Економічні науки

УДК 656.13:331.31:004(477+478+4)

Попович Сергій

незалежний дослідник

Popovych Serhii

Independent researcher

РЕГУЛЯТОРНІ ДАНІ ЯК ОПЕРАЦІЙНА ІНФРАСТРУКТУРА: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ВОДІЇВ І ПРАВИЛ ТАХОГРАФІВ У ЄС, УКРАЇНІ ТА МОЛДОВІ ТА МОДЕЛЬ ПЛАНУВАННЯ РЕСУРСУ ВОДІЇВ НА ТРАНСКОРДОННИХ МАРШРУТАХ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ЗАКОНОДАВСТВА

REGULATORY DATA AS OPERATIONAL INFRASTRUCTURE: A COMPARATIVE ANALYSIS OF DRIVERS' WORKING AND REST TIME REGIMES AND TACHOGRAPH RULES IN THE EU, UKRAINE, AND MOLDOVA, AND A COMPLIANCE-AWARE DRIVER CAPACITY PLANNING MODEL FOR CROSS-BORDER ROUTES

Анотація. *Україна та Молдова не входять до Європейського Союзу, але їхні вантажні автоперевезення тісно пов'язані з ринком ЄС. Ці зв'язки закріплені угодами про асоціацію 2014 року [8; 9]. У 2022 році ЄС уклав з Україною угоду про автомобільні вантажні перевезення («транспортний безвіз») [10]. У ЄС час керування та відпочинку водіїв регулює Регламент (ЄС) № 561/2006 [1], а тахографи регулює Регламент (ЄС) № 165/2014 [3]. На міжнародних перевезеннях, які частково виконуються за межами ЄС транспортними засобами, зареєстрованими в ЄС або в країнах – учасницях Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, які*

виконують міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР/AETR) [5], замість Регламенту на всю поїздку застосовується ЄУТР (ст. 2(3) Регламенту 561/2006).

Стаття робить три внески:

1. Порівнює режими ЄС, ЄУТР та українського національного регулювання за окремими параметрами.

2. Формально визначає юридично доступний ресурс водія на транскордонній поїздці та демонструє це визначення на детермінованому прикладі коридору Львів – Краковець/Корчова – Вроцлав.

3. Пропонує модель планування, засновану на послідовностях змін.

Головний висновок відрізняється від висновку для пари Канада – США [14; 15]. На поїздках з України та Молдови до ЄС застосовний режим на кордоні, як правило, не змінюється: уся поїздка підпадає під ЄУТР. Тому ресурс водія визначається не зміною правил, а тим, як кваліфікується час очікування на кордоні: як керування (рух у черзі «стоп-старт»), інша робота, час готовності або перерва.

За прийнятих припущень поїздка вкладається в одну зміну, якщо простій на кордоні не перевищує 4,75 год і не зараховується як перерва. Якщо частину очікування зараховано як перерву (наприклад, за електронної черги), поріг зростає до 5,0 год. Якщо накопичений рух у черзі перевищує 2,5 год, ліміт денного керування у 9 год починає обмежувати раніше, ніж ліміт тривалості зміни.

Ключові слова: *режим праці та відпочинку водіїв, тахограф, ЄУТР, Регламент 561/2006, транскордонні перевезення, Україна – ЄС, час очікування на кордоні, електронна черга, планування ресурсу водіїв.*

Summary. *Ukraine and Moldova are not members of the European Union, but their road freight transport is closely tied to the EU market. These ties are anchored in the 2014 Association Agreements [8; 9]. In 2022, the EU concluded an agreement with Ukraine on the carriage of freight by road (the "transport visa-free regime") [10]. In the EU, drivers' driving and rest times are governed by Regulation (EC) No 561/2006 [1], and tachographs are governed by Regulation (EU) No 165/2014 [3]. For international carriage performed partly outside the EU by vehicles registered in the EU or in countries that are Contracting Parties to the European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles Engaged in International Road Transport (AETR) [5], the AETR applies to the entire journey instead of the Regulation (Art. 2(3) of Regulation 561/2006).*

The article makes three contributions:

1. It compares the EU, AETR, and Ukrainian national regimes parameter by parameter.

2. It formally defines the legally available driver capacity on a cross-border trip and demonstrates this definition with a deterministic example of the Lviv – Krakovets/Korczowa – Wrocław corridor.

3. It proposes a planning model based on shift sequences.

The main finding differs from the finding for the Canada – US pair [14; 15]. On trips from Ukraine and Moldova to the EU, the applicable regime, as a rule, does not change at the border: the entire trip falls under the AETR. Driver capacity is therefore determined not by a change of rules but by how border waiting time is classified: as driving (stop-and-go movement in the queue), other work, periods of availability, or a break.

Under the adopted assumptions, a trip fits into a single shift if border downtime does not exceed 4.75 h and is not counted as a break. If part of the waiting time is counted as a break (for example, with an electronic queue), the threshold

rises to 5.0 h. If accumulated movement in the queue exceeds 2.5 h, the 9-hour daily driving limit becomes binding earlier than the shift-duration limit.

Key words: *drivers' working and rest time regime, tachograph, AETR, Regulation 561/2006, cross-border transport, Ukraine – EU, border waiting time, electronic queue, driver capacity planning.*

Вступ. Автомобільний транспорт – один з основних каналів торгівлі України та Молдови з ЄС. Угоди про асоціацію [8; 9] передбачають поетапне наближення транспортного законодавства обох країн до права ЄС, зокрема правил щодо часу керування та тахографів.

У 2022 році морські та авіаційні маршрути України було порушено. Значна частина експорту та імпорту перейшла на сухопутні «Шляхи солідарності» через Польщу, Румунію, Словаччину, Угорщину та Молдову [11]. Угоду між ЄС та Україною про автомобільні вантажні перевезення опубліковано в Офіційному журналі ЄС 6 липня 2022 року [10]. Вона тимчасово скасувала вимогу щодо дозволів на двосторонні та транзитні перевезення.

Вузьким місцем при цьому залишається кордон. Черги вантажівок на українсько-польських та українсько-румунських переходах періодично розтягуються на багато годин [11]. Діяльність водія фіксується тахографом [3; 7], тому кожна година очікування впливає на те, скільки водій ще може законно їхати.

Дослідження маршрутизації з урахуванням соціального законодавства ЄС [17–21] моделюють правила Регламенту 561/2006 як обмеження задачі маршрутизації. Однак у цих роботах зазвичай бракує двох речей:

(а) урахування того, що на поїздках до третіх країн застосовується ЄУТР, а не Регламент 561/2006;

(b) окремого моделювання того, як кваліфікується час на кордоні.

Дослідницьке питання. Як правовий режим (ЄС, ЄУТР, національне право України) та кваліфікація часу очікування на кордоні визначають юридично доступний ресурс водія на поїздках між Україною/Молдовою та ЄС? І як дані тахографів можна використовувати для завчасного планування цього ресурсу?

Внесок статті:

(i) порівняння режимів за окремими параметрами (розділ 3);

(ii) формальне визначення ресурсу водія з числовим прикладом (розділ 5);

(iii) модель планування та гіпотези для перевірки (розділ 6).

Огляд літератури

1. Маршрутизація з урахуванням правил ЄС. Гоель [17] сформулював задачу планування та маршрутизації транспортних засобів з урахуванням робочого часу водіїв за правилами ЄС. Згодом він показав, що перевірити допустимість розкладу за Регламентом 561/2006 непросто, і запропонував точний метод такої перевірки [18]. Кок і співавтори [19], а також Прескотт-Ганьон і співавтори [20] запропонували евристики для задачі маршрутизації з часовими вікнами та соціальним законодавством ЄС. Гоель та Ірніх [21] розробили точний метод для спільної задачі маршрутизації та планування робочого часу водіїв.

2. Міжнародні порівняння. Гоель і Відаль [22] порівняли режими США, Канади, ЄС та Австралії за транспортними витратами та ризиками втоми. Кожен режим у їхній роботі розглядається ізольовано, без поїздок, на яких змінюється застосовне право.

3. Прогалина. Нам невідомі роботи, які моделюють поїздки, де одночасно:

(a) діє ЄУТР як міжнародний режим, що застосовується замість права ЄС;

(b) кваліфікація часу очікування на кордоні (керування, інша робота, готовність, перерва) є змінною ресурсу;

(c) електронна черга змінює цю кваліфікацію.

Правова база та порівняння

1. Європейський Союз. Час керування, перерви та відпочинок регулює Регламент (ЄС) № 561/2006 [1] у редакції Регламенту (ЄС) 2020/1054 (пакет мобільності I) [2]. Тахографи регулює Регламент (ЄС) № 165/2014 [3]. Технічні вимоги до тахографів, зокрема до смарт-тахографа (Додаток IC), встановлено Імплементаційним регламентом (ЄС) 2016/799 [7]. Робочий час мобільних працівників регулює Директива 2002/15/ЄС [4].

У ЄС тахографи проходять обов'язкове затвердження типу в держави-члени [3, ст. 2(2)(u), 13]. У США, натомість, електронні пристрої реєстрації (ELD) сертифікуються самими виробниками [14].

Регламент 2020/1054 запровадив смарт-тахограф другої версії з автоматичною реєстрацією перетину кордонів. Ним мають оснащуватися транспортні засоби, вперше зареєстровані більш ніж через два роки після набрання чинності детальними технічними положеннями [2, ст. 2(5)]. Регламент також запровадив строки переоснащення транспортних засобів, що працюють за межами держави реєстрації: не пізніше трьох років з кінця року набрання чинності детальними положеннями для аналогових і цифрових тахографів і не пізніше чотирьох років для смарт-тахографів першої версії [2, ст. 2(2)]. Детальні положення ухвалено Імплементаційним регламентом (ЄС) 2021/1228 [13]. З цього випливають дати, прийняті на практиці: 21.08.2023 для нових транспортних засобів, 31.12.2024 та 19.08.2025 для переоснащення.

2. ЄУТР. Республіка Молдова приєдналася до ЄУТР 26 травня 1993 року, Україна – 3 лютого 2006 року [5]. Згідно зі ст. 2(3) Регламенту 561/2006, ЄУТР застосовується замість Регламенту до міжнародних перевезень, які частково виконуються за межами ЄС і країн ЄЕЗ. Для транспортних засобів, зареєстрованих у ЄС або в країнах – учасницях ЄУТР, це правило поширюється на всю поїздку, включно з ділянкою територією ЄС.

Шоста поправка, що набрала чинності 20 вересня 2010 року, привела основні числові параметри ЄУТР у відповідність до Регламенту 561/2006 і запровадила цифровий тахограф (Доповнення 1B) [5]. Контрольний пристрій, що відповідає праву ЄС, визнається таким, що відповідає ЄУТР [5, ст. 10(3)]. До ЄУТР не перенесено новації пакета мобільності I: обов'язок організувати повернення водія [2, ст. 1(6)(d)], заборону проводити регулярний щотижневий відпочинок у кабіні [2, ст. 1(6)(c)] та додаткові відступи за ст. 12 Регламенту 561/2006 для повернення до місця щотижневого відпочинку [2, ст. 1(11)].

Для кваліфікації очікування важливі дві норми ЄУТР. У ній «інша робота» прямо не включає час очікування [5, ст. 1(q)]. Крім того, для цілей правил про перерви час очікування може кваліфікуватися як перерва [5, ст. 7(3)].

3. Україна. Для внутрішніх перевезень діє Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів, затверджене наказом Мінтрансзв'язку від 07.06.2010 № 340 [6]. У первинній редакції Положення обмежувало період керування за зміну 9 год, а за тиждень – 48 год. Перерва від 45 хв до 2 год надавалася не пізніше ніж через 4 год після початку роботи. Щоденний відпочинок становив не менше 10 год поспіль, щотижневий – не менше 45 год поспіль.

Угода про асоціацію зобов'язує Україну поетапно наблизити законодавство до права ЄС у сфері автомобільного транспорту [8]. Молдова

зобов'язалася застосовувати Регламент 561/2006 до міжнародних перевезень з моменту набрання чинності угодою. Для внутрішніх перевезень строк становить три роки, а положення про цифрові тахографи запроваджуються протягом восьми років. Директиву 2002/15/ЄС Молдова зобов'язалася впровадити протягом трьох років [9, ст. 85 та дод. X].

4. Порівняння параметрів

Таблиця 1

Параметри режиму праці та відпочинку (вантажні перевезення)

Параметр	ЄС (Регламент 561/2006, Директива 2002/15/ЄС)	ЄУТР (міжнародні перевезення України та Молдови)	Україна, внутрішні перевезення (наказ № 340, ред. 2010 р.)
Денне керування	9 год; до 10 год не більше двох разів на тиждень [1, ст. 6(1)]	Аналогічно [5, ст. 6(1)]	9 год за зміну, включно з понаднормовими [6]
Тижневе керування	56 год [1, ст. 6(2)]	56 год [5, ст. 6(2)]	48 год [6]
Керування за 2 тижні	90 год [1, ст. 6(3)]	90 год [5, ст. 6(3)]	Не встановлено
Перерва	45 хв після 4,5 год керування; поділ 15 + 30 хв [1, ст. 7]	Аналогічно; очікування може кваліфікуватися як перерва [5, ст. 7]	45 хв – 2 год не пізніше ніж через 4 год роботи [6]
Щоденний відпочинок	11 год (поділ 3 + 9 год); скорочений 9 год не більше трьох разів між щотижневими відпочинками; протягом 24 год [1, ст. 4(g), 8]	Аналогічно [5, ст. 1(o), 8]	Не менше 10 год поспіль [6]
Фактична «зміна» (випливає з правила 24 год)	≤ 13 год (≤ 15 год за скороченого відпочинку)	Аналогічно	–

Параметр	ЄС (Регламент 561/2006, Директива 2002/15/ЄС)	ЄУТР (міжнародні перевезення України та Молдови)	Україна, внутрішні перевезення (наказ № 340, ред. 2010 р.)
Щотижневий відпочинок	45 год (скорочений 24 год з компенсацією); регулярний відпочинок у кабіні заборонено [1, ст. 8(6); 2, ст. 1(6)]	45 год / 24 год [5, ст. 8(6)]; у кабіні допускаються щоденний і скорочений щотижневий відпочинок [5, ст. 8(8)]	Не менше 45 год поспіль [6]
Робочий час (поза керуванням)	У середньому 48 год на тиждень, максимум 60 год; перерва 30 хв за 6–9 год роботи та 45 хв за > 9 год [4, ст. 4–5]	Окремих норм немає; Директива поширюється лише на підприємства, засновані в ЄС [4, ст. 2(1)]	Нормальна тривалість 40 год на тиждень [6]
Повернення водія	Кожні 4 тижні [2, ст. 1(6)(d)]	Відсутнє	–
Тахограф	Затвердження типу ЄС [3]; смарт-тахограф [2; 3; 7; 13]	Цифровий тахограф за Доповненням 1B; пристрій ЄС визнається [5, ст. 10, 13]	–

5. Асиметрія. Для пари Канада – США ключова змінна – зміна застосовного режиму на кордоні [14; 15; 22]. Для коридорів Україна/Молдова – ЄС ситуація інша:

(a) числові ліміти щодо керування та відпочинку в ЄС і ЄУТР практично збігаються;

(b) розбіжності стосуються робочого часу, повернення водія та місця щотижневого відпочинку. Директива 2002/15/ЄС поширюється лише на працівників підприємств, заснованих у державах – членах ЄС [4, ст. 2(1)];

(c) головна змінна ресурсу – те, як час очікування на кордоні кваліфікується в тахографі.

Цю асиметрію ми розглядаємо як основну аналітичну змінну дослідження.

Дані тахографа як операційний ресурс

Тахограф реєструє чотири режими: керування, інша робота, готовність та перерва/відпочинок [3, ст. 34(5)(b)]. Смарт-тахограф додатково автоматично реєструє місцезнаходження транспортного засобу за сигналом супутникової навігації: на початку та в кінці робочого дня і кожні три години накопиченого керування [3, ст. 8(1)]. Регламент 2020/1054 додав реєстрацію кожного перетину кордону держави-члена та операцій завантаження і розвантаження [2, ст. 2(5)]. Тим самим тахограф містить усі дані, необхідні для розрахунку залишкового ресурсу водія:

– час керування з моменту останньої перерви;

– початок поточного 24-годинного періоду;

– денні, тижневі та двотижневі суми;

– час останнього щоденного та щотижневого відпочинку.

Окреме значення має рух у черзі. Тахограф влаштований так, що час керування завжди записується автоматично [3, дод. I, розд. III(c)(4.1)]. Тому багатогодинна черга в режимі «стоп-старт» витрачає ліміт денного керування, хоча водій майже не їде.

Аналітична цінність виникає, коли дані тахографа поєднуються з юридичною логікою режиму та з прогнозами очікування на кордоні. Джерелами таких прогнозів можуть бути системи електронної черги та дані прикордонних служб. Приклад такої системи – естонська GoSwift [16].

Ресурс водія на транскордонній поїздці: формалізація та приклад

1. Визначення. Для водія в момент t залишковий ресурс керування за режиму $r \in \{EU, AETR\}$ дорівнює:

$$\mathbf{C_r(t) = \min\{ D_r - d(t), G_r - g(t), S_r - s(t), W_r - w(t), F_r - f(t) \},} \quad (1)$$

де:

– D_r – денний ліміт керування (9 або 10 год);

– G_r – 4,5 год керування до обов'язкової перерви; g(t) обнуляється після перерви, що зараховується за ст. 7 [1; 5];

– S_r – допустима тривалість від закінчення попереднього відпочинку до початку наступного (13 год або 15 год за скороченого відпочинку);

– W_r і F_r – тижневий (56 год) і двотижневий (90 год) ліміти керування;

– d(t), g(t), s(t), w(t), f(t) – накопичені значення за даними тахографа.

Час очікування на кордоні B розкладається так:

$$\mathbf{B = B_{drive} + B_{work} + B_{avail} + B_{break},}$$

де:

– B_{drive} – рух у черзі (збільшує d, g, s, w, f);

– B_{work} – інша робота (збільшує s і робочий час за Директивою 2002/15/ЄС);

– B_{avail} – готовність (збільшує лише s);

– B_{break} – перерва (збільшує s, але може обнулити g).

Різниця між B_{work} і B_{avail} юридично суттєва. За Директивою 2002/15/ЄС до робочого часу належить час, коли працівник не може вільно розпоряджатися собою та очікує, а передбачувана тривалість очікування заздалегідь невідома [4, ст. 3(a)]. Періоди очікування на кордоні Директива прямо відносить до часу готовності, але лише якщо їхня передбачувана тривалість відома заздалегідь [4, ст. 3(b)]. Перервою за Регламентом 561/2006 вважається період, коли водій не може керувати та виконувати іншу роботу і який використовується виключно для відновлення [1, ст. 4(d)]. ЄУТР не

відносить час очікування до іншої роботи та допускає його кваліфікацію як перерви [5, ст. 1(q), 7(3)].

Звідси випливає, що електронна черга з прогнозом часу виклику переводить очікування з робочого часу в готовність. Якщо ж водій очікує поза пунктом пропуску і може відпочивати, очікування переходить у перерву. Для підприємств ЄС додатково діють ліміти робочого часу за Директивою 2002/15/ЄС.

2. Приклад: Львів – Вроцлав через пункт пропуску Краковець – Корчова. Ілюстративні припущення:

– 0,5 год – інша робота у Львові (передрейсовий огляд, документи);

– 1,0 год – керування від Львова до Краковця;

– B – очікування та оформлення на кордоні (у базовому сценарії B_{drive} = 0);

– 5,5 год – керування від Корчови до Вроцлава автомагістраллю A4 (близько 470 км);

– 0,5 год – розвантаження;

– регулярний щоденний відпочинок 11 год.

Уся поїздка підпадає під ЄУТР. Загальне керування становить 1,0 + 5,5 = 6,5 год. Це менше 9 год, тому денний ліміт керування не обмежує. Час очікування, врахований як інша робота або готовність, не обнуляє лічильник g. Отже, 4,5 год керування наберуться вже через 3,5 год руху Польщею. Перерва 45 хв обов'язкова, якщо час на кордоні не зараховано як перерву.

Сценарій A: час на кордоні записано як іншу роботу або готовність. Перерва 0,75 год береться в Польщі. Поїздка виконувана в одну зміну, якщо:

$$\mathbf{0{,}5 + 1{,}0 + B + 5{,}5 + 0{,}75 + 0{,}5 \le 13,\ тобто\ B \le 4{,}75\ год.} \qquad (2)$$

За скороченого щоденного відпочинку (9 год) отримуємо B ≤ 6,75 год.

Сценарій Б: частину часу на кордоні зараховано як перерву. Це допускає ст. 7(3) ЄУТР [5]. На практиці це реалістично, якщо водій очікує виклику електронної черги поза пунктом пропуску і використовує час для відновлення. Після перерви на кордоні лічильник g обнуляється. Але ділянка до Вроцлава (5,5 год) довша за 4,5 год, тому зупинка в Польщі потрібна в будь-якому разі.

Втрати можна мінімізувати, якщо використати поділ перерви за ст. 7 [1; 5]. Перша частина (15 хв) береться на кордоні в межах B. Друга частина (30 хв) береться в Польщі до того, як керування після кордону досягне 4,5 год. Тоді:

$$\mathbf{0{,}5 + 1{,}0 + B + 5{,}5 + 0{,}5 + 0{,}5 \le 13,\ тобто\ B \le 5{,}0\ год.} \qquad (3)$$

Практичний висновок: правильно кваліфіковане очікування заощаджує 0,25 год ресурсу зміни на цьому маршруті. На маршрутах, де керування після кордону не перевищує 4,5 год, економія досягає повних 0,75 год.

Сценарій В: тривала черга «стоп-старт». Якщо накопичений рух у черзі перевищує 9 − 6,5 = 2,5 год, ліміт денного керування починає обмежувати раніше за ліміт тривалості зміни. За подовження до 10 год поріг становить 3,5 год.

Таблиця 2

Виконуваність поїздки в одну зміну (сценарій А, регулярний відпочинок)

Очікування B	Тривалість зміни до закінчення розвантаження	Одна зміна?
1,0 год	9,25 год	Так
2,0 год	10,25 год	Так
3,0 год	11,25 год	Так
4,0 год	12,25 год	Так

Очікування B	Тривалість зміни до закінчення розвантаження	Одна зміна?
4,75 год	13,0 год	На межі
6,0 год	14,25 год	Лише за скороченого відпочинку 9 год
8,0 год	16,25 год	Ні: до прибуття до Вроцлава необхідний щоденний відпочинок

3. Зіставлення з коридором Торонто – Чикаго. На кордоні Україна – ЄС доступний ресурс обмежує не денний ліміт керування, а вимога завершити щоденний відпочинок у межах 24 годин [1, ст. 8(2); 5, ст. 8(2)]. Це аналог американського 14-годинного вікна [14, § 395.3], але на 1 год жорсткіший. Тому ключова управлінська змінна – не лише тривалість очікування, а й те, як воно організоване.

4. Багатоденні маршрути: Німеччина та Італія. Маршрути Київ – Мюнхен (близько 1 500 км) і Львів – Мілан (близько 1 700 км) займають кілька змін. На них обмежувальними стають тижневий (56 год) і двотижневий (90 год) ліміти, а також місце щотижневого відпочинку.

Багатогодинне очікування на кордоні в перший день зсуває всю послідовність змін. Затримка на 6–8 год може перенести прибуття на наступну добу і додати щоденний відпочинок на території ЄС. Якщо поїздка припадає на кінець тижня, додаються заборони на рух вантажівок у вихідні. У Німеччині це § 30(3) StVO [12], в Італії – щорічний декрет Міністерства інфраструктури та транспорту.

5. Наслідок. Поріг виконуваності різкий, тому розкид часу очікування важливіший за його середнє значення. Навіть за середнього очікування 3 год перехід із «важким хвостом» розподілу може переводити помітну частку одноденних поїздок у дводенні. Щоб це перевірити, модель потрібно розширити до стохастичної (гіпотеза H2).

Модель планування з урахуванням вимог законодавства

Одиницею аналізу виступає послідовність змін водія, а не окрема поїздка (пор. [21]). Розглянемо водія i, кандидатний вантаж j і ділянки маршруту s. Кожна ділянка позначена режимом r_s та очікуваною структурою часу на кордоні ($\hat{B}_{drive}$, $\hat{B}_{work}$, $\hat{B}_{avail}$, $\hat{B}_{break}$). Призначення допустиме, якщо $C_{r_s}(t_s) \geq \tau_s$ для кожної ділянки, де τ_s – час керування на ділянці s.

Планувальник максимізує очікуваний виторг за вирахуванням очікуваних втрат від вимушеного відпочинку:

$$\max \Sigma_i \Sigma_j x_{ij} [R_j - P_{ij}(C < \tau \mid \hat{B}, \sigma_B, q_E) \cdot L_j], \quad (4)$$

за обмежень:

– $\Sigma_i x_{ij} \leq 1$ для кожного вантажу j;

– послідовність змін кожного водія допустима на рівні довіри q при $B = B_q$;

– $x_{ij} \in \{0, 1\}$.

Тут:

– R_j – виторг (у євро; гривневі ставки перераховуються за офіційним курсом НБУ);

– L_j – втрати від перенесення поїздки на наступну зміну;

– σ_B – розкид часу очікування;

– q_E – індикатор наявності електронної черги на переході;

– P_{ij} – імовірність того, що ресурсу не вистачить.

Модель слугує інструментом підтримки рішень. Остаточне рішення залишається за диспетчером.

Гіпотези для перевірки:

H1. На поїздках Україна – ЄС обмеження 24-годинного періоду (13/15 год) спрацьовує частіше за денний ліміт керування.

H2. Планування за квантилями часу очікування скорочує кількість незапланованих відпочинків порівняно з плануванням за середнім.

H3. На переходах з електронною чергою частка поїздок, виконаних в одну зміну, вища за порівнянної тривалості очікування, оскільки частину очікування можна кваліфікувати як перерву або готовність.

H4. Частка часу очікування, записана в тахографі як керування, зростає з довжиною фізичної черги і слугує самостійним предиктором порушень денного ліміту.

H5. Призначення на основі послідовностей змін дає більше оплачуваних годин керування на водія на тиждень, ніж призначення за окремими поїздками.

7. Обговорення

Числові ліміти ЄС і ЄУТР майже збігаються. Тому для українських і молдовських перевізників головне джерело втрат ресурсу – не різниця в правилах, а кордон як подія, що споживає час. Приклад показує, що ті самі години очікування залишають різний ресурс залежно від того, як їх записано: як керування, іншу роботу, готовність чи перерву.

Це відкриває можливості для державної політики. Електронна черга дає водієві змогу чекати поза пунктом пропуску і використовувати цей час для відновлення [16]. Тим самим вона переводить частину прикордонного простою з «мертвого» часу в законну перерву. Прогноз часу виклику також дає змогу кваліфікувати очікування на кордоні як час готовності [4, ст. 3(b)]. Аналогічні механізми на польській, румунській і молдовській сторонах, синхронізовані з українською системою, скорочують втрати ресурсу водіїв без послаблення вимог безпеки.

Висновки для практиків:

(і) буфери потрібно планувати за розкидом очікування, а не за середнім;

(ii) перерви потрібно прив'язувати до моменту перетину кордону з урахуванням поділу 15 + 30 хв;

(iii) водіїв потрібно навчати коректного запису режимів у черзі.

Висновки для регуляторів. Гармонізація форматів вивантаження тахографічних даних і даних про черги дасть більше, ніж зміна числових лімітів. Для України та Молдови впровадження цифрових і смарт-тахографів – частина зобов'язань щодо наближення законодавства в межах угод про асоціацію [8; 9].

Обмеження. Приклад детермінований і використовує стилізований час у дорозі. Не моделювалися: поділ щоденного відпочинку, екіпажна їзда, перевезення поромом або потягом (ст. 9 Регламенту 561/2006; ст. 8 bis ЄУТР), винятки за ст. 12 Регламенту 561/2006 і ст. 9 ЄУТР, воєнні обмеження та комендантська година в Україні. Національне регулювання України розглянуто в редакції 2010 року. Гіпотези емпірично не перевірялися.

Висновки. Тахографічні вимоги в ЄС, Україні та Молдові створювалися для безпеки та контролю. Водночас вони сформували стандартизовану інфраструктуру даних, придатну для прогнозного планування ресурсу водіїв. У статті представлено:

– порівняння режимів ЄС, ЄУТР та українського права за окремими параметрами;

– формальне визначення ресурсу водія з декомпозицією часу очікування на кордоні;

– числовий приклад для коридору Львів – Вроцлав.

У прикладі обмеження 24-годинного періоду починає діяти за очікування близько 4,75 год, якщо очікування записано як іншу роботу або готовність. Якщо частину очікування зараховано як перерву, поріг становить

близько 5,0 год. Рух у черзі понад 2,5 год робить обмежувальним денний ліміт керування.

Запропонована модель може стати основою цифрової платформи для перевізників і регуляторів ЄС, України та Молдови. Така платформа поєднувала б дані тахографів, правила режимів праці та відпочинку і прогнози очікування на кордоні та давала б змогу скорочувати простої, нераціональний пробіг і витрату пального, а також знижувати навантаження на дорожню інфраструктуру України та ЄС. Розроблення та емпірична перевірка такої платформи – предмет подальших досліджень.

Література

1. Regulation (EC) No 561/2006 of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the harmonisation of certain social legislation relating to road transport. OJ L 102, 11.4.2006, p. 1–14. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/561/oj

2. Regulation (EU) 2020/1054 of the European Parliament and of the Council of 15 July 2020 amending Regulation (EC) No 561/2006 and Regulation (EU) No 165/2014. OJ L 249, 31.7.2020, p. 1–16. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/1054/oj

3. Regulation (EU) No 165/2014 of the European Parliament and of the Council of 4 February 2014 on tachographs in road transport. OJ L 60, 28.2.2014, p. 1–33. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/165/oj

4. Directive 2002/15/EC of the European Parliament and of the Council of 11 March 2002 on the organisation of the working time of persons performing mobile road transport activities. OJ L 80, 23.3.2002, p. 35–39. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/15/oj

5. European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles Engaged in International Road Transport (AETR), Geneva, 1 July 1970. Consolidated version, incl. amendment 6 (in force 20.09.2010). UNECE. URL: https://unece.org/DAM/trans/doc/2010/sc1/ECE-TRANS-SC1-2010-AETR-en.pdf; status: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XI-B-21&chapter=11

6. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 07.06.2010 № 340 «Про затвердження Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів» (зареєстровано в Міністерстві юстиції України 14.09.2010 за № 811/18106), у первинній редакції. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0811-10; https://ips.ligazakon.net/document/RE18106

7. Commission Implementing Regulation (EU) 2016/799 of 18 March 2016 implementing Regulation (EU) No 165/2014 laying down the requirements for the construction, testing, installation, operation and repair of tachographs and their components. OJ L 139, 26.5.2016, p. 1–506. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0799

8. Association Agreement between the European Union and its Member States, of the one part, and Ukraine, of the other part. OJ L 161, 29.5.2014. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:22014A0529(01)

9. Association Agreement between the European Union and the European Atomic Energy Community and their Member States, of the one part, and the Republic of Moldova, of the other part. OJ L 260, 30.8.2014, p. 4–738. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22014A0830(01)

10. Agreement between the European Union and Ukraine on the carriage of freight by road. OJ L 179, 6.7.2022, p. 4. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2022:179:TOC

11. European Commission. An action plan for EU-Ukraine Solidarity Lanes to facilitate Ukraine's agricultural export and bilateral trade with the EU. COM(2022) 217 final, 12.5.2022. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52022DC0217

12. Straßenverkehrs-Ordnung (StVO), § 30 Abs. 3. URL: https://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/__30.html

13. Commission Implementing Regulation (EU) 2021/1228 of 16 July 2021 amending Implementing Regulation (EU) 2016/799 (smart tachograph, second version). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1228/oj

14. 49 CFR Part 395 – Hours of Service of Drivers. URL: https://www.ecfr.gov/current/title-49/subtitle-B/chapter-III/subchapter-B/part-395

15. Commercial Vehicle Drivers Hours of Service Regulations, SOR/2005-313 (Canada). URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2005-313/

16. GoSwift / Eesti Piir – система електронної черги на прикордонних переходах Естонії. URL: https://www.eestipiir.ee/

17. Goel A. Vehicle scheduling and routing with drivers' working hours. *Transportation Science*. 2009;43(1):17–26. URL: https://doi.org/10.1287/trsc.1070.0226

18. Goel A. Truck driver scheduling in the European Union. *Transportation Science*. 2010;44(4):429–441. URL: https://doi.org/10.1287/trsc.1100.0330

19. Kok A.L., Meyer C.M., Kopfer H., Schutten J.M.J. A dynamic programming heuristic for the vehicle routing problem with time windows and European Community social legislation. *Transportation Science*. 2010;44(4):442–454. URL: https://doi.org/10.1287/trsc.1100.0331

20. Prescott-Gagnon E., Desaulniers G., Drexl M., Rousseau L.-M. European driver rules in vehicle routing with time windows. *Transportation Science*. 2010;44(4):455–473. URL: https://doi.org/10.1287/trsc.1100.0328

21. Goel A., Irnich S. An exact method for vehicle routing and truck driver scheduling problems. *Transportation Science*. 2017;51(2):737–754. URL: https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0678

22. Goel A., Vidal T. Hours of service regulations in road freight transport: an optimization-based international assessment. *Transportation Science*. 2014;48(3):391–412. URL: https://doi.org/10.1287/trsc.2013.0477