

ІНФРАСТРУКТУРА/ ПЕРЕХРЕСТЯ

ПЕРЕХРЕСТЯ ЗІ СВІТЛОФОРНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ

Огляд

Проїзд перехрестя зі світлофорним регулюванням (далі – *Регульоване перехрестя*) завжди вважається небезпечним. Тим не менш, регульовані перехрестя є незамінними у випадках перетину шляхів велосипедистів та інтенсивних транспортних потоків. Організація дорожнього руху на таких перехрестях повинна забезпечити видимість велосипедистів, дозволяти проїзд короткими і легкими маршрути та скоротити час очікування, наприклад, шляхом організації правого повороту окремо від решти трафіку або винесеної вперед стоп-лінії для велосипедистів. На основних маршрутах велосипедистів, переваги велосипедистам можуть надаватись облаштуванням окремих світлофорів та налаштуванням циклу світлофора, що надає право першочергового проїзду велосипедистам.

Коротка інформація та цілі

Функція

Перехрестя облаштовуються системами контролю руху у випадку необхідності контролювати великі потоки моторизованого трафіку на найзавантаженіших міських дорогах, часто з багатьма смугами. Урахування руху велосипедистів при організації перехрестя може серйозно покращити безпеку, швидкість та комфорт проїзду перехрестя велосипедистами шляхом підвищення видимості велосипедистів, організації руху по напрямках та зменшення часу очікування.

Сфера застосування

З точки зору безпеки, регульовані перехрестя завжди є **другим кращим рішенням для велосипедистів**. Насправді, регульовані перехрестя з чотирма напрямками дуже небезпечні і, загалом, їх слід уникати. У голландських рекомендаціях зазначено, що кругові перехрестя значно безпечніші за світлофори на перетинах чотирьох напрямків при завантаженості 10 000 - 20 000 транспортних засобів на добу.

На практиці, світлофори використовуються у випадку, коли необхідно **організувати швидкий проїзд перехрестя великою кількістю моторизованого транспорту**. Регульовані перехрестя мають пропускну здатність до 30 000 транспортних засобів на добу, це більше за кругові перехрестя. Зазвичай регульовані перехрестя включають, щонайменше, одну магістральну дорогу з кількома смугами руху (50 км/год у забудованих територіях, вищою швидкістю за межами забудованих територій).

Часто, ці головні дороги є цікавими з точки зору організації найкоротших велосипедних сполучень. Багато з них відповідають історичним маршрутам та з'єднують важливі точки призначення, в т.ч. центр міста, більш-менш прямими маршрутами. У таких випадках, абсолютно логічним буде організувати основні місцеві велосипедні маршрути чи навіть головні ланки велосипедної мережі уздовж цих магістральних доріг. Велосипедна інфраструктура потрібна для покращення умов руху велосипедистів.

Нижче надається перелік **деяких ситуацій, коли рекомендовано використовувати світлофорне регулювання у мережі велосипедної інфраструктури**.

- Головний районний або магістральний веломаршрут уздовж завантажених доріг районного значення перетинає іншу завантажену дорогу місцевого значення (обидві дороги мають більше 1000 транспортних засобів на годину).
- Велосипедний маршрут нижчого рівня важливості перетинає дуже завантажену дорогу районного значення (близько 1500 транспортних засобів на годину). Велосипедний

маршрут може пролягати окремо від дороги, уздовж дороги місцевого або районного значення.

У випадках, коли інтенсивність руху перевищує 1500 транспортних засобів на годину, рекомендовано спорудження велосипедного тунелю.¹

Загалом, на дорогах районного значення, рух велосипедистів організовується на відокремлених велосипедних доріжках, або принаймні на велосмугах.

Практичне впровадження

Визначення

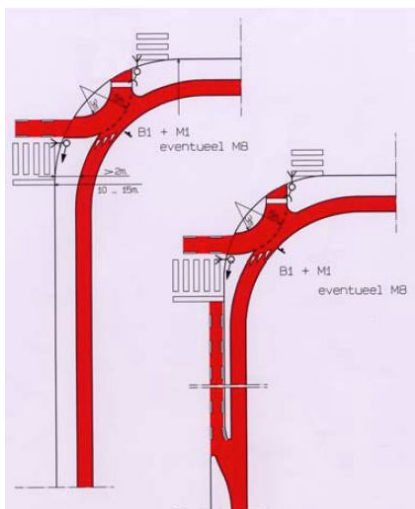
Перехрестя зі світлофорним регулюванням – це перехрестя, облаштоване світлофорним пристроєм. Червоне, жовте та зелене світло світлофора контролюють черговість проїзду перехрестя з різних напрямків. Таким чином, потенційні конфліктні ситуації розмежовані в часі, а не в просторі. Світлофорний пристрій призначений для оптимізації транспортних потоків шляхом регулювання обсягів транспортних потоків на різних під'їздах до перехрестя та запобігання утворенню заторів на перехрестях. Один цикл складається з двох або більше фаз. Світлофорне регулювання послідовно розташованих перехресть може бути узгодженим для покращення руху транспорту на більшій відстані. Альтернативно, регулювання руху на перехрестях може бути організовано з метою перешкоджання безперервному рухові транспорту для того, щоб, наприклад, зменшити кількість автомобілів, що в'їжджають до центру міста.

Існує ряд заходів організації дорожнього руху з метою підвищення безпеки велосипедистів і режим роботи світлофорного об'єкта може бути організований таким чином, щоб зменшити час очікування велосипедистами.

Організація перехрестя зі світлофорним регулюванням з урахуванням руху велосипедистів

Через наявність на перехресті великої кількості моторизованих транспортних засобів, організація перехрестя має підвищувати видимість та безпеку велосипедистів.

Простим і ефективним засобом є дозволити велосипедистам **правий поворот на червоне світло**.



Організація повороту праворуч без проїзду світлофора.
(джерело: Vademecum fietsvoorzieningen, Vlaanderen)



Велодоріжка для повороту перед світлофором – приклад
Великобританії (лівий поворот)
(джерело: Cycling England, Rob Marshall)

- Спеціальна відокремлена **велосипедна доріжка для повороту праворуч**, яка починається перед світлофором, дозволяє велосипедистам виконувати правий поворот

¹ Детальніше у практичній довідці «Рух у різних рівнях»

без зупинки. Аби безпечно повернутись у загальний рух на дорозі, після повороту велосипедист має виїжджати на велосмугу, велодоріжку або потрапляти у зону, захищену будь-яким іншим способом. Це надає велосипедисту суттєву перевагу перед моторизованими транспортними засобами без потреби враховувати сигнали світлофора.

- У деяких країнах, наприклад, у Нідерландах, правила дорожнього руху **дозволяють велосипедистам поворот праворуч на червоний сигнал світлофора** навіть без наявності додаткової поворотної велодоріжки.
- В обох випадках існує **потенційний конфлікт з пішоходами, що переходять дорогу на зелений сигнал світлофора**. Тому застосування таких рішень пропонується для перехресть з невеликою кількістю пішоходів.

Інший простий та дуже ефективний спосіб організації проїзду велосипедистами перехрестя зі світлофорним регулюванням – це **винесена вперед стоп-лінія для велосипедистів**.

- Стоп-лінія для моторизованого транспорту зміщується далі від перехрестя і велосипедна стоп-лінія наноситься на 4-5 м попереду. Таким чином, створюється **буферна зона очікування для велосипедистів по всій ширині дороги** попереду усього моторизованого транспорту. Ця зона має бути позначена символом велосипеда. Можливо нанесення кольорового покриття.
- Рекомендовано **нанесення під'їзної велосмуги**, яка дозволить велосипедистам проїжджати весь транспорт на світлофорі та потрапити у буферну зону для велосипедистів. Довжина такої велосмуги має відповідати максимальній довжині ділянки дороги, яку займає транспорт, очікуючи зеленого сигналу світлофора. Найчастіше смуга наноситься по краю проїзної частини, проте інколи також і між автомобільними смугами. Такою під'їзною смугою також може бути спільна смуга руху громадського та велосипедного транспорту.
- Буферна зона дозволяє усім велосипедистам (тим, що повертають ліворуч або праворуч або їдуть прямо) бути **максимально видимими** попереду моторизованого транспорту. Плюс, велосипедисти **першими проїжджають перехрестя** на зелений сигнал світлофора.
- Цей метод організації проїзду перехрестя велосипедистами може стати **стандартним для всіх перехресть зі світлофорним регулюванням**, створюючи, таким чином, універсальну, поширену у всьому місті та легко впізнавану перевагу для велосипедистів.

Альтернативою буде нанесення перед перехрестям **велосипедних смуг між смугами для автомобілів**. Такі смуги можуть бути для велосипедистів, що повертають ліворуч, праворуч або продовжують рух прямо. Подібні смуги роблять велосипедистів більш помітними. Велосмуги перед перехрестям мають бути довжиною приблизно 10 м та шириною 1,5 м (сусідні смуги для автомобілів мають бути шириною щонайменше 2,75 м). Такі заходи можуть поєднуватись з буферною зоною та винесеною вперед стоп-лінією для велосипедистів.

Автомобільна смуга для повороту праворуч може розташовуватись **праворуч від велосмуги**. У випадку, якщо дорогу розширено за допомогою смуги для повороту праворуч, велосмуга може просто проходити прямо. У такій ситуації, автомобілі, що виконують поворот праворуч, мають до виконання повороту при перелаштуванні у смугу для повороту праворуч перетинати візуально позначену велосипедну смугу. Подібне рішення **також стосується велосипедних доріжок**: велосипедна доріжка для руху прямо прокладається паралельно основним смугам, а автомобільна смуга для повороту праворуч прокладається праворуч від велосипедної доріжки. Замість розмітки між автомобільною смугою та велодоріжкою можливе розміщення паралельного лежачого поліцейського.

Поворот ліворуч – це складний маневр на світлофорі. Аби уникнути його, велосипедисти часто спочатку пересуваються дещо правіше, перед тим, як перетинати потік транспорту по прямій. Існує два способи виконати цей маневр.

- Традиційно надавалась перевага **повороту ліворуч в два прийоми**. На зелений сигнал світлофора велосипедист по велосмугі або велодоріжці спочатку проїжджає перехрестя прямо і має очікувати на зелений сигнал на перпендикулярній дорозі. Такий спосіб змушує велосипедиста довше чекати на перехресті.

- Той самий маневр може бути виконаний в один прийом завдяки нанесенню перед перехрестям **велосипедної смуги для повороту ліворуч**. На зелений сигнал світлофора велосипедист спочатку проїжджає прямо і дещо праворуч у зону очікування. Ця зона знаходиться перед червоним сигналом світлофора на перпендикулярній дорозі. Щойно з'являється можливість, велосипедист може перетнути дорогу. Недоліком такого способу проїзду перехрестя вважається те, що такий маневр може здаватись нелогічним та неочікуваним для інших учасників дорожнього руху: велосипедисти ніби-то рухаються на червоний сигнал світлофора.



*Винесена вперед стоп-лінія та буферна зона для велосипедистів (Копенгаген), автомобільна смуга для повороту праворуч і велосмуга для руху прямо (Дордрехт), смуга для повороту ліворуч (Бремен)
(фотографії: F. Boschetti, P. Kroeze)*

Світлофорне регулювання сприятливе для велосипедистів

Традиційно, режим роботи світлофора налаштовано з метою пропускати велику кількість моторизованого транспорту. Час на перехід пішоходів та проїзд велосипедистів часто лишається дуже коротким, а очікування довгим. Черги велосипедистів на перехрестях не є проблемою через свою малоймовірність (виключення складають випадки коли, в середньому, на велодоріжці проїжджає більше одного велосипедиста в секунду). Справжньою проблемою є час очікування та затримки. Швидкість пересування та тривалість подорожі критичні для якості мережі велоінфраструктури, особливо на головних напрямках. Чим менший час затримки для велосипедистів, тим конкурентнішим стає велосипед порівняно з іншими транспортними засобами.

В межах забудованих територій можливе визначення особливих пріоритетів. Рекомендовано **чітко визначити прийнятний час очікування на світлофорі для усіх учасників дорожнього руху.** Це може, наприклад, встановлювати максимально дозволений час очікування для пішоходів та велосипедистів, навіть за рахунок погіршення умов для автомобілістів.

Коли велосипедні потоки є важливими на головних велосипедних сполученнях, кілька засобів можуть надавати перевагу велосипедистам над автомобілістами. Найжорсткіші засоби мають братись до уваги лише у містах-чемпіонах та, можливо, на завантажених велосипедних маршрутах у прогресуючих містах.

Головна мета – **зменшити загальну тривалість велопоїздки** наскільки це можливо.

- Для велосипедистів середня тривалість очікування 15 сек вважається нормальною, більше 20 сек – вже задовго (середня тривалість очікування розраховується як половина тривалості червоного сигналу світлофора). При перетині головної дороги без світлофорів, середній час очікування може бути коротшим, проте у години пік велосипедисти можуть чекати на світлофорах в чотири рази довше.
- Рекомендований максимальний час очікування для велосипедистів – 90 сек у забудованій місцевості та 100 сек за її межами (максимальний час очікування відповідає тривалості червоного сигналу світлофора). Часто тривалість фази світлофора необґрунтовано завищена, до 120 сек у якості запобіжного заходу. У багатьох випадках, зменшення цього часу не лише сприяє руху велосипедистів, а й покращує загальний рух транспорту.

Спеціальні **світлофори для велосипедистів** можуть використовуватись для подовження часу на проїзд перехрестя велосипедистами.

- **Зелений сигнал** для велосипедистів може вмикатись **раніше**. Це дозволяє їм безпечно виїхати на перехрестя до початку руху моторизованого транспорту та бути помітними для інших учасників руху. Такий засіб особливо корисний коли велика кількість велосипедистів повертає ліворуч або багато автомобілів повертають праворуч. Ефект є подібним до винесених уперед стоп-ліній для велосипедистів (див. вище).
- Велосипедистам може бути **дозволено рухатись одночасно з потоками транспорту, з якими не відбувається перетин траєкторій**. Цей засіб може бути запроваджений як стандартний спосіб організації руху.
- Велосипедистам може бути надана спеціальна **зелена фаза світлофора в усіх напрямках**. Велосипедисти можуть проїжджати перехрестя прямо, повертати ліворуч або праворуч з усіх напрямків на перехресті, тоді як моторизований транспорт має чекати. Таким чином, виключаються конфлікти між велосипедистами та автомобілями, тим не менше існує ризик зіткнення велосипедистів, проте серйозність наслідків таких зіткнень суттєво нижча. Недоліком такого рішення є збільшення часу очікування на світлофорі для моторизованого транспорту.
- У якості альтернативи, **велосипедний світлофор, що перемикається за допомогою кнопки**, може використовуватись на відокремлених велосипедних доріжках, що перетинають магістральні дороги. Цей метод пропонується як запобіжний засіб підвищення безпеки у випадках, коли правило пріоритетності проїзду, ймовірно, не буде виконуватись або за умови високої інтенсивності руху.
- Велосипедистам може надаватись пріоритет у русі за допомогою **динамічних систем виявлення транспортних засобів**. Наприклад, зелений сигнал світлофора для велосипедистів може триматись поки немає інших транспортних засобів (виявлення моторизованого транспорту). Альтернативно, моторизованому транспорту не включається зелена фаза світлофора поки наявний велосипедний трафік на перехресті (виявлення велосипедистів). Недоліком останнього рішення є факт, що час очікування для автомобілістів може бути непередбачувано довшим, через що останні можуть запідозрити збій системи та все одно почати рух.
- Велосипедні світлофори можуть бути оснащені **табло відліку часу** до перемикання світлофора на зелений сигнал. Практика таких рішень у Нідерландах свідчить, що в таких випадках час очікування видається велосипедистам на 50% коротшим. Також велосипедисти менше проїжджають на червоний сигнал світлофора. Недолік системи відліку часу – вона точно працює лише для світлофорних об'єктів зі статичним світлофорним циклом. Для динамічних світлофорних об'єктів, які змінюють фази залежно від наявності транспортних засобів, система відліку часу буде неточною.

Світлофорні об'єкти також можуть бути **налаштовані** таким чином, аби **надавати перевагу велосипедистам і без облаштування спеціальних велосипедних світлофорів**.

- За великої кількості транспортних засобів, що повертають ліворуч, фаза світлофора може **згрупувати транспортний потік, що повертає ліворуч**, в т.ч. і велосипедистів. Вмикається зелений сигнал світлофора лише для повороту ліворуч, тоді як транспорт, що рухається прямо, чекає. Це дозволяє полегшити лівий поворот уникнувши конфліктних ситуацій. У такому випадку велосипедисту немає потреби виконувати лівий поворот у два прийоми.
- Рух велосипедистів може зосереджуватись у одному напрямку. У такому випадку, варто розглянути можливість надати основному напрямку руху велосипедистів **зелений сигнал світлофору двічі за один світлофорний цикл**. Час очікування на світлофорі скорочується удвічі. Недоліком такого заходу є подовження світлофорного циклу та збільшення часу очікування для інших напрямків.
- Робота світлофорних об'єктів може бути узгоджена між перехрестями з метою створення **зеленої хвилі для велосипедистів**. Цей метод добре знайомий через своє широке застосування для регулювання руху автомобільного транспорту. Його варто розглянути на маршрутах з високою щільністю руху велосипедистів, як по велосмузі, так і відокремленою велодоріжкою. Його рекомендовано застосовувати, якщо перехрестя розташовані не дуже далеко одне від одного (близько 100 м); в іншому випадку групи велосипедистів розтягуються через різницю у швидкості руху. Узгодження світлофорних циклів може поєднуватись з детектором руху, таким чином,

що зелена хвиля відключається коли кількість велосипедистів стає низькою. Зелена хвиля для велосипедистів може призвести до збільшення часу очікування для проїзду в інших напрямках.



Зелений сигнал світлофора для велосипедистів в усіх напрямках та дозвіл велосипедистам повертати праворуч на будь-який сигнал світлофора (Фото: T. Asperges)

Висновки

Сильні сторони

- Маркування на перехресті – це бюджетний спосіб покращити видимість, безпеку та комфорт велосипедистів: винесені вперед стоп-лінії, смуги для повороту, зони очікування повороту ліворуч. Ці засоби можуть дуже просто застосовуватись на існуючих перехрестях зі світлофорним регулюванням.
- Інженерні рішення можуть забезпечити об'їзди для велосипедистів, що виключають очікування на перехресті.
- Налаштування світлофорних об'єктів, що сприяють зручності та швидкості проїзду велосипедистів, за наявності або відсутності спеціальних велосипедних світлофорів, може створити великі переваги на основних велосипедних маршрутах.

Слабкі сторони

- Регульовані перехрестя, що пропускають великі транспортні потоки, завжди є небезпечними для велосипедистів та непривабливими через довгий час очікування.
- Маркування допоможе відносно впевненим велосипедистам, але його недостатньо для менш досвідчених велосипедистів та дітей без супроводу дорослих. Ці групи шукатимуть альтернативні маршрути.
- Деякі заходи, що покращують умови велосипедистів, збільшують час очікування моторизованого транспорту. Такі заходи об'єднані лише у випадку коли існуючі або очікувані потоки велосипедистів є великими.

Альтернативні варіанти

- Замінити світлофор КІЛЬЦЕВИМ РУХОМ у випадку, якщо інтенсивність руху не дуже висока або якщо метою є зменшити інтенсивність руху.
- ОРГАНІЗАЦІЯ РУХУ У РІЗНИХ РІВНЯХ у випадку, коли інтенсивність руху є заввищою для безпечного руху велосипедистів.