральна схема планування території України – це МД, що визначає концептуальне вирішення планування та використання території України. У розвиток цієї схеми розробляються схеми планування території на регіональному рівні – це планувальна документація, яка визначає принципові вирішення розвитку, планування, забудови, використання територій адміністративно-територіальних одиниць та їх окремих частин;

2. Генеральний план міста (ГПМ) чи населеного пункту – це МД, що визначає принципові вирішення розвитку, планування, забудови та іншого використання території населеного пункту та його приміської зони – території, що забезпечує просторовий та соціально-економічний розвиток міста. Йому передуює розробка концепції ГП (раніше ТЕО – техніко-економічне обґрунтування) і паралельно з ГП ведеться розроблення комплексної схеми транспорту (КСТ, раніше – КТС) і далі – комплексної схеми організації дорожнього руху (КСОДР);

3. Детальний план території (ДПТ, раніше – ПДП) – це МД, що визначає планувальну організацію та розвиток території:

4. План зонування території (зонінг) – це МД, що визначає умови та обмеження використання території для містобудівних потреб в межах визначених зон;

5. Проекти організації дорожнього руху (ПОДР).

Отже, стадії містобудівного проектування вирішують задачі на стратегічному (генплан), тактичному (КСТ) і оперативному (КСОДР) рівнях.

Нормативною основою розробки генеральних планів в Україні є державні будівельні норми «Склад, зміст, порядок розробки й затвердження генеральних планів міських населених пунктів», ДБН Б.1-3-97. Традиційно

за ГПМ йде розробка КСТ, яка виконується на основі й у розвиток затвердженого ГПМ. Нормативною основою розробки КСТ в Україні є ДБН Б. 1-2-95. Згідно з цими нормами КСТ розробляються для систем поселень з перспективами розвитку міста-центру (в агломераціях міст-центрів) понад 100 тис. жителів на термін розроблення генерального плану міста з виділенням та деталізацією першочергових заходів з розвитку дорожньо-транспортної мережі і організації дорожнього руху (ОДР).

Одним із основних завдань КСТ згідно з є визначення принципів напрямів, послідовності й термінів реалізації заходів з розвитку магістральної ВДМ, а також всіх видів міського, приміського й зовнішнього транспорту з дотриманням вимог БМР. Для його вирішення в КСТ проводиться аналіз і оцінка існуючого стану магістральної ВДМ і ОДР на ній з метою визначення рівня забезпечення безпеки руху транспорту й пішоходів на найважливіших вулицях і магістралях, у транспортних вузлах, виявлення ділянок з несприятливими дорожніми умовами й місць концентрації дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Визначаються недоліки та проблеми БМР, що потребують вирішення. На цій основі пропонуються принципи рішення основних перетинів в одному й різних рівнях, обґрунтовуються пропозиції з розвитку ВДМ (із забезпеченням необхідної пропускної спроможності), у тому числі виділення магістралей переважно вантажного руху, будівництво обхідних транспортних магістралей для розвантаження центральної частини міста від вантажного автотранспорту, винесення транзитного руху за межі міста. В основному, всі запропоновані в КСТ принципи рішення з розвитку ВДМ.

Особлива роль у вирішенні проблеми БМР на ВДМ належить КСОДР. Відповідно КСОДР – це проєкт організації дорожнього руху в місті, що передбачає системну розробку комплексу заходів щодо оптимізації дорожнього руху з метою забезпечення його безпеки й скорочення шкідливого впливу транспорту на навколишнє середовище з оцінкою ефективності прийнятих рішень.

Одним із завдань КСОДР є ліквідація ділянок ВДМ із підвищеною небезпекою здійснення ДТП. Для цього повинна бути побудована картограма ДТП із виділенням місць найбільшої концентрації ДТП і з ранжируванням їх за індексом безпеки. На підставі вивчення таких ділянок, проведення натурних обстежень у КСОДР повинне бути запропоноване сільове вирішення проблеми БМР на ВДМ із застосуванням містобудівних методів ОДР, що передбачають:

- розробку схеми розподілу транспортних потоків на ВДМ і маршрутного орієнтування в місті; розробку системи вулиць і доріг: з одnobічним рухом транспорту, з реверсивним рухом, із пріоритетним рухом МПТ;

- упорядкування розміщення зупинок МПТ;

- введення зональних обмежень на рух транспортних засобів, організація пішохідних вулиць і зон, зон «заспокоєння» руху;

- визначення районів і черговості впровадження автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР);

- розробку пропозицій по планувально-реконструктивним заходам, необхідним для реалізації запропонованих методів ОДР;

- підготовку пропозицій щодо черговості впровадження КСОДР і вибору об'єктів для наступної розробки ПОДР.

Результати проектування КСОДР оцінюються комплексом соціально-економічних показників, серед яких є абсолютні і відносні показники БМР на ВДМ.

На підставі затвердженої КСОДР (ДПТ) ведеться розроблення ПОДР (розділ ОДР в складі проекту забудови території). Перелік елементів ВДМ, що підлягають проектному опрацюванню (район, маршрут, вулиця, ділянка вулиці, перехрестя), визначається виявленими при розробленні КСОДР «вузькими місцями» і запропонованими методами ОДР. Склад розрахункової й графічної частини ПОДР залежить від об'єктів проектування й характеру запропонованих КСОДР методів ОДР. Допускається розробка ПОДР без попередньої розробки КСОДР для окремих елементів вулиці.

При розробці ПОДР використовуються більш деталізовані, ніж в КСОДР, показники ступеня небезпеки руху, ретельно досліджується динаміка ДТП (траєкторії руху транспортних засобів і пішоходів, швидкісний режим), виявляються причини окремих ДТП. На основі цього розробляються заходи щодо попередження аварійності. В основному використовуються методи регулювання руху й локальні планувально-реконструктивні заходи, що забезпечують реалізацію прийнятих у КСОДР містобудівних методів ОДР. Розробка ПОДР має достатнє методичне забезпечення.

Проблема БМР на ВДМ повинна вирішуватися на всіх стадіях містобудівного проектування – від генерального плану міста до ПОДР. На кожній з цих стадій питання БМР повинні бути ув'язані із цільовою настановою цієї стадії, використовуватися відповідна система показників БМР і відповідні методи оцінки, прогнозування й підвищення БМР.

Геометричні системи планування ВДМ міста значною мірою визначають основні характеристики міського руху, кількість перетинів, схеми організації руху транспорту та пішоходів, а, зрештою, середню швидкість руху і величини затримок. Відомі такі основні системи планування ВДМ міст (рис. 1): прямокутна (а), радіальна (б), радіально-кільцева (в), діагональна чи трикутна (г), лінійна (д), прямокутно-діагональна (е), віяльна або променева (ж), шестикутна (з), комбінована або вільна (и).

Прямокутна система характерна наявністю паралельно розташованих магістралей (Одеса, Миколаїв, Черкаси). Позитивною якістю прямокутної системи є відсутність чітко вираженого центрального ядра, можливість рівномірного розподілу транспортних потоків по всій території міста. До недоліків такої системи ВДМ відноситься велика кількість дуже завантажених перетинів, які ускладнюють організацію руху, збільшують транспортні втрати і великі переїзди автомобілів в напрямках, що не співпадають з напрямками вулиць. Прямокутна система має різновиди та суттєво змінює свої характеристики в залежності від співвідношення сторін. Так, якщо сторони прямокутника майже рівні, то система називається прямокутно-квадратною. Якщо одна сторона в кілька разів більша, то звичайно така система називається лінійною (Архангельськ, Волгоград, Донецьк, Кривий Ріг). Недоліком прямокутної системи є складність зв'язків між периферійними точками.

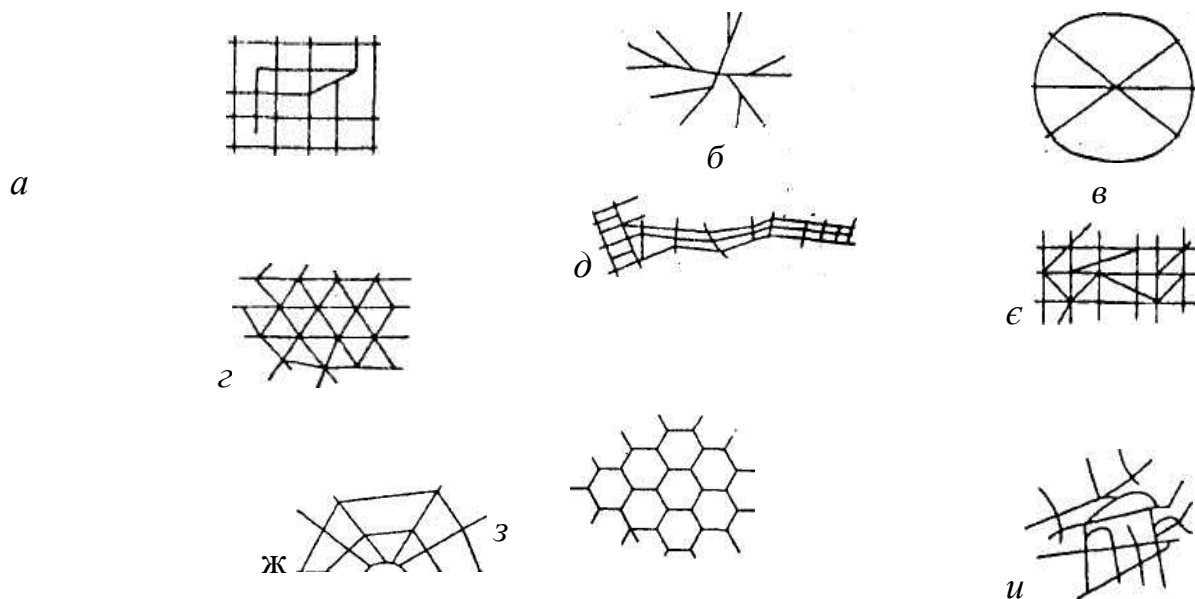


Рис. 1. Схема планувань ВДМ

Для локалізації цього недоліку будуються діагональні магістралі і така система має назву прямокутно-діагональної (Вашингтон, Детройт, Херсон). Ця система дещо краща, ніж прямокутна, але характерна появою складних перетинів з п'яти, шести вулиць, котрі вливаються у вузол. У разі інтенсивності ТП до 1500-2000 авт/год для розв'язки руху можна використовувати принцип саморегульованого чи регульованого руху. Під час більш високо – потрібні багаторівневі розв'язки в різних рівнях.

Радіальна система характерна для більшості старих міст, котрі розвивались як торгові центри (Вінниця, Львів, Севастополь, Чернігів). Радіальна система припустима лише для малих міст. Для інших міст така система у чистому вигляді не може бути прийнята.

Радіально-кільцева система (Москва, Дрезден, Івано-Франківськ) є розвитком радіальної системи за рахунок кільцевих магістралей. В цій системі радіальні магістралі завантажені більше, ніж кільцеві, що необхідно враховувати при виборі типу перетинів у вузлах ВДМ. Близькою за характеристиками до радіально-кільцевої системи є віяльна або променева. Вона використовується в містах які розміщуються на узбережжі, приморських курортних районах. Забезпечують зв'язок центру міста з периферійними районами (Алушта, Ялта). Діагональна чи трикутна система (деякі райони Парижа і Лондона) розосереджує транспортні потоки, звільнює центр міста від транзиту. Однак, при цьому утворюються складні у планувальному рішенні перетини під гострим кутом. Цей недолік у значною мірою знижується в шестикутній системі. Шестикутна система у порівнянні з прямокутною чи радіальною більш зручна для транспортного руху. Але відсутність прямих найкоротших напрямів стримує можливість її використання в містобудуванні.

Комбінована система ВДМ міста зустрічається найчастіше. Вона використовує позитивні якості одних схем та зменшує недоліки інших (Дніпропетровськ, Запоріжжя, Маріуполь). Вільна система займає особливе місце у типології систем ВДМ, що розглядається. Вона не пов'язана з якоюсь типовою системою, зустрічається у середньовічних європейських містах та при складних рельєфних умовах.

У чистому вигляді всі розглянуті системи вуличної мережі в сучасних великих містах зустрічаються рідко. Наприклад, система ВДМ м. Києва сформувалася в процесі його історичного розвитку і є у правобережній частині радіально-кільцевою, а в лівобережній – прямокутною структурою.

Навіть наочно видно, що різні планувальні системи ВДМ мають різну щільність перетинів (кількість перетинів на одиницю площі міської

території), їх планувальних рішень (конфігурація, місце в плані міста, кількість вулиць, що перетинаються і т.п.).

Прямокутна схема має найбільшу пропускну здатність, тому що не має складних вузлів перетинання, а самі вузли перетинання рівномірно розподілені на території міста. Як правило, при прямокутній схемі вузли включають перетинання двох магістралей. До переваг прямокутної схеми в цьому відношенні треба також віднести можливість організації руху за паралельними, дублюючими напрямками, що значно підвищує пропускну здатність системи в цілому.

Найменшу пропускну здатність має радіальна транспортна схема, у якій усі радіуси перетинаються в центрі міста, утворюючи складний транспортний вузол з великою інтенсивністю вуличного руху. На проходження таких транспортних вузлів витрачається багато часу. Крім того, розташовані в таких транспортних вузлах зупинки характеризуються більшим пасажирообміном за рахунок пересадки пасажирів. При радіальній транспортній схемі важко буває створити обхідні напрямки, особливо для трамвая і тролейбуса. Таким чином, пропускну здатність радіальної схеми нерідко лімітується пропускну здатністю її центрального транспортного вузла.

Радіально-кільцева транспортна мережа за пропускну здатністю займає проміжне місце між прямокутною й радіальною.

Пропускну здатність комбінованої транспортної мережі залежить від того, наскільки вдало сполучаються окремі елементи схем і які з них переважають.

Контрольні запитання

1. Що таке містобудівна документація?
2. Для міст з яким населенням розробляється КСТ?
3. Яка планувальна схема ВДМ має найбільшу пропускну здатність?

Лекція 3

ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА МІСТА

Класифікація об'єктів транспортної інфраструктури міста:

1. Вулично-дорожня мережа
2. Зовнішній транспорт
 - 2.1. Аеропорти (аеровокзали)
 - 2.2. Залізничний вокзал (станції електрички, товарні станції)

- 2.3. Річковий вокзал
- 2.4. Об'єкти автосервісу на підходах до міста (мотелі, кемпінги, АЗС)
3. Маршрутна мережа МПТ, зупинки, рухомий склад.
 - 3.1. Метрополітени і станції
 - 3.2. Трамвай (швидкісний)
 - 3.3. Тролейбус
 - 3.4. Автобус (маршрутні мікроавтобуси)
4. Об'єкти обслуговування
 - 4.1. Депо (тролейбус)
 - 4.2. АТП
 - 4.3. Тягові підстанції
5. Об'єкти автосервісу
 - 5.1. АЗК
 - 5.2. СТО
 - 5.3. Мийки
 - 5.4. Гаражі
 - 5.5. Стоянки (паркінги)
6. Транспортні розв'язки і пішохідні переходи
 - 6.1. Мости
 - 6.2. Естакади
 - 6.3. Шляхопроводи (у т.ч. "лист конюшини", "труба")
 - 6.4. Пішохідні переходи (у т.ч. підземні і надземні)
7. Технічні засоби регулювання дорожнім рухом
 - 7.1. АСУДР (центральний пункт управління, дорожні контролери)
 - 7.2. Світлофорні об'єкти
 - 7.3. Дорожні знаки
 - 7.4. Огорожі, острівці, направляючі пристрої
 - 7.5. Каналізування руху (розмітка)

Закордонний досвід транспортного проектування показує, що на кожний об'єкт транспортної інфраструктури доцільно розробити паспорт, в який вносять основні характеристики такого об'єкта.

Сучасний міський транспорт залежно від свого призначення поділяється на такі види (рис.2):

- пасажирський (трамвай, троллейбус, автобус, метрополітен, глибокі вводи електрифікованих залізниць, легкові автомобілі, мотоцикли, велосипеди, моторолери);

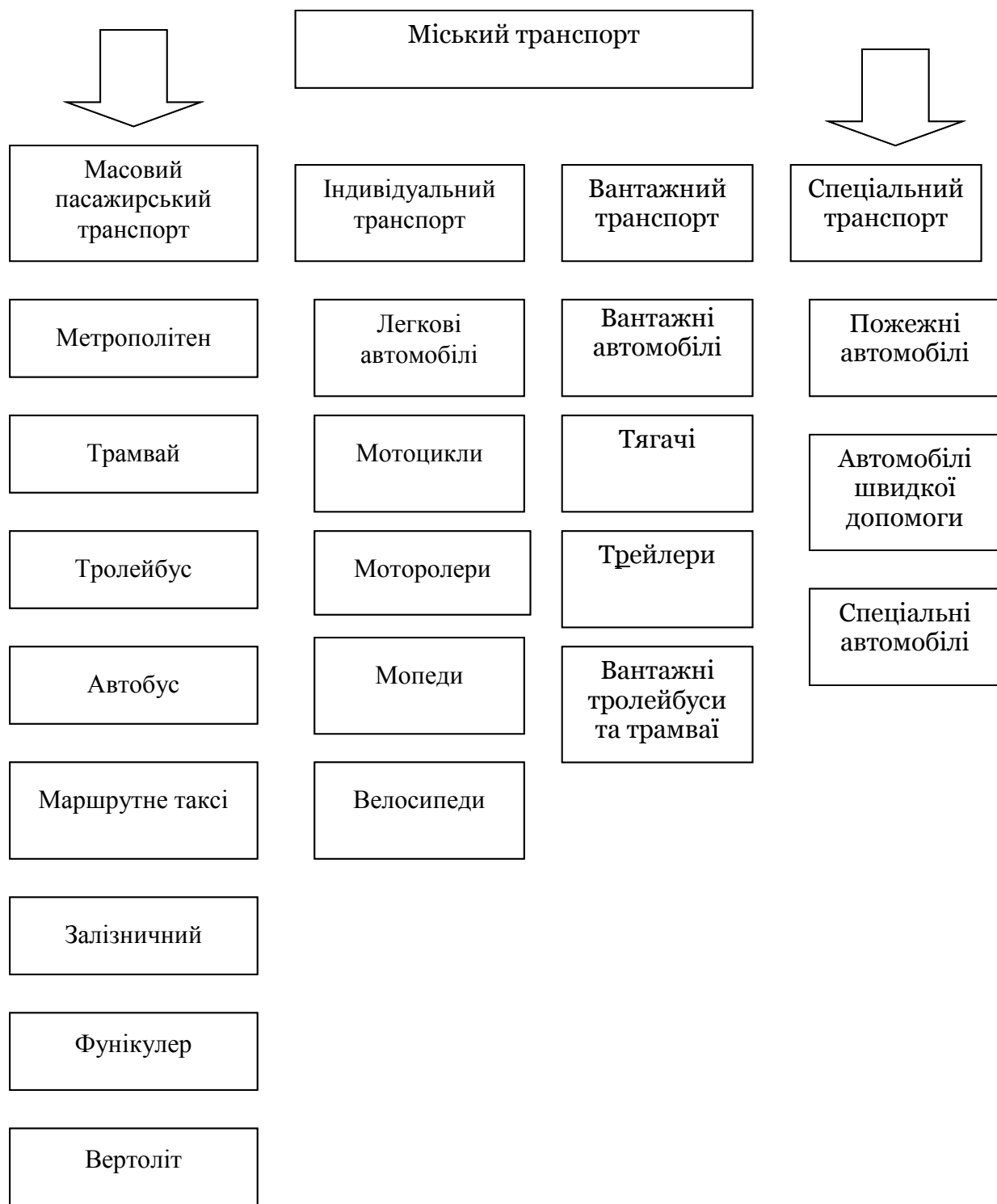


Рис. 2. Класифікація міського транспорту

- вантажний (вантажні автомобілі, вантажні трамваї, вантажні тролейбуси, вантажні поїзди метрополітену, кінські вози);
- спеціальний (санітарний, пожежні автомобілі, автомобілі для прибирання вулиць, автомобілі техдопомоги тощо).

МПТ за місткістю транспортних засобів може бути поділений на дві групи:

1) масовий або громадський (трамвай, тролейбус, автобус, метрополітен, глибокі вводи електрифікованих залізниць) – характеризується місткістю транспортних засобів понад 5 чол. і виконує основну частину перевезень;

2) індивідуальний (легкові автомобілі, моторолери, мотоцикли, велосипеди) – характеризується місткістю до 5 чол.

Залежно від організації руху МПТ може бути: маршрутизованим, що рухається завданним маршрутом із фіксованими зупинками, а також таким, що виконує перевезення за принципом “від дверей до дверей” (транспортні засоби особистого користування, легкові таксі, відомчі автомобілі).

Для цілей містобудування найважливішими класифікаційними ознаками МПТ є:

а) продуктивність транспорту;

б) розташування транспортних ліній відносно вулиці.

За розташуванням транспортних ліній відносно вулиці всі види міського транспорту можна поділити на вуличні та позавуличні.

Організація руху транспорту на вулицях великих міст є складною задачею: необхідно виділити значну частину міської території для шляхових засобів, вузлів, стоянок та ін. Лінії позавуличного транспорту характеризуються мінімальною потребою в міських територіях. Головне ж полягає в тому, що на позавуличних лініях досягаються більш високі швидкості сполучення ніж на вуличному транспорті, при значно вищому рівні безпеки руху. Таким чином, позавуличний транспорт можна вважати “швидкісним”.

Залежно від характеру шляхових пристроїв розрізняють два види МПТ:

- рейковий (метрополітен, глибокі вводи електрифікованих залізниць, трамвай);

- нерейковий (тролейбус, автобус, легкові автомобілі).

Залежно від швидкості перевезення пасажирів транспорт поділяється:

- на надшвидкісний зі швидкістю сполучення понад 50 км/год (монорейковий транспорт, вертоліт, легкові автомобілі на швидкісній дорозі – $V = 60 - 100$ км/год);

- швидкісний зі швидкістю 35 – 50 км/год (метрополітен, електрифікована залізниця, підземний трамвай $V = 25 - 40$ км/год);

- експресний зі швидкістю 25 – 35 км/год (автобус-експрес – $V=20-25$ км/год);
- звичайний зі швидкістю до 25 км/год (трамвай, тролейбус, автобус – $V=15-18$ км/год).

За видом рушійної сили, що використовується, МПТ поділяється на:

- транспорт з електричним двигуном (метрополітен, залізниця, трамвай, тролейбус);
- з двигуном внутрішнього згорання (автобус).

В табл. 2 надані порівняльні характеристики видів МПТ за основними показниками.

Таблиця 2

Порівняльні характеристики видів МПТ

Вид транспорту	Макс. частота руху, пар поїздів в годину "пік" або одиниць рухомого складу	Кількість вагонів у потязі	Орієнтовна провізна здатність, тис. пас. в годину "пік"	Середня швидкість сполучення, км/год
Автобус звичайний	Визначається умовами орг. дор. руху	1	3-5	18-20
Автобус-експрес		1	До 10	25-30
Тролейбус	40	1	3,5-4,7	18-20
Трамвай	30	1-2	6,0-12,0	15-20
Трамвай швидкісний	30	1-2	10,0-20,0	25-30
Метрополітен	40	5-6	20-45	40-45
Швидкісний позавуличний рейковий транспорт (мініметро, наземний легкий метро)	14-30	4-6	15,0-30,0	25-35
Примісько-міська залізниця (2-х – 4-х колійна)	14-28	10-12	30,0-50,0	45-50
Монорейковий транспорт	14	3-5	10-30	60-70

Контрольні запитання

1. Основні елементи транспортної інфраструктури міста.
2. Класифікація МПТ.
3. Який вид МПТ має найбільшу провізну здатність?

Лекція 4

ТРАНСПОРТНИЙ РИТМ МІСТА

Транспортний ритм міста – об’єктивно існуюча просторово-часова закономірність, притаманна режимам інтегрованого транспортного потоку.

Зміна величини інтенсивності руху транспортного потоку у будь-якій точці ВДМ є випадковим процесом, який може викликати несподівані наслідки у інших точках мережі. Такі зміни найсильніше проявляються коли ВДМ працює на межі вичерпання пропускної здатності.

Для розрахунків інтенсивностей руху транспорту при плануванні визначають очікувані значення добової і годинної інтенсивності руху на розрахунковий період і перспективу.

Внаслідок змін інтенсивності руху за годинами доби, днями тижня і сезонами розглядають відносні величини транспортних потоків протягом року.

У зв’язку з тим, що годинна інтенсивність використовується для транспортних розрахунків, характерний розподіл годинних інтенсивностей визначається протягом закінченого річного циклу.

Обстеження інтенсивностей руху транспортних потоків у містах проводяться з метою отримання даних стосовно завантаження ВДМ міста та окремих її вузлів, що використовується при розробці генплану міста, комплексних схем транспорту, комплексних схем організації дорожнього руху, проектів автоматизованих систем управління дорожнім рухом, проектів транспортних розв’язок в різних рівнях та при реконструкції.

Дані з обстежень інтенсивностей транспортних потоків необхідні для:

- визначення резервів пропускної здатності ВДМ;
- прогнозування інтенсивностей транспортних потоків;
- визначення відповідності геометричних параметрів магістралей нормативам;
- встановлення оптимальних режимів світлофорного регулювання;
- розробка раціональних схем організації дорожнього руху;
- визначення рівня забрудненості навколишнього середовища і рівня шуму від транспорту.

Обстеження інтенсивності руху транспорту проводять за допомогою спеціальних бланків (рис. 3).

Карта обліку інтенсивності руху транспорту та пішоходів

Час	Напрямок Руху	Легкові	Маршрут. таксі	Вантажні		Автобуси	Тролейбуси	Всього	Пішоходи
				до 14 т	Автопоїзди				
10,00-10,30	1-1	0	0	0	0	0	0	0	
10,20-10,30	1-2	1432	36	4	7	5	0	1484	600
11,20-11,40	1-3	135	6	2	0	0	3	146	458
12,00-13,00	2-1	1001	45	3	1	0	0	1050	500
13,00-13,20	2-2	0	0	0	0	0	0	0	
13,20-13,40	2-3	125	12	4	2	0	0	143	600
13,40-14,00	3-1	14	8	0	0	0	0	22	657
14,20-14,40	3-2	156	14	0	0	0	0	170	550
14,40-15,00	3-3	0	0	0	0	0	0	0	
Всього фізичні одиниці		2707	107	13	10	5	3	2845	
Всього приведені одиниці		2707	161	39	39	15	9	2970	

Рис. 3. Картка обліку інтенсивності руху транспорту та пішоходів

Для м. Києва була розроблена класифікація пунктів обстежень інтенсивностей руху транспорту за п'ятьма рівнями ієрархії, яка може бути застосована для будь-якого міста:

- перший рівень – вводи автомобільних доріг у місто (режим обстежень – 24 години на добу протягом тижня, один тиждень в сезон);
- другий рівень – мостові переходи через річки та шляхопроводи через залізниці, де спостерігається значна концентрація руху транспорту (режим обстежень – 18 годин на добу з 6.00 до 24.00 протягом тижня, один раз в квартал);
- третій рівень – перетини меж адміністративних районів з загальноміськими та районними магістралями (режим обстежень – два рази на тиждень в середній і максимальний дні з 7.00 до 19.00 кожного кварталу року);

- четвертий рівень – ділянки магістралей на підходах до головних транспортних вузлів адміністративних районів (режим обстежень – в години з найменшими коефіцієнтами варіації з 9.00 до 10.00 та з 16.00 до 17.00 кожного дня протягом одного тижня в квартал);

- п'ятий рівень – вузли, які знаходяться між перерізами третього та вузлами четвертого рівня ієрархії (режим обстежень – весь поворотний рух протягом 20 хвилин в години з найменшими коефіцієнтами варіації кожного дня протягом тижня один раз в сезон).

Величина середньодобової інтенсивності руху транспортних потоків визначається за формулою:

$$U_{\text{доб}} = N_i * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5, \quad (1)$$

де N_i – інтенсивність руху транспорту за вибраний проміжок часу;

K_1 – коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху транспорту;

K_2 – коефіцієнт нерівномірності руху транспорту по годинах доби

$K_2 = 100 / K'_2$, де K'_2 – частка години у добі;

K_3 – коефіцієнт нерівномірності руху транспорту по днях тижня;

K_4 – коефіцієнт нерівномірності руху транспорту по місяцях року;

$K_5 = 1.03$ – нічний коефіцієнт

Значення коефіцієнтів нерівномірності руху транспортних потоків у місті наведені у табл. 3, 4, 5.

Об'єм дорожнього руху в період з 24.00 до 6.00 прийнято рівним 3 % від добового обсягу, $K_5 = 1,03$.

Розподіл території міста Києва по зонах:

I. Центральна зона: у межах площ – Європейська – Львівська – площа Перемоги – палац «Україна» - площа Лесі Українки – площа Слави;

II. Середня зона: обмежена вузлами Севастопольська площа - Московська площа – Либідська площа – міст ім. Патона – Ленінградська площа – вул. Гагаріна, станція метро “Чернігівська” – вул. Братиславська – проспект Ватутіна – Московський міст – Московський проспект – вул. Олени Теліги – вул. Довженка – вул. Індустріальна – вул. Гетьмана – Чоколівський бульвар;

III. Периферійна зона: з правого берега Дніпра обмежена вул. Міська – проспект Палладіна – Велика Кільцева – Академіка Заболотного – Столичне шосе – Наддніпрянське шосе і далі на лівий берег – Південний міст – проспект Бажана – Харківська площа;

IV. – За межами Великої Кільцевої дороги.

Розрахуємо інтенсивність руху транспорту в час „пік” за формулою:

$$N_{\text{чп}} = (N_{\text{доб}} * 8,5 * K_{\text{пр}} * K_{\text{доб}}) / 100, \quad (2)$$

де $N_{\text{чп}}$ – інтенсивність руху в час „пік”, од/год.;

$N_{\text{доб}}$ – середньодобова інтенсивність руху, од/добу;

$K_{\text{пр}}$ – середній коефіцієнт приведення по вузлу;

$K_{\text{доб}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності руху, $K_{\text{доб}} = 1,2$;

8,5 – доля часу „пік” в добі, %.

Таблиця 3

**Коефіцієнти нерівномірності руху транспорту по годинам доби
(K_1, K_2)**

Години доби	Коефіцієнт нерівномірності		Години доби	Коефіцієнт нерівномірності	
	I зона	II,III,IV зони		I зона	II,III,IV зони
6-7	1,22	1,75	15-16	7,34	6,67
7-8	3,52	3,96	16-17	7,88	7,37
8-9	6,64	6,81	17-18	8,20	8,30
9-10	6,47	6,50	18-19	6,45	6,60
10-11	6,77	6,86	19-20	4,83	5,22
11-12	7,00	6,92	20-21	3,52	3,86
12-13	6,42	7,13	21-22	2,38	2,85
13-14	6,22	7,05	22-23	2,03	1,12
14-15	6,35	7,46	23-24	1,58	0,57

Таблиця 4

Коефіцієнти нерівномірності руху транспорту по дням тижня (K_3)

Номер зони	Коефіцієнти нерівномірності по дням тижня						
	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
I	0,965	0,931	0,927	0,914	0,897	1,120	1,480
II,III,IV	0,860	0,918	0,867	0,934	0,859	1,194	1,918

Таблиця 5

Коефіцієнти нерівномірності руху транспорту по місяцям року (K_4)

Місяць	Коефіцієнт нерівномірності		Місяць	Коефіцієнт нерівномірності	
	I зона	II,III,IV зони		I зона	II,III,IV зони

Січень	1,081	1,478	Липень	0,927	0,782
Лютий	1,181	1,465	Серпень	0,940	0,776
Березень	1,111	1,200	Вересень	0,952	0,848
Квітень	1,046	1,052	Жовтень	0,972	0,807
Травень	0,977	0,937	Листопад	0,977	1,009
Червень	0,915	0,815	Грудень	0,989	1,125

За результатами розрахунків будуються картограми інтенсивності руху транспорту.

Загальновідоме визначення пропускної здатності дороги як максимальної кількості автомобілів, що можуть проїхати нею (через її поперечний переріз) в одиницю часу. Однак, оскільки транспортний потік рухається смугами в кілька рядів, найбільш універсальним показником є пропускна здатність смуги руху.

Пропускна здатність однієї смуги проїзної частини на перегоні між перехрестями розраховується за формулою:

$$N_c = \frac{3600 \cdot V}{C \cdot V^2 + V + l_a + l_b}, \quad (3)$$

де N_c – пропускна здатність однієї смуги проїзної частини, од/г;

V – швидкість 85% забезпеченості, $V = 43$ км/г;

C – коефіцієнт ухилу проїзної частини, приймаємо $C = 0,054$;

l_a – динамічний габарит автомобіля, $l_a = 5$ м;

l_b – відстань безпеки між автомобілями, $l_b = 2$ м.

Пропускна здатність перегону регулюється коефіцієнтом впливу світлофорного регулювання (δ) та залежить від розрахункової швидкості руху, довжини перегону, тривалості горіння червоного и жовтого сигналів світлофору

$$\delta = \frac{L}{L + \frac{V_p^2}{a} + \frac{V_p^2}{b} + \frac{V_p \cdot (t_k + 2 \cdot t_{ж})}{2}}, \quad (4)$$

де L – довжина перегону, м;

V_p – розрахункова швидкість руху, км/г;

t_k – тривалість червоного сигналу світлофору, с;

$t_{ж}$ – тривалість жовтого сигналу світлофору, с;

a – прискорення розгінну, м /с²;

b – прискорення уповільнення, м /с².

Пропускна здатність проїзної частини залежить від кількості смуг руху та розраховується за формулою:

$$N_{\text{п}} = \gamma \cdot N_{\text{с}} , \quad (5)$$

де $N_{\text{п}}$ – пропускна здатність на перегоні між перехрестями, од/г;

γ – коефіцієнт, що залежить від кількості смуг руху, $\gamma = 1,9$ для двох смуг руху і $\gamma = 2,85$ для 3-х смуг руху.

Пропускна здатність однієї смуги руху у вузлі зі світлофорним регулюванням розраховується за формулою:

$$N_{\text{с}} = \frac{3600 \cdot (t_{\text{з}} - a)}{t_{\text{н}} \cdot T_{\text{ц}}} , \quad (6)$$

де $t_{\text{з}}$ – час горіння зеленого сигналу світлофора;

$t_{\text{н}}$ – інтервал слідування автомобілів один за одним, $t_{\text{н}} = 3$ с;

$T_{\text{ц}}$ – час циклу світлофора;

a – час від включення зеленого сигналу до перетину задніми колесами автомобіля стоп-лінії, $a = 2$ с.

Оцінка пропускної здатності ділянок ВДМ (перехрестя або перегін) здійснюється за коефіцієнтом завантаження η :

$$\eta = U / N , \quad (7)$$

де U – інтенсивність руху транспорту, од/г;

N – пропускна здатність, од/г.

Порівнюючи інтенсивність та пропускну здатність, можна з'ясувати, у якому режимі працює ділянка ВДМ.

Якщо $\eta < 1$ та $U < N$, ділянка працює в нормальному режимі;

$\eta = 1$ та $U = N$, ділянка працює на межі можливостей;

$\eta > 1$ та $U > N$, ділянка вичерпала свої можливості.

Визначення строку вичерпання пропускної здатності виконується для ділянок, які мають резерви пропускної здатності більше 25%, графічним способом із визначенням перспективної інтенсивності руху на 5 років вперед за формулою складних відсотків :

$$U_{\text{персп.}} = U_{\text{існ.}} (1 + p / 100)^n , \quad (8)$$

де $U_{\text{персп.}}$ – інтенсивність руху на перспективу, од/г;

$U_{\text{існ.}}$ – існуюча інтенсивність руху, од/г;

p – щорічний відсоток приросту інтенсивності, 7 %;

n – строк прогнозу, $n = 5$ років.

Пропускна здатність автомобільних доріг з багатосмуговою проїзною частиною повинна визначатися простим сумуванням пропускних здатностей смуг. Однак кожна із смуг, що входять до складу проїзної частини, як правило, має різну пропускну здатність. Вона залежить як від умов руху, так і від складу транспортного потоку. Наприклад, для різних транспортних засобів на одній смузі руху значення пропускної здатності може бути різним (табл. 6).

Таблиця 6

Значення пропускної здатності залежно від складу транспортного потоку

Тип транспортних засобів	Коефіцієнт приведення	Пропускна здатність однієї смуги, авт./год.	
		безперервний рух	регульований рух
Легкові	1,0	1000-1500	500
Вантажні	1,5-3,5	600-1000	350
Автобуси	2,5-3,5	200-300	100-150
Тролейбуси	3,0-3,5	100-130	60-90

На перегоні міських вулиць і доріг ефективність використання проїзної частини залежить від організації дорожнього руху. У разі відсутності стоянки або автомобілів, що зупинились, найбільш завантаженою є перша (від тротуару) смуга. Але оскільки в центральній частині міста спеціальні смуги для стоянок автомобілів не відводяться, то на крайній правій смузі завжди знаходиться кілька автомобілів-порушників, які зупинились. Це приводить до зміщення транспортного потоку в бік осі вулиці і надмірному завантаженню проїзної частини.

На перехрещеннях міських доріг в одному рівні спостерігається значне зниження пропускної здатності на поворотних смугах. Тому в районі перехрестя необхідні додаткові смуги руху. Оптимальними можуть бути три смуги (по одній для кожного напрямку). Але ефективність розширення проїзної частини не завжди виправдана, оскільки вона визначається інтенсивністю руху на поперечних напрямках. У підсумку пропускна здатність вулиці визначається пропускнуою здатністю перехрещення. І якщо дані обстежень чи розрахунків доводять необхідність більшої кількості

смуг, то проїзна частина може бути поділена на дві: основну і додаткову (для громадського транспорту і місцевого руху). При цьому перехрещення міських вулиць і доріг треба виконувати в різних рівнях.

Пропускна здатність міської ВДМ є одним з основних показників, що дозволяють оцінити транспортно-експлуатаційні якості самої мережі. Пропускна здатність мережі визначається пропускнуою здатністю основних напрямків на їхніх в'їздах і виїздах. Кожен з напрямків - це окремий елемент мережі. Їх оцінка повинна проводитися по кожному напрямку окремо. Для успішної роботи одного елемента ВДМ необхідно виключити ділянки з меншою пропускнуою здатністю ніж на в'їздах-виїздах. У протилежному разі напрямок буде працювати не ефективно, а на «вузьких» ділянках будуть спостерігатися систематичні затори.

Показником якості роботи цих елементів є непродуктивні витрати часу будь-яким видом транспорту. Загальні витрати часу можуть бути досить великими. Чим менша втрата спостерігається на одній ділянці в різний час доби, тим краще організація руху і вище ступінь надійності ВДМ. Однак для визначення критеріїв, що дозволяють оцінити роботу тієї чи іншої ділянки мережі, необхідні широкі дослідження, пов'язані зі значними матеріально-технічними витратами. Сьогодні найбільш реальним критерієм є тривалість поїздки.

Для оцінки ефективності роботи ВДМ рекомендується застосовувати методи імітаційного моделювання з використанням обчислювальної техніки. При цьому загальний час руху потоку може бути поділений на окремі інтервали, за які відбувається просування автомобілів від елемента до елемента, від зони до зони, від перехрещення до перехрещення. Для оцінки мережі доцільно застосовувати наступні характеристики й показники:

- 1) початкова кількість автомобілів у мережі (дорівнює числу автомобілів на в'їзді мінус число на виїзді з мережі);
- 2) зростання кількості автомобілів у мережі (на в'їзді в ділянку);
- 3) зниження кількості автомобілів у мережі (на виїзді з ділянки);
- 4) кількість автомобілів у мережі (п. 1+п. 2 - п. 3);
- 5) кількість автомобілів, які користуються мережею ((п. 2+п. 3)/п. 4);
- 6) середня відстань, яку долають автомобілі (середній пробіг автомобіля, віднесений до кількості в п. 5);
- 7) середня затримка на один автомобіль (середньозважена затримка кожного автомобіля в мережі, віднесена до кількості з п. 5);

8) середня швидкість руху в мережі з урахуванням усіх затримок кожного автомобіля на всіх ділянках мережі.

Контрольні запитання

1. Для чого необхідні дані з обстежень інтенсивностей транспортних потоків?
2. Як визначається коефіцієнт завантаження?
3. Як визначається перспективна інтенсивність руху транспортних потоків?

Лекція 5

ОРГАНІЗАЦІЯ І РЕГУЛЮВАННЯ МІСЬКОГО РУХУ

Регулювання дорожнього руху здійснюється за допомогою дорожніх знаків, дорожньої розмітки, дорожнього обладнання, світлофорів, а також регулювальниками.

До заходів, що забезпечують організаційний устрій руху на дорожніх мережах, можна перед усім віднести:

- заходи, що забезпечують найвищу можливу транспортну сегрегацію;
- виділення систем головних і другорядних доріг, включаючи право переваги у русі на перехрестях;
- організація однобічного руху на вулицях;
- застосування заборони зупинки, стоянки і паркування транспортних засобів;
- обмеження деяких видів руху і маневрів на дорогах.

При проектуванні устрою мереж доріг і руху ними необхідно здійснювати принципи відділення транспорту:

- механічного транспорту від немеханічного;
- міського громадського транспорту від іншого транспорту;
- швидкого транзитного транспорту (зазвичай з високими інтенсивностями) від повільного, насамперед, обслуговуючого транспорту.

Для досягнення цієї мети необхідно використовувати як будівельно-технічні, так і організаційні та регулюючі засоби і заходи.

Дорожні знаки можуть установлюватися тимчасово і постійно. Тимчасові дорожні знаки розміщуються на переносних пристроях, дорожньому обладнанні або закріплюються на щиті з фоном жовтого кольору

і мають перевагу перед постійними дорожніми знаками та дорожньою розміткою.

Сигнали регулювальника мають перевагу перед сигналами світлофорів та вимогами дорожніх знаків пріоритету та є обов'язковими для виконання.

Сигнали світлофорів, крім жовтого миготливого, мають перевагу перед дорожніми знаками пріоритету.

Водії та пішоходи повинні виконувати додаткові вимоги регулювальника, навіть якщо вони суперечать сигналам світлофорів, вимогам дорожніх знаків і розмітки.

Дорожні знаки поділяються на групи:

- попереджувальні знаки – червоні трикутники з білим або жовтим фоном в середині. Інформують водіїв про наближення до небезпечної ділянки дороги і характер небезпеки. Під час руху по цій ділянці необхідно вжити заходів для безпечного проїзду;

- знаки пріоритету. Встановлюють черговість проїзду перехресть, перехрещень проїзних частин або вузьких ділянок дороги;

- заборонні знаки – круги червоного кольору. Запроваджують або скасовують певні обмеження в русі;

- наказові знаки – круги синього кольору. Показують обов'язкові напрямки руху або дозволяють деяким категоріям учасників рух по проїзній частині чи окремих її ділянках, а також запроваджують або скасовують деякі обмеження;

- інформаційно-вказівні знаки – прямокутники синього або зеленого кольору. Запроваджують або скасовують певний режим руху, а також інформують учасників дорожнього руху про розташування населених пунктів, різних об'єктів, територій, де діють спеціальні правила;

- знаки сервісу – прямокутники синього кольору. Інформують учасників дорожнього руху про розташування об'єктів обслуговування;

- таблички до дорожніх знаків – прямокутники білого кольору з чорними позначками. Уточнюють або обмежують дію знаків, разом з якими вони встановлені.

Встановлення дорожніх знаків регламентується ДСТУ.

Дорожні знаки повинні розташовуватись так, щоб їх добре бачили учасники дорожнього руху як у світлий, так і в темний час доби, була забезпечена зручність експлуатації та обслуговування, а також було неможливе їх ненавмисне пошкодження. При цьому вони не повинні бути

затулені від учасників дорожнього руху будь-якими перешкодами (зеленими насадженнями, щоглами зовнішнього освітлення тощо).

Під час розташування дорожніх знаків повинна бути забезпечена спрямованість інформації, яку вони передають, тільки до тих учасників руху, для яких її призначено.

На ділянках доріг, де дорожню розмітку важко побачити (сніг, бруд тощо) або не можна відновити, повинні бути встановлені відповідні за змістом дорожні знаки.

Знаки із світлоповертальною поверхнею повинні застосовуватись на ділянках доріг без стаціонарного освітлення, знаки з внутрішнім освітленням – на ділянках доріг із стаціонарним освітленням, увімкненим на весь темний час доби.

Знаки із світлоповертальною поверхнею допускається застосовувати на ділянках доріг із стаціонарним освітленням, якщо буде забезпечено видимість знаків з відстані не менш ніж 100 м як у світлий, так і в темний час доби.

В одному поперечному перетині дороги допускається встановлювати не більше як три знаки, без урахування дублюючих знаків і табличок до дорожніх знаків.

15 квітня 2013 року в Україні набули чинності деякі зміни до Правил дорожнього руху, згідно з якими змінюються розмітка та знаки, а з жовтня по квітень ближнє світло фар є обов'язковим для автомобілів цілодобово.

Світлофори призначені для регулювання руху транспортних засобів і пішоходів, мають світлові сигнали зеленого, жовтого, червоного і біло-місячного кольорів, які розташовані вертикально чи горизонтально. Сигнали світлофора можуть бути з нанесеною суцільною чи контурною стрілкою (стрілками), із силуетом пішохода, Х-подібні.

У світлофорах з вертикальним розташуванням сигналів сигнал червоного кольору – зверху, зеленого – знизу, а з горизонтальним: червоного – ліворуч, зеленого – праворуч.

Світлофори з вертикальним розташуванням сигналів можуть мати одну або дві додаткові секції з сигналами у вигляді зеленої стрілки (стрілок), що розташовуються на рівні сигналу зеленого кольору.

Для регулювання руху транспортних засобів по смугах проїзної частини, напрямку руху на яких може змінюватися на протилежний, застосовуються реверсивні світлофори з червоним Х-подібним сигналом і зеленим сигналом у вигляді стрілки, спрямованої вниз. Ці сигнали

забороняють або дозволяють рух по смузі, над якою вони розташовані.

Огорожі на міських вулицях та дорогах посідають значне місце в номенклатурі заходів щодо організації руху транспорту та пішоходів і підвищення його безпеки. За функціональним призначенням огорожі на міських вулицях і дорогах можна поділити на дві основні групи: регулювальні, захисні.

Регулювальні огорожі влаштовують для спрямування, в першу чергу, пішохідних потоків у бажаному напрямку. Такі огорожі встановлюються в заборонених для переходу місцях: на перехрестях вздовж проїзної частини та на площах. Застосовуються вони також для розподілу потоків пішоходів у місцях їх масового скупчення: на входах до стадіонів, парків тощо.

До огорож, що призначені для регулювання руху транспорту, належать також бетонні та кам'яні тумби, якими перегороджують проїзд транспорту до пішохідної зони або в міжквартальні території. Подібні тумби встановлюють і на ділянках високих насипів доріг та на узбіччях вздовж дороги. В даному випадку така огорожа ніяк не може запобігти перевертання автомобіля, вона лише попереджає водія про небезпеку.

Як правило, регулювальні огорожі застосовуються легкої конструкції із збірних елементів. Елементи огорожі фарбують в яскраві кольори (наприклад, в червоний і білий).

Захисні огорожі за конструктивними ознаками і принципом взаємодії з автомобілем при наїзді поділяються на три групи : еластичні, напівжорсткі, жорсткі.

Пішохідні огорожі застосовують для запобігання неконтрольованому виходу пішоходів на проїзну частину вулиць в найбільш небезпечних місцях.

До таких місць належать:

- зони зупинок громадського пасажирського транспорту;
- тротуари в транспортних тунелях, що використовуються й для пішохідного руху;
- зони наземних пішохідних переходів із світлофорним регулюванням;
- ділянки тротуарів, що безпосередньо примикають до проїзної частини та завантажені пішохідним потоком високої щільності.

Дорожня розмітка поділяється на горизонтальну та вертикальну і використовується окремо або разом з дорожніми знаками, вимоги яких вона підкреслює або уточнює.

Місце АСУДР у транспортній системі міста з урахуванням його

планувальної структури почало системно досліджуватись у середині 1970-х рр. у «Всесоюзному НДІ безпеки дорожнього руху» МВС СРСР і «Київському інженерно-будівельному інституті» (КІБІ). Для визначення режиму регулювання підсистема збирання та оброблення вихідної інформації АСУДР передбачає поточне визначення низки параметрів за допомогою детекторів руху: моменти часу проїзду заданих перетинів магістралей; інтенсивність потоку і об'єм руху за певний заданий проміжок часу; середня просторова швидкість потоку на певній ділянці; довжина черги АТЗ у зоні перехрестя в певному напрямку.

Одним із важливих соціальних аспектів впровадження АСУДР є зниження ймовірності ДТП в зонах регулювання АСУДР, яке в розвинутих країнах становить 15 – 20 %, а поза зонами регулювання – 5–7 %.

Розроблена у 1982 р. I-га черга київської АСУДР була у 1990 р. впроваджена в центральній частині міста і на Повітрофлотському проспекті. Після цього роботи з розширення АСУДР не велися з низки об'єктивних і суб'єктивних причин – економічна криза і недосконала робота служби організації дорожнього руху як у місті, так і в країні. Проте, щоб АСУДР була ефективною, як свідчить закордонний досвід, до неї необхідно включати 30 – 35% світлофорних об'єктів від загальної їх кількості в місті.

Основними функціями АСУДР є:

- адаптивне управління світлофорами і іншими елементами регулювання дорожнього руху;
- збір, зберігання і візуалізація даних, збираних з різних датчиків, підключених до системи;
- інформування водіїв про зміну ситуації на дорозі і, таким чином, досягнення рівномірного розподілу навантаження на вулично-дорожній мережі (ВДМ).

Над вдосконаленням транспортної системи працюють не тільки державні структури, але й приватні перевізники, установи громадського транспорту та зовнішні 30 проєктні організації. Кожна частина цього ланцюжка виконує свою частину роботи, що дозволяє одержати цілісний план транспортного розвитку міста і реалізовувати його впровадження на практиці на всіх етапах, дотримуючи баланс інтересів. Разом з методами організації архітектури дорожньо-транспортної мережі і технологіями інтелектуального регулювання дорожнього руху не останню роль в вирішенні проблем переобтяженості транспортної інфраструктури грають методи інформування учасників дорожнього руху про поточну ситуацію на

дорогах. Вони дозволяють водіям ухвалювати більш зважені рішення при виборі маршруту, що в цілому позитивно впливає на рівномірність розподілу навантаження на транспортну мережу і є одним з дієвих методів підвищення ефективності роботи систем управління рухом транспорту без істотного ускладнення внутрішньої логіки роботи таких систем як АСУДР.

У боротьбі з пробками, особливо в крупних містах, застосовують наступні методи:

- система Carpool, при якій парк автомобілів знаходиться в спільному користуванні відразу декількох водіїв і застосовується в різних формах;
- система управління парковками (платні парковки, обмеження на парковку);
- розвиток мережі міського громадського транспорту: будуються нові станції метрополітену, збільшується протяжність маршрутів наземного громадського транспорту;
- автоматизована система управління дорожнім рухом, яка регулює роботу світлофорів, що мають програми автоматичного перемикання сигналу залежно від часу доби;
- платні дороги, тунелі;
- платний в'їзд великовантажного транспорту;
- інформаційні табло, на яких розміщена інформація про найближчі затори, аварії, ремонти;
- нові багаторівневі розв'язки, розвантажувальні експрес-шосе;
- навігаційні пристрої, на яких через супутник відображається інформація про ситуацію на дорогах і пропонуються оптимальні варіанти руху до цілі;
- будівництво швидкісних магістралей;
- для автобусів і легкових автомобілів із завантаженням більше однієї людини виділяють окремі смуги руху, відокремлені розміткою або невисокими бордюрами, та дозволяють об'їзджати дорожні затори в годину пік.

Впровадження АСУДР дозволяє скоротити затримки в русі транспорту на 20-25 %, скоротити час поїздки на 10-15 % і зменшити шкідливі викиди на 5-10 %. У цілому всю стратегію місцевих властей по боротьбі з надмірною завантаженістю доріг можна розділити на три взаємозв'язані блоки. По-перше, це заходи, які мають стимулювати відмову від користування власними автомобілями на користь громадського транспорту. По-друге, створення ефективної інфраструктури доріг для швидкого пересування тих,

хто знехтував порадами і сів за кермо власного авто. По-третє, розробка системи інформування про ситуацію на дорогах, яка була б доступна кожному автомобілісту і дозволяла б йому прокласти свій маршрут самим оптимальним і зручним для нього чином, уникаючи пробок.

Напряом об'єднання автомобілів в загальну взаємозв'язану мережу можна розглядати як окремий випадок реалізації глобальної і актуальної зараз ідеї «інтернету речей». При реалізації цієї ідеї більшість побутових приладів, автомобілів і інших електронних приладів будуть з'єднані в глобальну мережу, яка буде доступна всім і дасть можливість обміну інформацією всіх зі всіма. Стосовно сфери автотранспорту це означає, що дані з датчиків практично всіх автомобілів будуть доступні для їх аналізу і отримання різної інформації про стан транспортних потоків не тільки заданих районів, але і цілих міст.

Контрольні запитання

1. Які основні групи дорожніх знаків?
2. Скільки дорожніх знаків допускається встановлювати в одному поперечному перетині дороги?
3. Основні функції АСУДР.

Лекція 6

ПРОЕКТУВАННЯ МАРШРУТНОЇ СХЕМИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Вихідними даними для проектування міських транспортних систем слугують звітно-статистичні відомості, опитувальні, транспортно-соціологічні і натурні обстеження, які характеризують їх сучасний стан, а також відомості про розвиток міста у відповідності до його генерального плану. Важливу роль у зборі інформації відіграє методика обстежень, яка повинна надавати достовірну, а головне систематичну і своєчасну інформацію. Такі матеріали дозволяють визначити динаміку, тенденції і закономірності змін окремих показників. На їх основі можна робити правильні висновки і прогнози, які врешті решт направлені на якісне транспортне обслуговування.

Вихідна інформація може бути поділена на три категорії:

- перша - відображує основні параметри міста, характеристику

міських шляхів сполучення, міського, позаміського і зовнішнього транспорту;

- друга - рухливість населення і пасажиропотоки;
- третя – просторові зміни транспортних та пішохідних потоків у місті.

Основні параметри міста – дані, що відображують сучасний стан міста та зміни, що плануються у відповідності до розрахункових термінів. До таких відносяться:

- розташування житлових комплексів, промислових, комунально-складських зон, засобів міжміського та зовнішнього транспорту;
- дані про чисельність і структуру населення, початок та закінчення роботи на підприємствах і закладах і т.п.

Характеристика міських шляхів сполучення – класифікація вулично-дорожньої мережі, основні дані що стосуються щільності, коефіцієнту непрямої лінійності, пропускної спроможності мережі, а також основні параметри поздовжнього та поперечного профілю.

Характеристики міського транспорту – відомості про виробничу, технічну та ремонтно-профілактичну базу, рухомий склад, маршрутну схему, організацію дорожнього руху тощо. Рухливість населення і пасажиропотоки розкривають соціальну сутність переміщень населення, виявляють кореспонденції й кількість поїздок відповідно до цілей, напрямків та місць прибуття і відправлення. Визначається розселення відносно місць тяжіння та маршрутів громадського транспорту.

Третя категорія інформації надає дані про інтенсивність, склад транспортних і пішохідних потоків. Вона слугує для визначення, планування та підбору параметрів магістральних вулиць і доріг.

Обстеження пасажиропотоків розробляють для виявлення попиту населення на поїздки. Об'єм пасажирських перевезень знаходиться у прямій залежності від величини пасажиропотоків та характеру їх коливання.

Для оцінки якості роботи існуючої системи МПТ проводяться обстеження пасажиропотоків. Вони можуть бути поділені на два основних типи:

- 1) обстеження, не пов'язані з існуючою маршрутною схемою МПТ - анкетний метод;
- 2) натурні спостереження на діючих маршрутах:
 - талонний метод;

- табличний метод;
- за проданими квитками;
- бальний спосіб;
- автоматизовані методи.

Обстеження пасажиропотоків можуть виконуватись:

- вибірково;
- періодично (не менше одного разу на рік);
- систематично (у випадку моніторингу наповнення рухомих одиниць або для визначення окремих кількісних та якісних показників користування транспортом).

Пасажиропотік – загальна кількість пасажирів, що рухаються в одному напрямку, в один і той же період часу. Пасажиропотоки, як правило визначаються на основі даних натурних обстежень кореспонденцій населення. Для кращої наглядності застосовують картограми - графічне зображення, яке дозволяє уявити довжину і потужність кореспонденцій за допомогою змінної товщини ліній. Відповідними коливаннями товщини умовних ліній демонструється збільшення або зменшення пасажиропотоку. Товщина ліній масштабно відображує потужність пасажиропотоку на кожній ділянці мережі й дозволяє визначити кількість пасажирів за одиницю часу.

Найбільш прогресивними є розрахункові методи визначення кореспонденцій, які надають можливість отримання даних без використання трудомістких натурних обстежень. Відповідно до роботи транспорту можуть застосовуватись транспортні (маршрутні) зони тяжіння, що дозволяють визначити потенційні річні об'єми робіт для окремого маршруту.

Як правило, прогнози пасажироперевезень основані на даних натурних обстежень. Для визначення динаміки та закономірностей необхідно мати достатній об'єм даних, наприклад обсяги перевезень певним видом транспорту за останні 3 роки. Для складання прогнозу слід обрати математичну модель, яка зможе охопити отримані дані та максимально точно описати пасажироперевезення.

Розбиваємо план міста на транспортні райони. Кожен з них має містити одну точку тяжіння (такі, як промислові райони, загальноміський та торговельний центри, залізничний вокзал або інші об'єкти зовнішнього транспорту, центральний парк культури та відпочинку).

При розподілі на транспортні райони дотримуємося наступних

положень:

- межами районів можуть бути смуги відчуження залізниці, природні перепони, водостоки, зелені насадження загального користування;
- межі транспортних районів не мають проходити по основним магістралям ВДМ міста;
- районування ведеться таким чином, щоб до одного району потрапила одна точка тяжіння;
- розміри районів мають бути приблизно однаковими (центральный район може бути на 20–30 % меншим за інші) і мати площу в межах 200–300 га.

Далі визначається чисельність населення в транспортних районах та чисельність населення в місцях прикладення праці.

Визначаємо центри тяжіння транспортних районів (які не обов'язково мають співпадати з вузловими точками або перегонами транспортної мережі, але в той же час мають знаходитися в геометричних центрах тяжіння фігур, що окреслюють транспортні райони). Проектування проводиться за допомогою гравітаційної моделі, коли пасажиропотоки між транспортними районами визначаються між їх центрами тяжіння.

Виконуємо попереднє трасування маршрутної мережі, враховуючи нормативні вимоги.

Знаходимо щільність транспортної мережі за формулою:

$$\delta = \frac{L}{F}; \quad (9)$$

де L – довжина транспортної мережі, км;

F – площа міста, км².

Перевіряємо чи задовольняє щільність умовам нормативів $1,5 \leq \delta_c \leq 2,5 \text{ км/км}^2$.

Розрахунок основних характеристик пасажироутворень між районами.

Чисельність трудящих в обслуговуванні районів:

$$W_i^{об} = 0.13 \times N_i \quad (10)$$

Пасажироутворення району за трудовими цілями, млн. пересувань за рік:

$$G_i = W_i \times \Pi^T \quad (11)$$

де W_i – кількість трудящих в районі,

Π^T – трудова рухомість.

Питома вага закладів району:

$$\varphi_i = 0.9 \times N_i + W_i \times 0.1 \quad (12)$$

Пасажироутворення за культурно – побутовими цілями,

$$Q_i = Q \times \frac{\varphi_i}{\sum_i \varphi_i} = \frac{\Pi^{кбп} \times N \times \varphi_i}{\sum_i \varphi_i}, \quad (13)$$

де $\Pi^{кбп}$ – річна рухомість населення (300 пересувань на одного мешканця в рік).

Знаходимо міський обсяг пересувань одного мешканця на рік до унікальних об'єктів міста, таких як вокзал (12N), зона відпочинку (12N), міський громадський центр (40N), міський торговельний центр (15N).

Загальна рухомість населення становитиме:

$$\Pi = \frac{Q}{N} \times 1000, \quad (14)$$

Загальна рухомість населення у місті – загальна кількість переміщень (пішки та на транспорті) територією міста, що припадає на одного мешканця міста за рік (пер/мешк. за рік).

Транспортна рухомість населення у місті - кількість поїздок (переміщень на транспорті) територією міста, що припадає на одного мешканця міста за рік (пер/мешк. за рік).

.Розраховуються відстані L_{ij} між центрами транспортних районів по транспортній мережі за самою короткою дорогою. Внутрішньорайонні відстані визначають за формулою залежно від площі території району:

$$L_{ii} = 0,7\sqrt{F_i} \quad (15)$$

Розраховуються витрати часу t_{ij} на поїздки між районами, виходячи із визначеної раніше відстані між ними:

$$t_{ij} = 2t_1 + t_2 + \frac{l_{ij} 60}{V_c},$$

Де t_1 – час підходу до зупинки, береться 6 хвилин;

t_2 – час очікування на зупинці, береться 3 хвилини;

V_c – швидкість сполучення транспорту (15 км/год);

Витрати часу внутрішньорайонних переміщень t_{ii} становитимуть 10 хвилин.

За допомогою гравітаційної моделі розраховується кількість

пересувань між транспортними районами міста. Загальна кількість відвідувачів району розподіляється по районах відправлень за формулою:

$$D_{ij} = P_i \frac{N_j \frac{100}{t_{ij}^2}}{\sum_j N_j \frac{100}{t_{ij}^2}} \quad (16)$$

де D_{ij} – кількість пересувань між районами i та j , млн. чол./ рік;

P_i – сумарне пасажироутворення району, млн.пас.;

t_{ij} – витрати часу на пересування між районами i та j , хвилин.

Загальна кількість переміщень між транспортними районами розподіляється відповідно до видів транспорту: виділяються кореспонденції на масовому та індивідуальному транспорті.

Для виділення частини кореспонденції, здійснюваної легковим індивідуальним транспортом, необхідно визначити коефіцієнти відволікання потоку на легковий автотранспорт та загальну кількість легкового транспорту у місті, враховуючи рівень автомобілізації.

Коефіцієнти відволікання потоку на легковий транспорт розраховуються також.

В результаті розраховуються кореспонденції на легковому транспорті та на масовому транспорті (залишок після відволікання потоків на легковому автотранспорті від загальної пасажирської кореспонденції).

Картограма пасажиропотоків – основний документ, на основі якого обирають вид транспорту на різних ділянках мережі, визначають маршрутну схему, інтервал та організацію руху пасажирського транспорту на маршрутах. Для її побудови транспортну мережу розбивають на окремі ділянки – відрізки мережі (не обов'язково прямі), межами котрих є: перетинання або примикання магістралей, перетин їх з межами транспортних районів.

- Внутрішньорайонні поїздки розподіляються прямо пропорційно довжинам окреслених ділянок транспортної мережі за напрямом від меж транспортного району до центру його тяжіння.

- Міжрайонні поїздки розподіляються зворотно пропорційно по довжинам ліній між центрами тяжіння кожної пари транспортних районів з урахуванням всіх можливих конкуруючих маршрутів, тобто при цьому виконується моделювання поведінки пасажирів в місті.

Попередню кількість маршрутів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{L_c \times \mu}{3.5 \times L_{cp}}, \quad (17)$$

де L_c – довжина транспортної мережі міста, км

L_{cp} – середня дальність поїздки містом, км

μ – коефіцієнт розгалуженості транспортної мережі, (1.4 – 4.0)

Маршрути повинні відповідати наступним вимогам:

Довжина маршруту – 3-4 середніх дальності поїздки.

Дотримання нормативів: відстані пішохідної доступності до лінії МПТ (500 м), коефіцієнт непрямолінійності кожного маршрута повинен наближатися до значення $K_{нпр} = 1,25$. Необхідність врахування найкоротших відстаней між основними пасажироутворюючими точками в місті.

Перевіряємо інтервали в максимальних перетинах (там, де проходить декілька маршрутів).

В максимальному перетині сітьовий інтервал можна обчислити за формулою:

$$t_{\max} = \frac{1}{\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \Lambda + \frac{1}{t_n}}, \quad (18)$$

де t_n – сітьовий інтервал для маршруту, що проходить через перетин. сітьовий інтервал має бути більше 1 хвилини.

Вибір типу автобусу на маршрути визначається розмірами пасажиропотоків, дорожніми умовами, протяжністю маршруту, методами організації праці водіїв, економічною ефективністю експлуатації порівняних марок автобусів.

Вибір виду МПТ в місті виконується за максимальним пасажиропотоком, який розраховується за формулою та має бути меншим за провізну здатність обраного виду МПТ.

$$A_{\max} = \frac{A \times l_{cp} \times k \times \alpha \times \gamma \times P}{2 \times 365 \times L_c}, \quad (19)$$

де A – сумарне значення з таблиці пасажирської роботи

l_{cp} – середня дальність поїздки містом

P – частка добового обсягу перевезень, що припадає на годину пік (0.1-0.15)

α – коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоків за напрямом (1-2)

γ – коефіцієнт сезонної нерівномірності (для адміністративних та промислових центрів =1)

κ – коефіцієнт нерівномірності розподілу пасажиропотоків по транспортній мережі (визначається за картограмою як відношення максимальної величини пасажиропотоку до середнього його значення)

L_c – довжина транспортної мережі міста.

Кількість рухомого складу в русі:

$$N_{\text{дв}} = \frac{Q}{365 \times h \times m \times V_{\text{експл}} \times \eta}, \quad (20)$$

Q – сумарна пасажирська робота МПТ (млн. пас-км / рік);

h – середньодобова кількість годин роботи рухомого складу в русі;

m – місткість обраної одиниці МПТ для години „пік”;

$V_{\text{експл}}$ – експлуатаційна швидкість одиниці рухомого складу;

η – середньодобовий коефіцієнт наповнення рухомого складу.

Інвентарна кількість рухомого складу в місті:

$$N_{\text{інв}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\varepsilon}, \quad (21)$$

де ε – коефіцієнт використання рухомого складу.

За картограмою пасажиропотоків в залежності від завантаження кожної ділянки та від того, на яку кількість маршрутів вона розподілена, визначаємо навантаження на весь маршрут загалом.

$$M_n = \sum M \times l_n, \quad (22)$$

$\sum M$ – сумарне навантаження на маршрут (за картограмою пасажиропотоків)

l – довжина маршруту.

Рухомий склад розподіляємо пропорційно навантаженням на маршрути.

$$n_{\text{дв}i} = N_{\text{дв}} \times \frac{M_i}{\sum M_i} \quad (23)$$

Запроектовані маршрути мають бути прикріплені до певних депо. Для максимального підвищення коефіцієнтів використання рухомого складу маршрути розподіляють поміж депо за критерієм мінімуму нульових пробігів. В якості критерія мінімізації нульових пробігів приймаємо мінімальну сумарну відстань, яка долається рухомим складом з моменту початку руху до включення в роботу на маршруті.

Контрольні запитання

1. Які вихідні дані для проектування міських транспортних систем?
2. Які принципи розподілу території міста на транспортні райони?
3. Принципи проектування маршрутної схеми МПТ.

Лекція 7

МІСТОБУДІВНІ ФАКТОРИ І БЕЗПЕКА РУХУ

В Україні реєстрацію та облік ДТП вели органи Державтоінспекції згідно з положенням про «Порядок обліку дорожньо-транспортних пригод», затвердженого Кабінетом Міністрів України в червні 2005 р.

В листопаді 2015 року Державтоінспекція була ліквідована.

Основою для аналізу й розробки заходів щодо попередження подій є точні відомості про ДТП, що систематизовані в певні форми. В Україні статистику ДТП ведуть транспортні підприємства, патрульна поліція, МВС. До вищих організацій влади відповідно до встановленого положення статистичні дані представляють за спеціальною формою.

Основними документами, що фіксують ДТП, є картки ДТП, в яких за встановленою формою досить докладно реєструють факти та причини, що сприяють або обумовлюють їхнє виникнення. У картці також указують місце події, умови, стан транспортних засобів, інші подробиці. Облікова картка складається на основі первинних документів (протокол або довідка про ДТП, схема ДТП, протокол огляду транспортного засобу, протокол огляду місця ДТП, пояснення водіїв, показання свідків), Крім єдиної форми обліку ведуть ще внутрішній облік ДТП у транспортних підприємствах з метою виявлення матеріальних збитків, ступеня провини самих транспортних підприємств, для аналізу ДТП і розробки заходів щодо їхнього запобігання.

Виникнення ДТП може бути викликане одночасно декількома причинами. Одні з них — основні, інші — супутні. До супутніх відносяться в основному шляхово-транспортні умови: інтенсивність руху, стан дорожнього покриття, планувальна характеристика вулиць і доріг (видимість, ухили, криві і т.д.), улаштуваність доріг і т.д. Саме ці супутні причини обумовлюють концентрацію подій у певних місцях міських вулиць. Події, в основному, концентруються на магістральних вулицях з інтенсивним рухом транспорту й пішоходів і переважно в зонах перехресть.

У цей час із загального числа всіх врахованих у країні подій близько 70% відбувається в містах і селищах міського типу і лише 30 %/про на міжміських і сільських дорогах.

Міські перехрестя й площі з перетинанням транспортних потоків в одному рівні є найнебезпечнішими ділянками вулиць. На них виникає до 50% усіх транспортних пригод із летальними випадками. Значна кількість пригод також має місце на кривих ділянках ухилів. Як відзначалося вище, найбільша кількість ДТП припадає на вулиці з інтенсивним рухом транспорту, причому ступінь аварійності на них багато в чому залежить від характеристики самих вулиць і проїзних частин.

Концентрація ДТП на мережі громадського пасажирського транспорту має свою специфіку. Найбільше пригод трапляється в зонах зупиночних пунктів, причому для безрейкового транспорту найбільше число подій припадає на зупиночні пункти, що розташовані безпосередньо перед перехрестям. Як правило, такі пункти розташовують перед пішохідними переходами, і пасажири, що вийшли із тролейбуса або автобуса й прямуючі на протилежний бік вулиці, через неуважність можуть створити аварійну ситуацію. При розташуванні зупиночних пунктів за перехрестям перехід вулиці на протилежний бік здійснюється за тролейбусом або автобусом. У цьому випадку забезпечується краща видимість як для пішоходів, так і для водіїв транспорту. Для рейкового транспорту, що розташований на відособленому полотні, місцями концентрації подій є перетинання рейкових шляхів з дорогами в одному рівні, а також ділянки, що незадовільно освітлювані в темний період доби.

Підвищенню числа ДТП на перехрестях можуть сприяти не тільки недоліки в організації руху, але й несприятливі умови видимості, викликані неправильно забудовою, зеленими насадженнями, розміщенням на тротуарах кіосків і інших тимчасових і постійних споруд.

ДТП викликані різними причинами, і вивчення їх досить важливе для розробки заходів щодо дотримання правил безпеки руху.

На підставі вивчення й аналізу ДТП виявлено, що розміри аварійності й травматизму перебувають у прямій залежності від наступних основних факторів:

- 1) чисельності населення міста;
- 2) чисельності транспортних засобів у місті;
- 3) розмірів транспортної мережі;
- 4) коефіцієнта використання транспортних засобів;

- 5) стану доріг, їхнього улаштування й благоустрою;
- 6) технічного стану транспортних засобів.

Крім зазначених вище факторів існує ще цілий ряд інших, які значно впливають на виникнення аварійності й травматизму. У звіті Економічної комісії ООН у Європі наведені наступні основні причини ДТП, що тягнуть за собою летальні випадки й каліцтва:

- з вини водіїв - 20%;
- з вини пішоходів і велосипедистів - 5%;
- через технічну несправність транспорту - 5%;
- через незадовільні дорожні умови – 70%.

Дані Міжнародного конгресу з безпеки руху дають іншу картину. Тут основна причина подій убачається в недбалості або помилках водіїв і в несправності автомобілів.

Як правило, обставини виникнення ДТП доволі різноманітні. Аналіз цих обставин дозволяє виявити деякі загальні їх риси, що дозволило розробити класифікацію ДТП.

Для проведення слідчої й експертної практики рекомендують загальну класифікацію ДТП по видах:

1. Зіткнення транспортних засобів:
 - при попутному русі;
 - при зустрічному русі;
 - на перетинанні доріг;
 - при повороті (розвороті);
 - при русі заднім ходом.
2. Перекидання транспортного засобу:
 - на прямій ділянці дороги;
 - на повороті дороги.
3. Наїзд:
 - на пішохода;
 - на транспорт, що стоїть;
 - на нерухому перешкоду;
 - на пішохода;
 - на велосипедиста;
 - на гужовий транспорт;
 - на тварин.

4. Падіння пасажирів або вантажу. Падіння пасажирів може бути при русі транспортного засобу, при вході та виході з рухомої одиниці, при мимовільному відкритті дверей.

5. Схід вагонів з рейок: на прямій ділянці, на повороті або стрілочному переводі.

6. Некерований з'їзд із проїзної частини дороги:

- з прямої ділянки дороги;
- з повороту дороги;
- з нерівностей дороги.

7. Обрив контактної мережі електричного транспорту.

Місце концентрації ДТП – це перехрестя вулиць і доріг, зупинок пасажирського транспорту загального використання, пішохідні переходи, залізничні переїзди, штучні споруди і інші елементи ВДМ.

Ділянки концентрації ДТП – це частина вулиці між перехрестями довжиною більше 50 м, на яких виникло певна кількість ДТП, вказане нижче в табл. 7:

Таблиця 7

Критерії визначення місць (ділянок) концентрації ДТП

Міста	Кількість населення, тис.чол.	Кількість ДТП протягом 1 року	Кількість ДТП протягом 2 років	Кількість ДТП протягом 3 років
Найкрупніші	Більше 800	3	5	6
Крупні	250-1000	3	4	5
Великі	100-250	-	3	4
Середні і малі	до 100	-	-	3

Місця, в яких кількість ДТП досягає приведених в таблиці величин позначається, як місце концентрації ДТП шляхом обведення цієї зони контуром жовтогарячого кольору і підлягає негайній реєстрації.

На кожне місце концентрації ДТП заводиться картка обліку. До неї заносяться всі аварії, які виникли у даному місці. В карточці фіксуються також час і обставини пригоди, її наслідки, дорожні умови і недоліки в ОДР. В карточці фіксуються всі результати проведених обстежень у вигляді масштабної схеми відповідної ділянки ВДМ з відображенням геометричних параметрів ВДМ та інших відомостей про дорожні умови та існуючу схему ОДР. В картку заносяться заходи, які пропонуються виконати для усунення

недоліків в організації руху і поганих дорожніх умов, які призвели до виникнення місця (ділянки) концентрації ДТП. Обстеження місць (ділянок) концентрації ДТП виконуються з метою установлення і фіксації існуючих дорожніх умов і недоліків ОДР. Обстеження проводяться візуально і, у випадку необхідності, із застосуванням спеціальних приборів і методів. При цьому вивчаються безпосередньо місце (ділянка) концентрації ДТП і прилеглі до неї ділянки зони впливу (для перехрестя не менше 50 м, для перегону – 100 м в кожен бік).

За результатами обстежень дорожніх умов і виявлення недоліків в ОДР намічаються заходи по їх усуненню.

Ефективність заходів щодо ліквідації місць (ділянок) ДТП визначається після їх впровадження під час картографічного аналізу аварійності. Заходи вважаються ефективними, якщо через календарний рік кількість скоєних на них ДТП не досягає межі, відміченої в таблиці.

Для успішного й ефективного розв'язання питань, що пов'язані з безпекою руху, необхідно здійснити ряд заходів. Всі ці заходи можуть бути розділені на основні чотири групи:

- 1) організаційно-технічні;
- 2) планувальнореконструктивні;
- 3) регулювальні;
- 4) агітаційно-масові.

До першої групи заходів варто віднести широке розгортання науководослідних робіт для всебічного вивчення умов вуличного руху, вишукування шляхів його раціоналізації й розробку заходів щодо безпеки. До організаційно-технічних заходів відносяться:

- 1) організація систематичного обліку ДТП з розбивкою їх за категоріями, місцем, часом і причинами виникнення;
- 2) систематичне проведення обстеження інтенсивності та умов руху транспорту й пішоходів;
- 3) ретельний відбір кадрів для підготовки водійського складу, систематичний медичний огляд і перевірка знань правил дорожнього руху й технічної експлуатації. Вимогливий підхід до видачі водійських прав;
- 4) організація систематичного технічного огляду рухомого складу з метою виявлення технічних несправностей, які можуть сприяти виникненню ДТП.

До планувально-реконструктивних заходів відносяться:

- усунення істотних недоліків планування вулиць: розширення їх проїзної частини, зм'якшення подовжнього профілю проїзної частини, збільшення радіуса кривих у плані, поліпшення відстані видимості на перетинаннях і кривих за рахунок зносу будинків, споруджень і зелених насаджень, реконструкція мостів, шляхопроводів, тунелів;

- зниження складності перехресть шляхом спорудження перетину в різних рівнях;

- спорудження позавуличних переходів у місцях масових пішохідних потоків;

- створення відособлених трамвайних шляхів;

- реконструкція транспортних площ шляхом зміни конфігурації, влаштування розділових і направляючих островців.

До регулювальних заходів відносяться:

- встановлення дорожніх знаків та нанесення розмітки;

- відділення проїзної частини від тротуарів шляхом посадки зелених насаджень або розташування металевих огорожень;

- устаткування наземних пішохідних переходів островцями безпеки;

- спорудження безпечних посадкових площадок з огороженням їх металевими чи залізобетонними бар'єрами;

- застосування розділових смуг на широких проїзних частинах;

- перевід вулиці на одnobічний рух;

- перевід частини транспортного потоку (з урахуванням складу) на рух по інших вулицях;

- зміна схеми роз'їзду транспортних засобів на перехресті і перерахунок світлофорного циклу та ін.

Агітаційно-масові заходи складаються в доведенні до населення через засоби масової інформації, рекламу на дорогах, підприємствах і інше правил дотримання безпеки руху.

Контрольні запитання

1. Які документи призначені для фіксації ДТП?
2. Види ДТП.
3. Визначення місця концентрації ДТП.

Список літератури

1. Поліщук В.П., Красильнікова О.В., Дзюба О.П. Транспортне планування міст. – К. : Знання України, 2014. – 371 с.
2. Проектування міських територій. Ч. I: підручник / [за ред. В. Т. Семенова, І. Е. Линник]; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 450 с.
3. Безлюбченко О.С., Гордієнко С.М., Завальний О.В. Планування міст і транспорт. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 138 с.
4. Шилова Т.О., Омеляненко М.В. Планування міст і транспорт. – К.: КНУБА, 2013. – 192 с.
5. Рейцен Є.О. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник / Є.О. Рейцен. - К. : ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2014. – 454 с.
6. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування і забудова територій – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. – 177 с. (чинні з 01.10.2019).
7. ДБН В.2.3-5-2018 Вулиці та дороги населених пунктів – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 55 с. (чинні з 01.09.2018).
8. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» №2276-VIII від 06.02.2018, Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, №34, 343 с.
9. Закон України «Про транспорт» №901-VIII (901-19) від 23.12.2015: Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, №51, 447с.
10. Про столицю України – місто-герой Київ. Закон України від 15 січня 1999 р. N 401-XIV.
11. Про охорону культурної спадщини. Закон України від 8 червня 2000 р. N 1805-III.
12. ДБН Б. 1-2-1995. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження і затвердження комплексних систем транспорту для міст України. – К.: Держбуд України, 1995. – 50 с.
13. Розпорядження Кабінету міністрів України від №430-р. травня 2018 року «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року».

Навчальне видання

ВАСИЛЬЄВА Ганна Юріївна,
БИВАЛІНА Марія Вячеславівна,
ТРИГУБ Руслана Миколаївна

УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ СИСТЕМАМИ МІСТ

Конспект лекцій

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія»,
які навчаються за освітньою програмою
«Міське будівництво та господарство»

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 2,79. Обл.-вид. арк. 3,0
Електронний документ. Вид № 54/V-24.

Виконавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р