

[http://ko.com.ua/analiz\\_ugroz\\_dlya\\_besprovodnyh\\_setej\\_49014](http://ko.com.ua/analiz_ugroz_dlya_besprovodnyh_setej_49014). 4. Емельянова Н. З., Партыка Т. Л., Попов И. И. *Защита информации в персональном компьютере*. – М.: Форум, 2009. – 368 с. 5. Кононова В. О., Грибков С. В., Харкянен О. В. Оцінка засобів захисту інформаційних ресурсів / В. О. Кононова, С. В. Грибков, О. В. Харкянен // Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2014. – № 806. – С. 99–105. 6. Как защитит беспроводную сеть wi fi [Электронный ресурс] // Защита информации. – 2003. – Режим доступа до ресурсу: [http://infoprotect.net/protect\\_network/kak\\_zasccitivityu\\_setyu\\_wi\\_fi](http://infoprotect.net/protect_network/kak_zasccitivityu_setyu_wi_fi). 7. *Защита сетевого периметра: наиболее полное руководство по брандмауэрам, виртуальным частным сетям, маршрутизаторам и системам обнаружения вторжений [Текст] / С. Норткатт [и др.]; науч. ред. Н. И. Алишов*. – К. ; М. ; СПб. : DiaSoft, 2004. – 664 с. 12. Петров А. А. *Компьютерная безопасность. Криптографические методы защиты*. – М. : ДМК, 2000. – 445с.

УДК 621.398

П. В. Мокренко, Б. І. Заdereцький  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра комп’ютеризованих систем автоматики

## КОДОІМПУЛЬСНІ СИСТЕМИ ТЕЛЕВИМІРЮВАННЯ (будова, принцип роботи, особливості)

© Мокренко П. В., Заdereцький Б. І., 2017

**Розглянуто побудову та принцип роботи багатоканальних кодоімпульсних систем телевимірювання та ні відмінності від аналогових систем. Показано переваги кодоімпульсних систем телевимірювання та їхні особливості.**

**Ключові слова:** квантування, кодування, частотний сигнал, первинний перетворювач, швидкодія.

**It is in-process considered construction and principle of work of the multichannel digital systems of telemetering and their difference from the analog systems. Shown advantages of the digital systems of telemetering and their feature.**

**Keywords:** quantum, code, frequency signal, primary transformer, speed.

### Вступ

Вимоги забезпечення високої точності, швидкодії і достовірності передачі інформації та уведення її у цифрові обчислювальні (ЦОМ) та керуючі (ЦКМ) машини, з одного боку, та необхідність обробки великих масивів інформації для вирішення інших завдань науки і техніки, зокрема пов’язаних з освоєнням космосу, морів і океанів, з іншого – наклало великий відбиток на розвиток теорії і практики систем телемеханіки [1–5].

У системах телемеханіки поширено цифрові методи вимірювання та обробки інформації, внаслідок чого аналогові системи стали витіснятися цифровими багатоканальними, які економічно вигідніші в експлуатації.

Досягнення мікроелектроніки зробили можливою побудову систем телемеханіки четвертого покоління, які приходять на зміну системам третього покоління, дають змогу вирішувати складні завдання, що пов’язані з обробкою інформації з метою масштабування величин, лінеаризації шкал, виконання різних функціональних перетворень і т. п.

Будь-яка цифрова кодо-імпульсна система телевимірювання (ЦКІСТВ) відрізняється від аналогової тим, що на передавальній стороні системи виконуються дві принципово нові операції – операції квантування та цифрового кодування. В результаті виконання першої операції значення неперервної величини замінюється її дискретними значеннями, що дорівнюють сумі цілого числа квантів, а в результаті виконання другої – надається отриманому дискретному значенню цілком визначена кодова комбінація в тій чи іншій системі числення – найчастіше в двійковій або двійково-десятковій. Тому на відміну від аналогових систем телевимірювання замість передавання неперервного ряду значень вимірюваної величини  $X$  до лінії зв'язку передається кінцева кількість цих значень, яка визначається максимальним значенням  $N_{\max}$  і кількістю рівнів квантування [6]. Квантування – нелінійна операція, яка призводить до виникнення похибки квантування  $\Delta_k$ . Це методична похибка, значення якої може бути зменшене до заданого збільшенням кількості рівнів квантування, а, отже, розрядів, прийнятих для представлення результату вимірювання. Окрім цієї похибки при виконанні квантування і кодування виникають інші складові похибки аналого-цифрового перетворення, значення яких визначаються методом і схемою вимірювання і які у результаті визначають максимально можливу кількість розрядів. Подальше збільшення кількості розрядів можливе, але недоцільне. На рис. 1 показано процес квантування та кодування неперервної величини в часі  $X(t)$ .

Завдяки цим операціям та використанню сучасної елементної бази працюючі ЦКІСТВ дають змогу задовольнити всі вимоги до систем збирання й обробки інформації дальньої дії.

КІСТВ можуть забезпечити вимірювання великої кількості таких фізичних величин, як напруга, струм, потужність, частота, фаза, тиск, температура, лінійні і кутові механічні переміщення та неелектричних величин – таких, наприклад, як швидкість, прискорення, вібрація, тиск, витрата палива, положення об'єкта та багато інших.

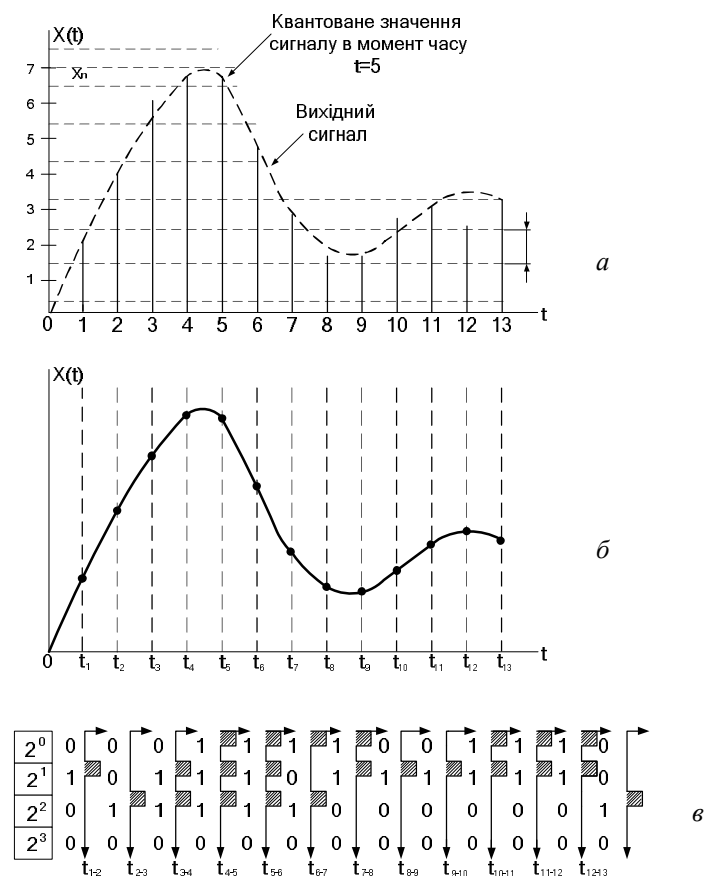


Рис. 1. Квантування та кодування сигналу  $X(t)$

## Постановка задачі та склад системи

Основними частинами будь-якої кодоімпульсної системи телевізійного зв'язку є:

– первинний вимірювальний перетворювач (ПВП), в ролі якого виступає один давач або їх набір у різному поєднанні для збирання вимірювальної інформації та перетворення її на вихідний уніфікований сигнал для подавання на вхід аналогово-цифрового перетворювача (АЦП)

– передавальний напівокомплект, до складу якого входить одноканальний або багатооканальний АЦП для виконання операції квантування та цифрового кодування; перетворювача коду для перетворення одного коду, наприклад, паралельного, на послідовний код або навпаки; формувача інформаційних та контрольних імпульсів та імпульсів синхронізації; апаратури каналів зв'язку для перетворення кодового сигналу на сигнал, зручний для передавання виділеним каналом зв'язку;

– приймальний напівокомплект, до складу якого входять елементи та вузли, що виконують операції, зворотні до тих, які здійснюються на передавальній стороні; пристрої для додаткових перетворень дискретних сигналів з метою отримання результату ТВ в абсолютних значеннях вимірюваної величини або в процентній формі та інших функціональних перетворень; вихідні пристрої, які забезпечують цифрову індикацію, цифрову чи аналогову реєстрацію, ретрансляцію отриманих даних, уведення їх в ЦОМ або ЦКМ. Якщо для передавання кодового сигналу виділено окрему лінію зв'язку, то потреба в апаратурі каналу зв'язку на передавальній та приймальній сторонах системи відпадає. У цьому випадку роль формувачів імпульсів можуть виконувати, наприклад, тригери, одновібратори, інвертори та інші, у разі передачі інформації відеоімпульсами, або підсилювачі потужності з ключами, підсилювачами та генераторами гармонійних коливань на вході, у разі передавання інформації радіоімпульсами, а в ролі вхідних формувачів приймальних напівокомплектів – різні порогові пристрої з підсилювачами, амплітудними та часовими дискримінаторами на вході або фільтрами, амплітудними, частотними та фазовими детекторами залежно від використовуваного виду модуляції.

У разі застосування радіоканалу для передавання інформації апаратура каналу зв'язку повинна містити радіопередавач, передавальну і приймальну антени та радіоприймач. При цьому для підвищення достовірності інформації необхідно застосовувати пристрої сигналізації пропадання несучої або несучих, а одиниці і нулі повинні передаватися безпаузними радіоімпульсами.

Якщо говорити про передавальні і приймальні напівокомплекти КІСТВ, треба зауважити, що структурні схеми передавальних напівокомплектів, їхні технічні характеристики багато в чому визначаються характером вихідного параметра ПВП (давача). Як вихідний параметр ПВП використовують: напругу (струм); опір (провідність); код; частоту (період); тривалість імпульсів та ін. У зв'язку з цим можна виділити чотири основні типи кодоімпульсних систем телевізійного зв'язку, а саме:

а) системи типу U (I) для ПВП з вихідними сигналами напруга (струм);

б) системи типу R (G) для ПВП з вихідними сигналами у вигляді опору (провідності);

в) системи типу "К" для ПВП з кодовими вихідними сигналами;

г) системи типу f, T, t, Q для ПВП з вихідними сигналами у вигляді частоти, періоду, тривалості імпульсу, шпаруватості.

АЦП цих систем будуть різні, бо різні способи квантування та кодування вихідних параметрів ПВП. Приймачі ж для всіх типів систем ТВ можуть бути однаковими, оскільки їхня структурна схема визначається переважно кодом і призначенням приймача. Що стосується характеристики вихідних сигналів різних ПВП, що працюють з КІСТІ, то перевага віддається ПВП з частотними вихідними сигналами. КІСТІ з такими ПВП дають змогу отримувати високу точність телевізійного зв'язку, оскільки похибка телевізійного зв'язку цих систем визначається переважно похибкою ПВП. Частота є найбільш перспективним уніфікованим вихідним параметром ПВП. Істотною перевагою такого параметра є:

– можливість найточнішого вимірювання й інтегрування частоти простими методами;

– зручність для зміни масштабу перетворення;

– відсутність спотворень під час комутації;

– легкість переведення в будь-який код та ін. [7, 8].

## Будова та принцип роботи системи

Узагальнену структурну схему КІСТВ наведено на рис. 2. Вимірювана фізична величина  $X_i$  за допомогою ПВП перетворюється на пропорційну електричну величину  $Y_i$ . За допомогою багатоканального аналого-цифрового перетворювача, що містить АЦП і комутатор в складі розподільвача циклу РЦ і набору ключів  $K_1 - K_n$ , неперервне значення носія інформації сигналу  $Y$  – амплітуда напруги або струму, або інших функціонально зв'язаних з ними величин, таких як частота, період, фаза, тривалість і т. п. перетворюються на дискретне значення, яке відображається кодовим сигналом  $Z$ . Перетворювач кодів ПК<sub>1</sub> здійснює подальше перетворення “код – код”, у результаті чого отримуємо кодовий сигнал  $Z_1$  з іншими характеристиками, а задавач контрольних імпульсів (ЗКІ) доповнює кількість імпульсів, змінює порядок їх розміщення у кодовій послідовності. Отриманий при цьому результуючий сигнал подається на вхід апаратури каналу зв'язку АКС<sub>1</sub>. Оскільки обсяг отриманого сигналу  $V_C$  визначається як

$$V_C = F_C * T_C * \frac{\log P_C}{P_n} = F_C * T_C * M_C$$

і може відрізнятися від обсягу  $V_K$  виділеного каналу зв'язку, то необхідне узгодження цих обсягів з метою забезпечення нерівностей

$$V_C \leq V_K = F_K * T_K * M_K; \quad F_C \leq F_K; \quad T_C \leq T_K \quad \text{і} \quad M_C \leq M_K$$

виконує генератор тактових імпульсів ГТІ<sub>1</sub> і формувач на виході передавального напівкомплекту у вигляді лінійного тригера ЛТ у розглядуваного випадку. Цей самий ГТІ<sub>1</sub> задає необхідну частоту перемикання РЦ, частоту аналого-цифрових перетворень та ін. У деяких випадках ГТІ<sub>1</sub> можна використати як зразкову міру часу або частоти.

На сигнал  $\Omega_{1\omega}$ , що передається каналом зв'язку, впливають флуктуаційні й імпульсні завади, внаслідок чого передані і прийняті сигнали можуть значно відрізнятися один від одного. При цьому спотворюється форма сигналу, його рівень, зникають одні і з'являються нові імпульси. Практика знає багато випадків, коли змінюється в часі середній рівень кодового сигналу, внаслідок чого в ролі формувача  $\Phi$  повинні застосовуватися слідкувальні пристрої з двосторонніми обмежувачами. Такі формувачі дають змогу позбутися дії флуктуаційних завад  $\rho_2$  і невеликих імпульсних завад  $\rho_1$ . Застосування часових дискримінаторів у складі формувача  $\Phi$  дає змогу також позбутися частини імпульсних завад значно більшого рівня, які переважають рівні обмеження, тривалість яких  $\tau_{\min}$  менша за поріг спрацювання дискримінатора. Тому на виході формувача  $\Phi$  виділяється сигнал  $Z_{1\omega} \rho_1$ , який подається на входи розрізнявача контрольних імпульсів РКІ, перетворювача кодів ПК<sub>2</sub> і генератора тактових імпульсів ГТІ<sub>2</sub>. Вихідні імпульси ГТІ<sub>2</sub> є джерелом руху розподільвача РЦ<sub>2</sub>, перетворювача ПК<sub>2</sub> і опорних імпульсів РКІ. Щоб ці вузли працювали синхронно і синфазно, ГТІ<sub>2</sub> неперервно синхронізується імпульсами кодового сигналу. Допустима нестабільність періоду надходження імпульсів ГТІ<sub>2</sub> повинна бути такою, щоб у найгіршому випадку, наприклад, при  $X = 0$  за час між появою двох синхроімпульсів, період імпульсів ГТІ<sub>2</sub> змінився б не більш ніж на  $T/4$  за тривалості кодового імпульсу  $\tau = T/2$ . За допомогою РКІ здійснюється виділення контрольних імпульсів, а за допомогою ПК<sub>2</sub> – кодових, які заносяться до пристрою оперативної пам'яті ОП, що представляє собою тригерний регістр. Окрім кодового сигналу  $Z_{2\rho_1}$  через інші входи вводиться сигнал корекції –  $\rho_1$  і сигнал масштабуючого коефіцієнта  $M$ . Отже, в ОП буде зафіксований сигнал  $Z_2 M$ , який потім відтворюється на цифрових індикаторах ЦІ<sub>1</sub>. Це число відповідає значенню вимірюваної величини  $X_i$ . За допомогою коефіцієнта  $M$  змінюється число в ОП з метою забезпечення перекладу результату ТІ з процентної форми в абсолютну і виконання додаткових операцій, таких як лінеаризація, масштабування та ін. За необхідності уведення результатів ТІ в ЦОМ і ЦКМ на виході ОП передбачено додатковий перетворювач коду, вихід якого пов'язаний з пристроєм введення машин.

Число, що відтворюється на ЦІ<sub>1</sub>, одночасно реєструється реєструвальним пристроєм РП (цифродрукувальні машинки або перфоратори). При цьому з реєстрацією значення  $X_i$  реєструється і номер каналу ТВ, що збігається з положенням РЦ<sub>2</sub>. За необхідності аналогової реєстрації, у РП повинен бути передбачений цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) з аналоговим реєструвальним приладом на виході.

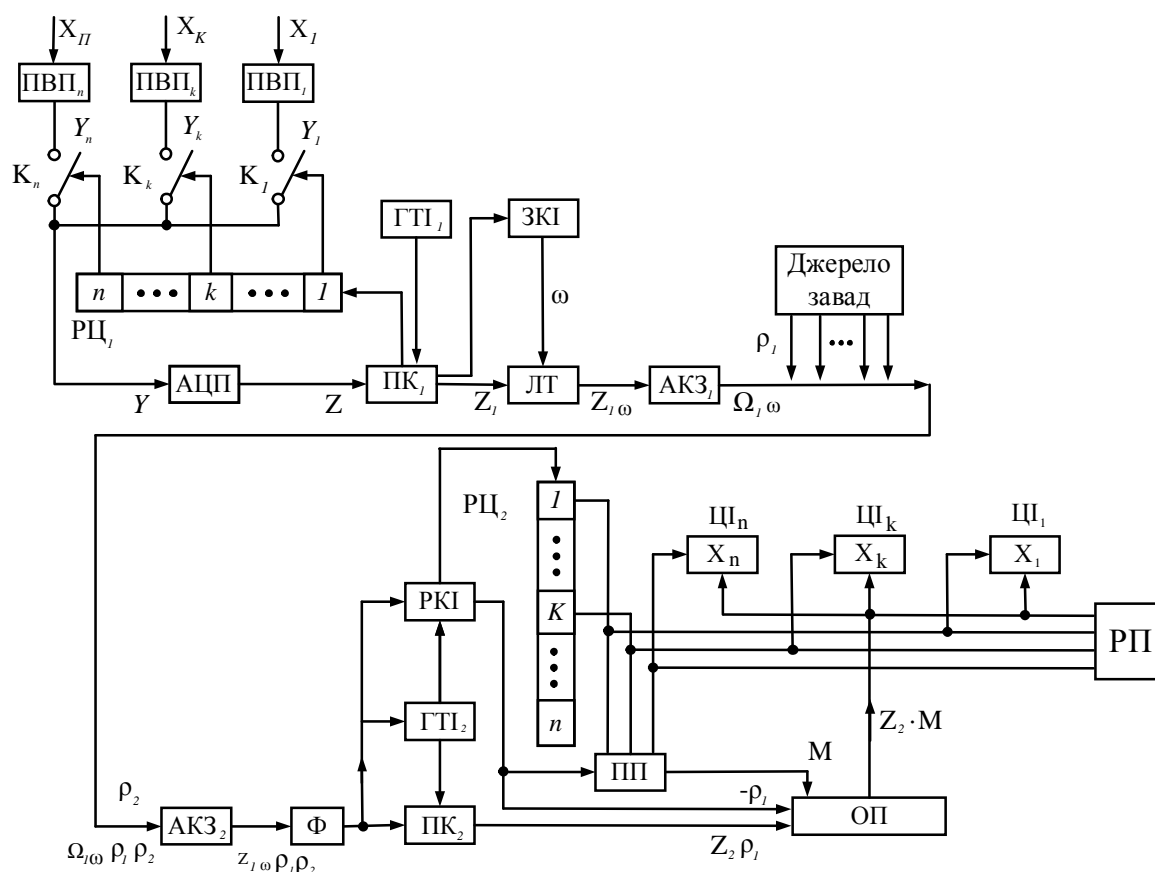


Рис. 2. Структурна схема кодоімпульсної системи телевимірювання

### Висновки

Проаналізувавши цифрові кодоімпульсні системи телевимірювання, можна назвати такі переваги:

- висока точність телевимірювань, зручність і об’єктивність цифрового відліку;
- висока швидкодія і швидкість передавання інформації, які в промисловій телемеханіці завжди і радіотелеметрії доволі часто обмежуються тільки можливостями виділених ліній і каналів зв’язку;
- висока завадостійкість і можливість багаторазової ретрансляції результатів вимірювань без накопичення помилок через вплив завад;
- легкість побудови багатоканальних систем і висока ефективність використання елементів в цих системах;
- можливість використання коригуючих кодів для підвищення достовірності передаваної інформації, ефективного кодування для економного використання виділених каналів зв’язку;
- відносна простота реалізації цифрової реєстрації результатів вимірювання, яка, на відміну від аналогової, не вносить додаткових похибок; висока точність, швидкодія і компактність цифрових реєструвальних пристроїв;
- можливість використання будь-яких каналів зв’язку, зокрема радіоканалів та інших для передавання буквено-цифрової інформації;
- можливість побудови комбінованих комплексних систем, що вирішують завдання ТУ-ТС-ТВ-ТР складними об’єктами з застосуванням ЦОМ і ЦКМ, що працюють в реальному масштабі часу;
- простота з’єднання з ЦОМ, ЦКМ і цифровими автоматами;
- можливість побудови будь-якої КІСТВ з уніфікованих вузлів, субблоків і блоків.

1. Ильин В. А. Телеуправление и телеизмерение : учеб. пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 560 с. 2. Тутевич В. Н. Телемеханика: учеб. пособие для вузов. – М.:

*Энергия, 1973. – 384 с. 3. Мокренко П. В., Лазорик М. П., Товкан О. Е. Передавач чотириканальної системи телевізювання енергооб'єктів: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – 210. – № 24. – С. 174–180. 4. Мокренко. П. В., Товкан О. Е., Цикало Ю. Б. Чотириканальний приймач системи телевізювання енергооб'єктів: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – 211.– № 26. – С. 158–164. 5. Малов В. С., Дмитриев В. Ф. Кодо-импульсные телеизмерительные системы. – М.: Энергия, 1969. – 192 с. 6. Кирианаки Н. В., Мокренко П. В., Леськив И. М. и др. Вопросы теории проектирования передающих систем телемеханики. – К.: УМК ВО, 1991. – 208 с. 7. Цымбал В. П. Теория информации и кодирования. – К.: Вища школа, 1973. – 232 с. 8. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы. – К.: Вища школа, 1973. – 552 с.*

УДК 681.335 (088.8)

Г. І. Влах-Вигриновська<sup>1</sup>, О. О. Іванюк<sup>1</sup>, І. М. Ковела<sup>1</sup>, Б. В. Рудь<sup>1</sup>  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
<sup>1</sup>кафедра комп'ютеризованих систем автоматики

## ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОМОБІЛЬНИХ GPS-ТРЕКЕРАХ

*О Влах-Вигриновська Г. І., Іванюк О. О., Ковела І. М., Рудь Б. В., 2017*

**Розглянуто способи підвищення точності глобальних навігаційних супутникових систем GPS і ГЛОНАСС на основі використання системи диференціального корегування SBAS, зокрема приділено увагу підсистемам EGNOS та SDCM, які діють над територією України. Запропоновано класифікацію автомобільних трекерів для роботи у складі GPS-систем моніторингу автомобільного транспорту.**

**Ключові слова:** GPS моніторинг автомобільного транспорту, супутникова навігація, диференціальне корегування, точність визначення координат, ГЛОНАСС, SBAS, EGNOS, SDCM, GPS-трекер.

**The article considers ways of increasing the accuracy of global navigation satellite systems GPS and GLONASS based on the use of the SBAS differential correction system, in particular, attention is paid to the EGNOS and SDCM subsystems that operate over the territory of Ukraine. A classification of automobile trackers for work in the GPS system of monitoring of motor transport is offered.**

**Keywords:** GPS monitoring of automobile transport, satellite navigation, differential correction, accuracy of determination of coordinates, GLONASS, SBAS, EGNOS, SDCM, GPS-trackers.

### Вступ

Сучасні реалії вимагають комплексного підходу до оптимізації процесу вантажних перевезень, зокрема підвищеного контролю за їх виконанням. Система моніторингу автомобільного транспорту надасть можливість точно відстежити вантаж під час перевезення та надати замовнику можливість у будь-який момент отримати інформацію про місцезнаходження вантажу та його стан, а компаніям-перевізникам відслідковувати процес пересування свого транспорту, дотримання графіка руху. Для отримання додаткової інформації (контроль за станом вантажу, витратою палива, справністю транспортного засобу) на транспортний засіб встановлюються додаткові датчики, що підключають до GPS/ГЛОНАСС трекера.