

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ
ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

2022 (9) 1
Қаңтар-наурыз

ISSN 2708–2032 (print)
ISSN 2708–2040 (online)

БАС РЕДАКТОР:

Хикметов Аскар Кусупбекович — басқарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, физика-математика ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Колесникова Катерина Викторовна — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының проректоры (Қазақстан)

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ, Ғылыми-зерттеу жұмыс департаментінің директоры (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Разак Абдул — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің профессоры (Қазақстан)

Лучио Томмазо де Паолис — Саленто университетінің (Италия) инновациялар және технологиялық инженерия департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

Лиз Бэкон — профессор, Абертей университеті вице-канцлердің орынбасары (Ұлыбритания)

Микеле Пагано — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбаевич — физика-математика ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Рысбайұлы Болатбек — физика-математика ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Жабандық серіктестік және қосымша білім беру жөніндегі проректоры (Қазақстан)

Дузбаев Нуржан Токсужаевич — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректоры (Қазақстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Сейлова Нүргүл Абдуллаевна — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік» факультетінің деканы (Қазақстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Цифрлық трансформациялар» факультетінің деканы (Қазақстан)

Ыдырыс Айжан Жұмабайқызы — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Экономика және бизнес» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Аманжолова Сауле Токсановна — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Киберқауіпсіздік» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Ниязгулова Айгүл Аскарбековна — филология ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Медиакоммуникациялар және Қазақстан тарихы» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Айтмағамбетов Алтай Зуфарович — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Янг Им Чу — PhD, Гачон университетінің профессоры (Оңтүстік Корея)

Тадеуш Валлас — PhD, Адам Мицкевич атындағы университеттің проректоры (Польша)

Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы — Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялары институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның «УКРНЕТ» жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университетінің «Жобаларды басқару» кафедрасының менгерушісі (Украина)

Белошицкая Светлана Васильевна — техника ғылымдарының докторы, доцент, Астана IT университетінің деректер жөніндегі есептеу және ғылым кафедрасының профессоры (Қазақстан)

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Ералы Диана Русланқызы — «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ (Қазақстан)

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Меншіктенуші: «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ (Алматы қ.)

Қазақстан Республикасы Ақпарат және әлеуметтік даму министрлігінің Ақпарат комитетінде – 20.02.2020 жылы берілген.

№ KZ82VPY00020475 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: ақпараттық технологиялар, әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технологиялар, ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологияларға арналған.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 100 дана

Редакцияның мекенжайы: 050040, Алматы қ-сы, Манас к-сі, 34/1, 709-кабинет, тел: +7 (727) 244-51-09).

E-mail: ijiet@iitu.edu.kz

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz>

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2022

© Авторлар ұжымы, 2022

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Хикметов Аскар Кусулбекович — кандидат физико-математических наук, председатель правления - ректор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Колесникова Катерина Викторовна — доктор технических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Разак Абдул — PhD, профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Лучно Томмазо де Паолис — директор отдела исследований и разработок лаборатории AVR департамента инноваций и технологического инжиниринга Университета Саленто (Италия)

Лиз Бэкон — профессор, заместитель вице-канцлера Университета Абертей (Великобритания)

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбайулы — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Рысбайулы Болатбек — доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, ассоциированный профессор, проректор по глобальному партнерству и дополнительному образованию Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дузбаев Нуржан Токкужаевич — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Сейлова Нургуль Абадуллаевна — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — кандидат экономических наук, декан факультета цифровых трансформаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ыдырыс Айжан Жумабаевна — PhD, ассистент профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Шилдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, заведующий кафедрой экономики и бизнеса Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Аманжолова Сауле Токсановна — кандидат технических наук, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — кандидат филологических наук, доцент, заведующая кафедрой медиакоммуникаций и истории Казахстана Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Янг Им Чу — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

Тадеш Валлас — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

Белошицкая Светлана Васильевна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислений и науки о данных Astana IT University (Казахстан)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Ералы Диана Русланқызы — АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан).

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708-2032 (print)

ISSN 2708-2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социо-экономических систем.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

Адрес редакции: 050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

© АО Международный университет информационных технологий, 2022

© Коллектив авторов, 2022

EDITOR-IN-CHIEF:

Khikmetov Askar Kusupbekovich — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Chairman of the Board, Rector of International Information Technology University (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF DIRECTOR:

Kolesnikova Katerina Viktorovna — Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector of Information Systems Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

SCIENTIFIC SECRETARY:

Ipalakova Madina Tulegenovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Research Department, International University of Information Technologies (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD:

Razaq Abdul — PhD, Professor of International Information Technology University (Kazakhstan)

Lucio Tommaso de Paolis — Director of Research and Development, AVR Laboratory, Department of Innovation and Process Engineering, University of Salento (Italy)

Liz Bacon — Professor, Deputy Director, and Deputy Vice-Chancellor of the University of Abertay. (Great Britain)

Michele Pagano — Ph.D., Professor, University of Pisa (Italy)

Otelbaev Mukhtarbay Otelbayuly — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling of International Information Technology University (Kazakhstan)

Rysbayuly Bolatbek — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Daineko Yevgeniya Alexandrovna — PhD, Associate Professor, Vice-Rector for Global Partnership and Continuing Education, International Information Technology University (Kazakhstan)

Duzbaev Nurzhan Tokkuzhaevich — Candidate of Technical Sciences, Vice-Rector for Digitalization and Innovations, International Information Technology University (Kazakhstan)

Sinchev Bakhtgeray Kuspanuly — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Seilova Nurgul Abdullaevna — Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Computer Technologies and Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mukhamedieva Ardak Gabitovna — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Digital Transformations, International Information Technology University (Kazakhstan)

Idyrys Aizhan Zhumabaevna — PhD, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Shildibekov Yerlan Zharzhanuly — PhD, Head of the Department of Economics and Business, International Information Technology University (Kazakhstan)

Amanzholova Saule Toksanovna — Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Cyber Security, International Information Technology University (Kazakhstan)

Niyazgulova Aigul Askarbekovna — Candidate of Philology, Head of the Department of Media Communications and History of Kazakhstan, International Information Technology University (Kazakhstan)

Aitmagambetov Altai Zufarovich — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Radioengineering, Electronics and Telecommunication, International Information Technology University (Kazakhstan)

Almisreb Ali Abd — PhD, Associate Professor, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mohamed Ahmed Hamada — PhD, Associate Professor, Department of Information systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Young Im Choo — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

Tadeusz Wallas — PhD, University of Dr. Litt Adam Miskevich in Poznan (Poland)

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich — PhD in Information Systems, Deputy Director for Science, Institute of Information and Computing Technologies CS MSHE RK (Kazakhstan)

Bushuyev Sergey Dmitriyevich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Удoктор технических наук, профессор, директор Ukrainian Association of Project Management UKRNET, Head of Project Management Department, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

Beloshitskaya Svetlana Vasilyevna — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

EXECUTIVE EDITOR

Eraly Diana Ruslankyzy — International Information Technology University (Kazakhstan)

«International Journal of Information and Communication Technologies»

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Information Committee No. KZ82VPY00020475, issued on 20.02.2020.

Thematic focus: information technology, digital technologies in the development of socio-economic systems, information security and communication technologies

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 100 copies.

Editorial address: 050040, Manas st. 34/1, Almaty, +7 (727) 244-51-09). E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Journal website: <https://journal.iitu.edu.kz>

© International Information Technology University JSC, 2022

© Group of authors, 2022

МАЗМҰНЫ

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАНЫ ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ БІЛІМ ИНЖЕНЕРИЯСЫ

Нұралин М.Д., Е.А. Дайнеко
Нақты уақытта автокөлік релін басқару процессін тану.....8

АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ЖЕЛІЛЕР ЖӘНЕ КИБЕРҚАУІПСІЗДІК

Бахтиярова Е.А., Онгенбаева Ж.Ж., Каримова К.М., Ерланқызы А.
Ұялы байланыс желісінің тиімділігін бағалау.....14

Ерланқызы А., Каримова К., Бахтиярова Е.А., Онгенбаева Ж.Ж.
Калман-Бюси әдісі бойынша LTE каналының энергиялық параметрлерін
бағалау.....21

ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕР

Ембердиева А.Б.
Студенттер мен ата-аналар үшін хабарландырулар жіберудің бизнес-процесін
әзірлеу.....27

Жолжанова Д. Б., Сатыбалдиева Р. Ж.
Форсайт – болашаққа көрініс.....34

Иманалиева К.Т., Ким Л. В., Алимжанова Л.М.
Компания клиентурасының ретаргетинг процестерін зерттеу.....41

Мұрат Р.Қ., O.L. Danchenko
Жабдықтарды түгендеудің ақпараттық жүйесін зерттеу және әзірлеу.....48

Пащенко Г.Н., Мухамеджанова А.Т.
Математикалық үлгінің қолдануымен қашықтықты оқыту әдісінің
сапасын бағалау.....58

Рахметұлаева С.Б., Құлбаева А.К.
Шешім ағаштарын және электрондық медициналық жазбаларды талдауды
қолдана отырып, ауруларды симптоматикалық бағалау.....66

Шаяхметов Д.Б., Амиргалиев Е.Н.
Көлік логистикасы жүйелері мен модельдерін оңтайландыру.....74

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ

Нуралин М.Д., Е.А. Дайнеко

Распознавание взаимодействия объектов в режиме реального времени.....8

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Бахтиярова Е.А., Онгенбаева Ж.Ж., Каримова К.М., Ерланкызы А.

Оценка эффективности сети сотовой связи.....14

Ерланкызы А., Каримова К., Бахтиярова Е.А., Онгенбаева Ж.Ж.

Оценка энергетических параметров канала LTE методом Калмана-Бьюси.....21

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Ембердиева А.Б.

Разработка бизнес-процесса для рассылки оповещений студентам и родителям.....27

Жолжанова Д.Б., Сатыбалдиева Р.Ж.

Форсайт как видение будущего.....34

Иманалиева К.Т., Ким Л.В., Алимжанова Л.М.

Исследование процессов ретаргетинга клиентуры компании.....41

Мурат Р.К., O.L. Danchenko

Разработка и исследование информационной системы для инвентаризации оборудования.....48

Пашенко Г.Н., Мухамеджанова А.Т.

Оценка качества дистанционного обучения с применением математической модели.....58

Рахметулаева С.Б., Кулбаева А.К.

Симптоматическая оценка заболеваний с использованием деревьев решений и анализа электронных медицинских записей.....66

Шаяхметов Д.Б., Амиргалиев Е.Н.

Оптимизации систем и модели транспортной логистики.....74

CONTENTS

SOFTWARE DEVELOPMENT AND KNOWLEDGE ENGINEERING

Nuralin M.D., Y.A. Daineko

The real time hand and object interaction recognition: the 3-scoped steering wheel example.....8

INFORMATION AND COMMUNICATION NETWORKS AND CYBERSECURITY

Bakhtiyarova Ye.A., Ongenbaeva Zh.Zh., Karimova K.M., Yerlankyzy A.

Evaluation of the Effectiveness of the Cellular Network.....14

Yerlankyzy A., Karimova K., Bakhtiyarova Y.A., Ongenbayeva Zh.Zh.

Estimation of the Energy Parameters of LTE channel by the Kalman-Bucyy Method.....21

SMART SYSTEMS

Yemberdiyeva A.B.

Development of a Business Process for Sending Notifications for Students and Parents.....27

Zholzhanova D.B., Satybaldiyeva R.Zh.

Foresight as a Vision of the Future.....34

Alimzhanova L.M., Imanaliyeva K.T.

Research of the Retargeting Processes of the Company's Clients.....41

Murat R.K., O.L. Danchenko

Development and research of an information system for the equipment inventory.....48

Pachshenko G.N., Mukhamejanova A.

Estimation of the quality of distance learning with the application of the mathematical mode.....58

Rakhmetulayeva S.B., Kulbayeva A.K.

Symptomatic assessment of diseases using decision trees and analysis of electronic medical records.....66

Shayakhmetov D.B., Amirgaliyev E.N.

Optimization of systems and models of transport logistics.....74

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 3. Is. 1. Number 9 (2022). Pp. 21–26

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.9.1.003>

ESTIMATION OF THE ENERGY PARAMETERS OF LTE CHANNEL BY THE KALMAN-BUCYY METHOD

A. Yerlankyzy, K. Karimova, Y.A. Bakhtiyarova, Zh.Zh. Ongenbayeva*

Yerlankyzy Ainur — Master student, the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University;

Karimova Kamila — Master student, the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University;

Bakhtiyarova Elena Azhibekovna — Ph.D., Associate Professor of the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University;

Ongenbayeva Zhadyra Zhumabekovna — Associate Professor of the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University.

© A. Yerlankyzy, K. Karimova, Y.A. Bakhtiyarova, Zh.Zh. Ongenbayeva, 2022

Abstract. This article presents the Kalman-Bucy method for estimating the LTE channel parameters. An analysis was also carried out using the average value of SINR. Methods for recursive estimation of parameters are proposed. Proceeding from this, the estimation of instantaneous and random processes is considered.

Keywords: Channel estimation, Kalman-Bucy method, signal-to-noise ratio (SINR), recursive method, instantaneous value

For citation: A. Yerlankyzy, K. Karimova, Y.A. Bakhtiyarova, Zh.Zh. Ongenbayeva. Estimation of the energy parameters of lte channel by the kalman-bucyy method // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2022. Vol. 3. Is. 1. Number 9. Pp. 21–26 (In Russ.). DOI: [10.54309/IJICT.2022.9.1.003](https://doi.org/10.54309/IJICT.2022.9.1.003).

КАЛМАН-БЮСИ ӘДІСІ БОЙЫНША LTE КАНАЛЫНЫҢ ЭНЕРГИЯЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН БАҒАЛАУ

A. Ерланкызы, К. Каримова, Е.А. Бахтиярова, Ж.Ж. Онгенбаева*

Ерланкызы Айнұр — Ақпараттық технологиялар университеті «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасының магистранты;

Каримова Камила — Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасының магистранты;

Бахтиярова Елена Әжібекқызы — п.ғ.д., м.а доцент, проф. Ақпараттық технологиялар университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасы;



Онгенбаева Жадыра Жұмабекқызы — Ақпараттық технологиялар университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасының доценті.

© А. Ерланқызы, К. Каримова, Е.А. Бахтиярова, Ж.Ж. Онгенбаева, 2022

Аннотация. Бұл мақалада LTE арнасының параметрлерін бағалаудың Калман-Бьюси әдісі берілген. Сондай-ақ SINR орташа мәнін пайдаланып талдау жүргізілді. Параметрлерді рекурсивті бағалау әдістері ұсынылған. Осының негізінде лездік және кездейсоқ процестерді бағалау қарастырылады.

Түйін сөздер: Арна параметрлерін бағалау, Калман-Бьюси әдісі, сигнал-шуыл қатынасы (SINR), рекурсивті әдіс, лездік мән

Дәйексөз үшін: А. Ерланқызы, К. Каримова, Е.А. Бахтиярова, Ж.Ж. Онгенбаева. Калман-бюси әдісі бойынша lte каналының энергиялық параметрлерін бағалау // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2022. Том. 3. Is. 1. Нөмірі 9. 21-26 бет (орыс тілінде). DOI: 10.54309/IJICT.2022.9.1.003.

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА LTE МЕТОДОМ КАЛМАНА-БЬЮСИ

А. Ерланқызы, К. Каримова, Е.А. Бахтиярова, Ж.Ж. Онгенбаева*

Ерланқызы Айнур — магистрант кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации» Международного университета информационных технологий;

Каримова Камила — магистрант кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации» Международного университета информационных технологий;

Бахтиярова Елена Ажибековна — к.т.н., и.о. ассоц., проф. кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации» Международного университета информационных технологий;

Онгенбаева Жадыра Жумабековна — сениор-лектор кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации» Международного университета информационных технологий.

© А. Ерланқызы, К. Каримова, Е.А. Бахтиярова, Ж.Ж. Онгенбаева, 2022

Аннотация. В данной статье представлен метод Калмана-Бьюси для оценки параметров канала LTE. Также проведен анализ применив среднее значение ОСПШ. Предложены методы рекурсивного оценивание параметров. Исходя из этого рассматривается оценивание мгновенных и случайных процессов.

Ключевые слова: Оценка параметров канала, метод Калмана-Бьюси, отношение сигнала и помехи шум (ОСПШ), рекурсивный метод, мгновенные значение

Для цитирования: А. Ерланқызы, К. Каримова, Е.А. Бахтиярова, Ж.Ж. Онгенбаева. Оценка энергетических параметров канала lte методом калмана-бьюси // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2022. Том. 3. Is. 1. Номер 9. Стр. 21-26 (на русском языке). DOI: 10.54309/IJICT.2022.9.1.003.



Введение

Основные характеристики параметров каналов сети LTE представляют собой случайные процессы. Однако, многие из процессов можно считать эргодическими, что позволяет применять математический аппарат теории вероятностей для случайных величин. В этом случае оказывается возможным обойтись двумя основными оценками: выборочным средним m и выборочной дисперсией 2 . LTE, основанная на многомерном фильтре Калмана-Бьюси. Данная процедура в отличие от существующей процедуры, используемой в LTE, позволяет оценивать не средние значения параметров каналов, а производит оценку в реальном масштабе времени и позволяет учитывать статистическую связь между смежными каналами. Данный результат даст возможность сократить время оценивания и повысить качество оценки.

Получаемые выборочные оценки статистических параметров могут далее использоваться для задач управления и принятия решений. Однако, для автоматических систем выборочные оценки не очень удобны из-за того, что для ее получения необходимо затратить определенный интервал времени $T = k\Delta t$. Это приводит к дополнительным задержкам. Уменьшение же интервала T приведет к потере точности оценки, поскольку эти оценки требуют большого объема выборочных данных N и строго выполняются лишь на ∞ . Более конструктивным типом оценок являются рекурсивные процедуры оценивания, которые дают текущую оценку процессу $h(t)$, а при оценке случайной величины рекуррентная процедура асимптотически стремится к истинному значению. Рассмотрим более подробно рекурсивные методы оценки.

Материалы и методы

Для оценки случайных процессов Калманом и Бьюси разработана достаточно эффективная оптимальная в гауссовом и линейном приближениях процедура, получившая название «фильтра Калмана-Бьюси». В основе этой процедуры лежит математическая модель в виде уравнения состояния, и уравнения наблюдения. Сама же процедура оценки $h(k) \hat{p}$

$$\hat{h}(k) = F \cdot \hat{h}(k-1) + K(k)[y(k) - H \cdot F \cdot \hat{h}(k-1)], \quad (1)$$

где $K(k)$ – матрица, обеспечивающая устойчивость и оптимальную скорость сходимости алгоритма к установившемуся состоянию. Она определяет основную специфику сходимости алгоритма (Тагвай и тдр., 2018). Данная матрица в фильтре Калмана-Бьюси подлежит рекурсивному вычислению на каждом шаге согласно алгоритму:

$$K(k+1) = P(k)H^T N_n^{-1}, \quad (2)$$

На рисунке 1 представлена структурная схема алгоритма оценки (1). Ранее метод случайных процессов был исследован в работе Ю.Ю. Коляденко, А.М. Алали. Но его можно применить для энергетических параметров канала.

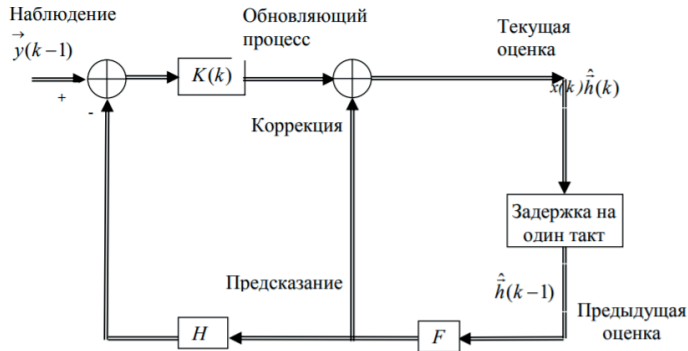


Рисунок 1 – «Структурная схема дискретного алгоритма оценки фильтра Калмана-Бьюси»

Параметры каналов в общем случае представляют собой случайные процессы. И оценивать параметры целесообразнее не на основании средних значений, а оценивать мгновенные значения процесса. Для оценки мгновенных значений ОСПШ разработана двумерная процедура Калмана-Бьюси (Новиков, 2012: 62–64). Задача анализа предполагает наличие модели наблюдения, модели процедуры оценки и модели процедуры обработки результатов анализа. Данные модели показаны на рисунке 2.

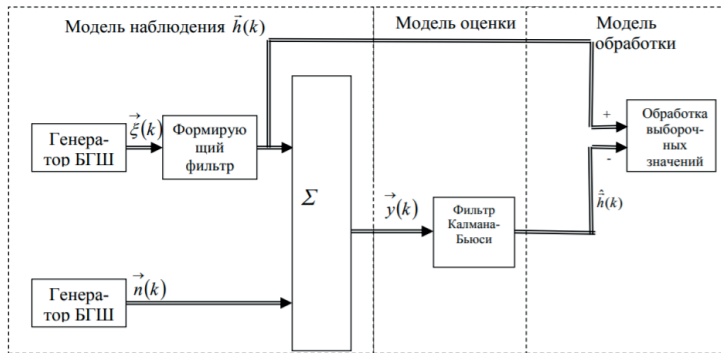


Рисунок 2 – «Структурная схема машинного эксперимента»

Для убедительности в том, что, получаемые оценки $\hat{h}(k)$ адекватно отображаются в результате рекурсивных процедур, получим метод анализа выборочного массива, в котором соответствующие статистики сравниваются с расчетными. Для этого в результате сравнения полученной оценки процесса $\hat{h}(k)$ и сформированного процесса $h(k)$ → получаем выборочные апостериорные значения дисперсии ошибки оценки $P(k)$. На основе оценок $\hat{h}(k)$ выборочных значений процесса $h(k)$ →, формируется массив ошибок оценки $\hat{err}(k) = h(k) - \hat{h}(k)$. Разность $\hat{err}(k)$ используется для получения выборочной апостериорной дисперсии ошибки оценки $\hat{P}(k) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n \hat{err}(k)^2$, где n - объем выборки (Алали, 2015).

В связи с тем, что наблюдения производятся на фоне шумов наблюдения необходимо проведение анализа качества оценок в зависимости от отношения мощности измеряемого процесса P_{np} от мощности шумов наблюдения $P_{ш}$ (Алали, 2014):

$$q = 10 \cdot \lg \left(\frac{P_{np}}{P_{ш}} \right). \quad (3)$$

Анализ качества получаемых оценок ОСПШ проведен с помощью относительной апостериорной дисперсии ошибки оценки P_{pp} в условиях установившегося режима фильтра, когда $k \rightarrow \infty$ а относительная апостериорная дисперсия ошибки оценки становится постоянной. Построены зависимости относительной апостериорной дисперсии ошибки оценки от q в канале наблюдения при значениях интервала корреляции $\text{кор } \tau = 1$ что характерно для быстрых изменений канала и $\text{кор } \tau = 20$, что характерно для медленных изменений канала. На рисунке 3 представлены данные зависимости. Нижняя кривая соответствует апостериорной дисперсии при интервале корреляции $\text{кор } \tau = 20$, а верхняя кривая - при $\text{кор } \tau = 1$

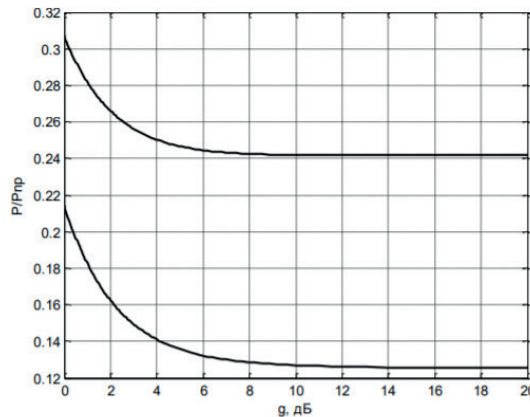


Рисунок 3 – «Зависимость относительной апостериорной дисперсии ошибки оценки от q »

Из полученных графиков на рисунке 3 видно, что значения относительной апостериорной дисперсии ошибки оценки больше при меньшем значении интервала корреляции (при быстрых изменениях канала). Так же из полученных графиков можно сделать вывод о том, что при малых значениях $q = 0$ дБ относительная апостериорная дисперсии ошибки оценки является достаточно большой и составляет 0,3 для быстрых изменений параметров канала и 0,217 для медленных изменений. При увеличении q относительная апостериорная дисперсии ошибки оценки вначале резко снижается, затем снижение замедляется, и при достижении $q = 10$ дБ относительная апостериорная дисперсии ошибки оценки является достаточно большой и составляет 0,24 для быстрых изменений параметров канала и 0,12 для медленных изменений. При увеличении q относительная апостериорная дисперсии ошибки оценки вначале резко снижается, затем снижение замедляется,

и при достижении $q = \text{дБ}$ практически относительная апостериорная дисперсии ошибки оценки не изменяется.

Заключение

Практическое применение многомерной рекурсивной процедуры оценки Калмана-Бьюси в отличие от традиционных одномерных оценок, и оценок, основанных на выборочных статистиках, позволяет получать более точные результаты и синтезировать управляющее воздействие режима функционирования в реальном масштабе времени. Анализ многомерной процедуры Калмана-Бьюси с учетом статистической связи дает выигрыш по точности оценивания больше, чем в 10 раз и этот выигрыш увеличивается с увеличением отношения сигнал/шум.

ЛИТЕРАТУРЫ

Алали А.М. (2015). Метод оценки измеряемых параметров состояния каналов сети LTE/ Алали А.М./ Материалы 19-го Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке» Харьков, 20–22 апреля 2015. — 27–28 с.

Алали А.М. (2014). Влияние задержки в канале управления сети LTE/ Алали А.М./ Материалы 18-го Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке» Харьков, 14–16 апреля 2014. — 9–10 с.

Новиков И.О. (2012). Анализ точности оценки измеряемых параметров в задачах управления сетевыми элементами LTE сети / И.О. Новиков // Тезисы доклада 67-й научно-технической конференции Одесской национальной академии связи им. А.С. Попова. – 2012. – Том 2. — 62–64 с.

Тагваи А., Де Вильес Дж., Мехта П.Г., Райх С. (2018). Фильтр Калмана и его современные расширения для задачи нелинейной фильтрации с непрерывным временем, Журнал динамических систем, измерений и контроля, Сделки ASME (2018 г.).

REFERENCES

Alali A.M. (2015). Method for assessing the measured parameters of the state of the channels of the LTE network / Alali A.M. / Materials of the 19th International Youth Forum “Radioelectronics and Youth in the 21st Century” Kharkov, April 20–22, 2015. — Pp. 27–28.

Alali A.M. (2014). Influence of delay in the control channel of the LTE network / Alali A.M. / Materials of the 18th International Youth Forum “Radioelectronics and Youth in the 21st Century” Kharkov, April 14–16, 2014. — Pp. 9–10.

Novikov I.O. (2012). Analysis of the accuracy of estimating the measured parameters in the problems of controlling the network elements of the LTE network / I.O. Novikov // Abstracts of the report of the 67th scientific and technical conference of the Odessa National Academy of Communications. A.S. Popov. — 2012. — Volume 2. — Pp. 62–64.

Tagvai A., De Villes J., Mehta P. G., Reich S. (2018). Kalman filter and its modern extensions for continuous time nonlinear filtering problem, Journal of Dynamical Systems, Measurement and Control, ASME Transactions (2018).

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

<https://journal.iitu.edu.kz>

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан, Алматы)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Ералы Диана Русланқызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Жадыранова Гульнур Даутбековна

Подписано в печать 15.03.2022.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 7,0 п.л. Тираж 100
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.