

вычислений на каждом такте времени обрабатывает сенсорную информацию в соответствии со знаниями, представленными гранулярной структурой. Результатом гранулярных вычислений является описание ситуации на перекрёстке в виде абстракций высокого уровня. Одним из вариантов такого описания является рассмотренный выше прототип с указанием нечёткой уверенности в том, что фактическая ситуация соответствует этому прототипу.

Модель проверена на нескольких приложениях, в частности умный уборщик мусора, фрагменты умного дома и умной машины на перекрёстке.

### Литература

1. Каргин А. А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы [Текст] / А. А. Каргин. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.
2. Liu D. Design and control of intelligent robotic systems [Текст] / Dikai Liu, Lingfeng Wang, Kay Chen Tan et al. – 1st edition. – Berlin, [etc.]: Springer, 2009. – 480 p. – (Studies in Computational Intelligence).
3. Каргин А. А. Модель сенсорної пам'яті інтелектуальної машини з механізмами узагальнення та абстрагування [Текст] / Каргин А. А., Тимчук О.С., Ісаєнков К.О., Галіч Г.Б. // Системи озброєння та військова техніка. ХУПС ім. І. Кожедуба МОУ, Харків, №3(43), 2015, С.85-88.
4. Petrenko T. Adaptive Behavior Control Model of Non Player Character [Текст] / Т. Petrenko, О. Tymchuk // Proceedings of the 15th International Conference on Computer Modelling and Simulation (UKSim-AMSS), Cambridge, United Kingdom. – 10-12 Apr. 2013. – P. 39-44.
5. Clancey W.J. Heuristic classification / W.J. Clancey // Artificial Intelligence – 1985 – №27 – pp.289-350.
6. Chandrasekaran B. Generic tasks in knowledge-based reasoning: high-level building blocks for expert systems design / B. Chandrasekaran // IEEE Expert – 1986 – №1(3) – pp.23-30.
7. Джексон П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
8. Zadeh L.A. Fuzzy sets and information granularity / L. Zadeh // Advances in Fuzzy Set Theory and Applications – Amsterdam: North-Holland, 1979 – pp.3-18.
9. Yao Y.Y. A unified framework of granular computing / W. Pedrycz, A. Skowron, V. Kreinovich (eds) // Handbook of granular computing – Wiley, Hoboken, 2008 – pp. 401-410.
10. Skowron A, Jankowski A, Dutta S. (2015) Toward problem solving support based on big data and domain knowledge: Interactive granular computing and adaptive judgement / Japkowicz N, Stefanowski J (eds) // Big Data Analysis. Studies in Big Data – Springer, Heidelberg, 2015.
11. Skowron A. Interactive granular computing / A. Skowron, A. Jankowski, S. Dutta // Granular Computing – 2016 – Vol. 1, Issue 2 – pp 95-113.
12. Солсо Р. Когнитивная психология [Текст] / Р. Солсо. – Изд. 6-е. – СПб.: Питер, 2002. – 589 с.

*Хісмамулін В.Ш., Пушкар'єв О.С.,  
Сагайдачний В.Г. (УкрДУЗТ)*

УДК 681.5.08:629.4.016.5

### АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНОЇ ТОЧНОСТІ ОЦІНЮВАННЯ КООРДИНАТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ТОЧКОВИХ КОЛІЙНИХ ДАТЧИКІВ

В існуючих системах керування рухом поїздів застосовуються датчики інформації про його швидкість. Як відомо, при наявності тільки вимірів швидкості руху повна спостережність координат стану об'єкту відсутня, й тому помилка оцінювання дальності (відстані до деякої визначеної точки) з часом необмежено зростає. Тому доцільно розглянути потенційні можливості алгоритмів оцінювання координатної інформації з використанням точкових колійних датчиків.

Як відомо, потенційні можливості алгоритму оцінювання стану об'єкту визначаються ступенем адекватності моделі його руху, що обрана для побудови алгоритму, реальним умовам. З урахуванням цього пропонується використовувати оптимальний лінійний алгоритм (алгоритм Калмана), побудований на підставі стохастичної марківської моделі руху транспортного засобу у просторі станів [1,2]. Ця модель базується на статистичному опису процесів прискорення-гальмування рухомої одиниці та рівнянь кінематики, що пов'язують координату (дальність, відстань до визначеної точки), її першу та другу похідні (швидкість, прискорення). Вихідними параметрами моделі є середньоквадратичне значення та постійна часу кореляції другої похідної дальності.

Завдяки врахуванню у запропонованому алгоритмі кореляційних та кінематичних зв'язків між дальністю, швидкістю та прискоренням, виникає можливість суттєво збільшити інтервал часу, на якому можна проводити екстраполяцію дальності голови рухомої одиниці відносно фіксованої опорної точки (наприклад, позиції датчика швидкості) з необхідною точністю. Це дає можливість, користуючись обмеженою кількістю датчиків швидкості, розташованих впродовж колії, підвищити достовірність інформації про дальність голови поїзду до визначеної точки (переїзду, межі станції та ін.).

Результати дослідження середньоквадратичних похибок оцінювання прискорення, швидкості та відстані алгоритму Калмана наведено на рисунку.

Протягом перших 20 секунд руху поїзду проводиться вимірювання його швидкості за допомогою колійних датчиків з середньоквадратичною помилкою 1м/с, а надалі здійснюється екстраполяція координат стану

(вимірювання відсутнє). За цей час загальна похибка оцінювання фактичної відстані голови поїзду від позиції колійного датчика, яка дорівнює 400 м, зростає до 35 метрів.

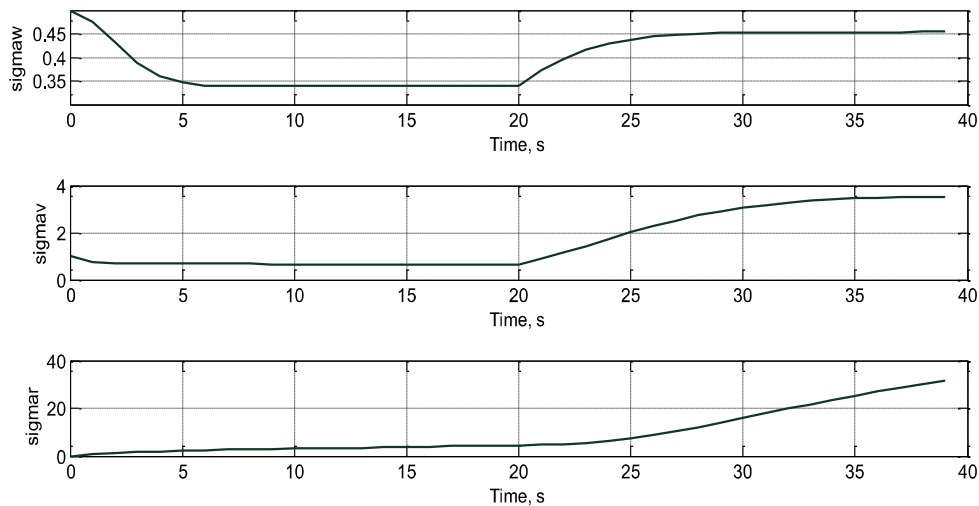


Рис. Результати дослідження середньоквадратичних похибок оцінювання прискорення ( $\sigma_w$ ), швидкості ( $\sigma_v$ ) та відстані ( $\sigma_r$ ) алгоритму Калмана

#### Література

1. Бойнік А. Б. Модель руху транспортного засобу для синтезу лінійного алгоритму оцінки координатної інформації [Текст] / А. Б. Бойнік, В. Ш. Хісматулін, І. Г. Воліченко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2013. – Вип. 36. – С. 63-67.
2. Хісматулін В.Ш. Оптимальний лінійний алгоритм оцінювання координат стану рухомої одиниці [Інф. ресурс] / В. Ш. Хісматулін, І. Г. Воліченко // Збірник наукових праць ДонІЗТ. – Донецьк, 2014. – Вип. 37. – С. 10-14. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpdizt\\_2014\\_37\\_4.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpdizt_2014_37_4.pdf)

стану речей є збільшення непередбачуваного потоку відмов, особливо на перших етапах експлуатації впроваджуваної системи, що неодмінно позначається на безпеці руху та пропускній спроможності ділянок залізниць.

Шляхом поліпшення зазначеної ситуації є використання методів обробки обмежених статистичних даних, які базуються на розподілі Стюдента, методах максимальної правдоподібності, нерівноточних спостережень тощо. При цьому враховується позитивний досвід використання подібного підходу, що базувався на результатах робіт професора Сігорського В.П., у наукових дослідженнях фахівців УкрДУЗТ, спрямованих на підвищення безпеки використання та вдосконалення методології технічного контролю мікропроцесорних систем залізничної автоматики. В результаті, навіть за умови вкрай обмежених статистичних даних, досягається можливість з достатньо високою ймовірністю (до 80%) спрогнозувати технічний стан окремих пристроїв автоматики, на підставі чого можуть базуватися подальші стратегії їх технічного обслуговування та ремонту. Особливості використання та методологічні аспекти такого підходу розглядаються в доповіді.

*Мойсесенко В.І., Каменєв О.Ю.,  
Гасєвський В.В. (УкрДУЗТ)*

### ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ МІКРОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ ПРИ ОБМЕЖЕНИХ СТАТИСТИЧНИХ ДАНИХ

Для сучасного стану впровадження мікроелектронних, зокрема мікропроцесорних, пристроїв залізничної автоматики характерним є відносно незначний досвід їх експлуатації на Україні. Це обумовлює певний дефіцит статистичних даних їх поведінку в процесі функціонування, що ускладнює прогнозування їх технічного стану. Наслідком такого