

DOI: 10.18469/ikt.2023.21.3.11

Dukalskaya Irina Vladimirovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 77, Moskovskoe shosse, Samara, 443090, Russian Federation; Associate Professor of Foreign Languages Department, PhD in Philology. Tel. +7 927 204-77-93. E-mail: i.dukalskaya@psuti.ru

Kirgizov Andrey Gennadievich, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 77, Moskovskoe shosse, Samara, 443090, Russian Federation; Student of Software Engineering Department. Tel. +7 932 861-85-21. E-mail: kirgizoffand@yandex.ru

References

1. Peters P. *The Cambridge Dictionary of English Grammar*. Cambridge: Cambridge University, 2004, 512 p.
2. Adams M. *Slang: The People's Poetry*. Oxford: Oxford University, 2009, 240 p.
3. Joshi M. *Abbreviations in English*. North Charleston: Independently published, 2019, 120 p.
4. 79 Incredible English Slang Words to Help you Understand Native Speakers. URL: <https://storylearning.com/blog/english-slang-words> (accessed: 20.11.23).
5. Slang Words: List of 100 Common Slang Words & Phrases you Need to Know! URL: <https://eslforums.com/slang-words/> (accessed: 20.11.23).
6. Re – Regular Expression Operations. URL: <https://docs.python.org/3/library/re.html> (accessed: 20.11.23).
7. Add YouTube functionality to your app. URL: <https://developers.google.com/youtube/v3?hl=ru> (accessed: 22.11.23) (In Russ).
8. NLTK Documentation. Natural Language Toolkit. URL: <https://www.nltk.org> (accessed: 22.11.23).
9. CSV File Reading and Writing. URL: <https://docs.python.org/3/library/csv.html> (accessed: 23.11.23).
10. How to Learn Big Data. URL: <https://www.mltut.com/how-to-learn-big-data-step-by-step/> (accessed: 24.11.23).

Received 15.01.2024

ТЕХНОЛОГИИ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОВЕЩАНИЯ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

УДК 004.722.45

ИНТЕГРИРОВАННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СЕТЬ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАРШРУТИЗИРУЕМОЙ МЕЖСПУТНИКОВОЙ СЕТИ

Кустов Н.Д.

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева,

Красноярск, РФ

E-mail: kustovnd@sibsau.ru

В работе приведены первые результаты, полученные при моделировании маршрутизируемой межспутниковой сети на основе входных данных космической миссии ReshUCube-3. В рамках миссии планируется запуск группировки из четырех малых космических аппаратов типа CubeSat. Для обеспечения концепции интегрированной космической сети на физическом уровне планируется использование технологии LoRa, а в качестве протокола маршрутизации на сетевом уровне – Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks. Модель учитывает орбитальные параметры спутниковой группировки, конфигурацию антенных систем космических аппаратов и наземной станции, параметры приемо-передающих радиомодулей. На основе данных параметров проведен анализ межспутниковых каналов связи. Определены максимальная достигаемая дистанция между спутниками, энергетика каналов, среднесуточное время покрытия с учетом существующих маршрутов и т.д. Планируется, что предложенная модель послужит основой в процессе проектирования и эксплуатации межспутниковой сети.

Ключевые слова: *интегрированная космическая сеть, межспутниковая связь, ReshUCube, CubeSat, LoRa, Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks*

Введение

В настоящее время приоритетным направлением развития миссий малых космических аппаратов (МКА) является формирование низкоорбитальных группировок, выполняющих функций связи. Как правило, такие группировки должны обеспечивать глобальное покрытие и сервисы передачи данных космос-Земля через наземные базовые станции (НС). Перспективными проектами в России, представляющими такую концепцию, на текущий момент, являются: глобальная низкоорбитальная многоспутниковая система передачи данных «Марафон IoT» [1], а также низкоорбитальная спутниковая группировка связи от «Бюро 1440» [2].

Следующим закономерным этапом развития подобных систем, сопряженным с внедрением радиосистем 5G и 6G, представляется обеспечение непосредственного маршрутизируемого межспутникового взаимодействия внутри группировки [3; 4].

В свою очередь, СибГУ им. М.Ф. Решетнева ведет активную деятельность по разработке и эксплуатации МКА в рамках проекта «Space-π». На сегодняшний день запущены и успешно эксплуатируются два МКА типа CubeSat: ReshUCube-1 [5] и ReshUCube-2. А в 2024 году планируется одновременный запуск группировки МКА, состоящей из одного аппарата формата 3U и трех аппаратов формата 1U. Основной целью планируемой миссии является отработка технологии интегрированной космической сети: сетевых функций на линиях космос-Земля и космос-космос (межспутник).

Ранее были описаны архитектурные и технические решения, принятые в рамках миссии аппарата-демонстратора ReshUCube-2 [3]. В общем смысле, был предложен сетевой стек, основанный на технологиях LoRa (Long Range), стандартах 6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks) и TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), который, в перспективе, позволит организовать маршрутизируемую IPv6 сеть с использованием, к примеру, протокола RPL (Routing Protocol for Low-Power and Lossy Networks). Планируется, что данные решения лягут в основу предложенной технологии и будущей космической миссии ReshUCube-3.

Целью данной работы является демонстрация первых результатов, полученных в рамках имитационного моделирования системы межспутниковой связи с учетом орбитальных параметров и параметров каналов связи, приближенных к исходным данным планируемой космической миссии ReshUCube-3.

Постановка задач моделирования

Ключевыми задачами работы являются:

- определение максимальной дистанции между МКА и наземной станцией (центром управления полетами, ЦУП);

- определение максимальной дистанции между МКА, на которой возможно поддержание непрерывного канала связи;

- определение среднесуточной продолжительности сеансов связи (активности канала связи) между отдельным МКА и НС;

- определение среднесуточной продолжительности сеансов связи между группировкой МКА и НС с учетом всех возможных маршрутов с промежуточными узлами-МКА в зависимости от межспутниковой дистанции.

Глобальной задачей при этом является верификация модели. В том случае, если модель является репрезентативной, дальнейшие результаты моделирования могут быть использованы в процессе проектирования и эксплуатации группировки, а также смежных задачах.

Входные данные

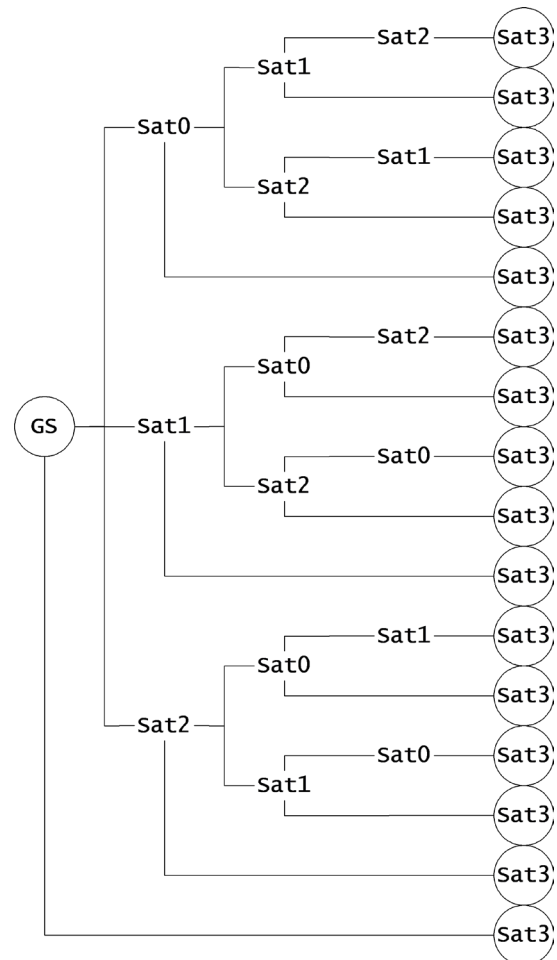


Рисунок 1. Моделируемые маршруты

Достоверно определить орбитальные параметры спутниковой группировки до момента запуска не представляется возможным. Точными параметрами орбиты, коэффициентами ускорения, торможения и т.д., в данном рассмотрении, можно пренебречь. В связи с этим, за основу были взяты параметры TLE (Two-Line Element set) четырех уже запущенных аппаратов «СтратоСат ТК-1-А», «СтратоСат ТК-1-Б», «СтратоСат ТК-1-В» и «СтратоСат ТК-1-Г». 11 июля 2023 г. данные спутники одновременно вышли из транспортного контейнера на орбите, что наиболее близко отражает принцип разделения, планируемый в рамках миссии ReshUCube-3.

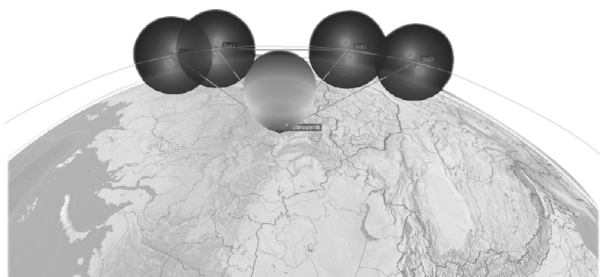


Рисунок 2. Визуальная симуляция

Расположение ЦУП было задано следующими координатами: 56.0121° с.ш., 92.97465° в.д. (что соответствует расположению ЦУП СибГУ им. М.Ф. Решетнева).

В качестве антенной системы каждого из четырех моделей МКА определена модель дипольной антенны, рассчитанной на 435 МГц. Подобная система предусмотрена антенным модулем, который был разработан для аппаратов миссии ReshUCube-3.

В качестве приемно-передающей системы модели ЦУП определена модель Гауссовской антенны с диаметром 0,5 м и коэффициентом эффективности диафрагмы 0,65. Модель похожа на параболическую антенну с погрешностью около -6 дБ относительно точки обзора.

Параметры приемников и передатчиков заданы на основе значений, приведенных в работах [7; 8], а также исходных данных планируемой миссии (часть из которых приведена в работе [6]). Отметим также, что приведенные параметры заданы пессимистично.

Так, для приемников МКА установлены следующие параметры: системные потери – 5 дБ; потери перед приемником – 3 дБ; отношение коэффициента усиления антенны к температуре шума – 25 дБ/К; минимальное отношение энергии сигнала на бит к энергетической спектральной плотности шума – 6,5 дБ.

Для приемника ЦУП: системные потери – 5 дБ; потери перед приемником – 3 дБ; отношение коэффициента усиления антенны к температуре шума – 20 дБ/К; минимальное отношение энергии сигнала на бит к энергетической спектральной

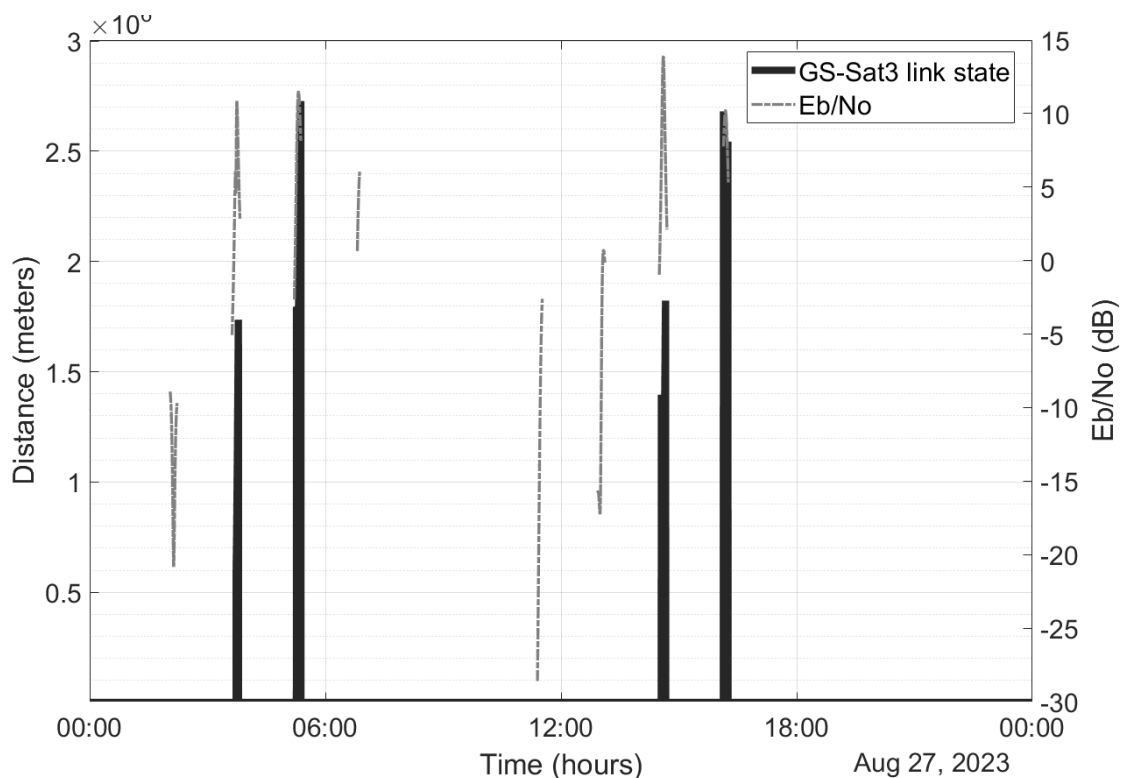


Рисунок 3. Дистанция между Sat3 и GS по отношению к E_b/N_0

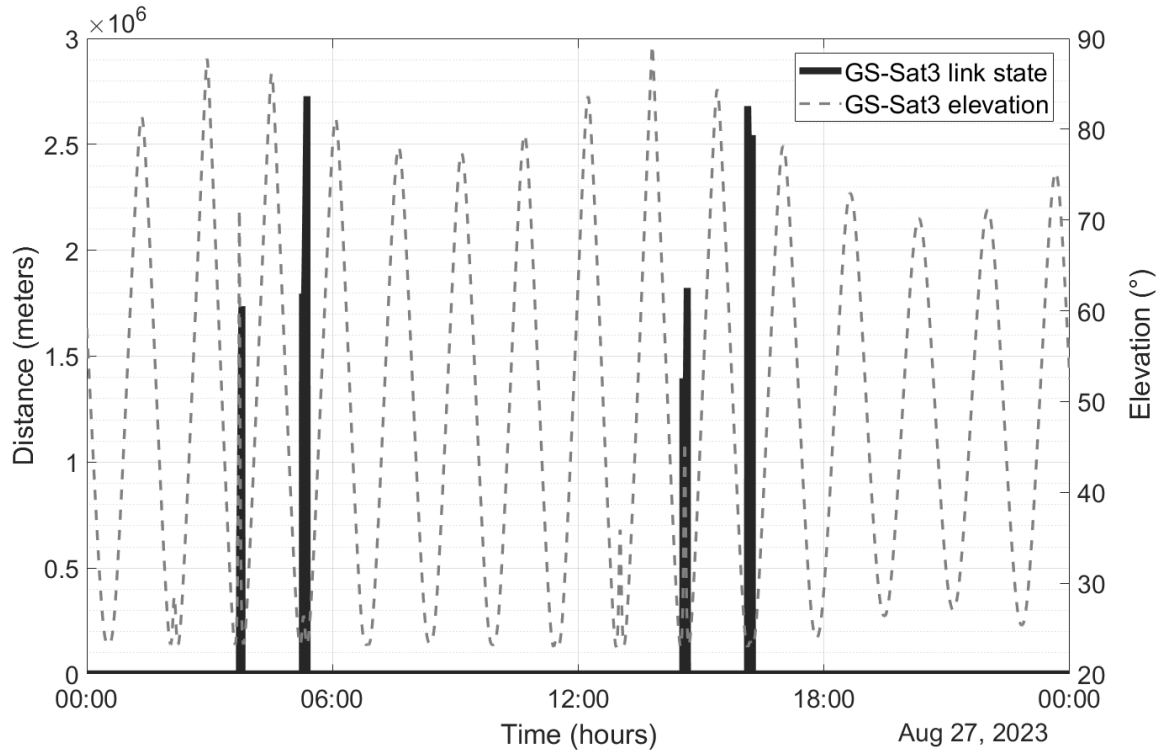


Рисунок 4. Дистанция между Sat3 и GS по отношению к углу возвышения

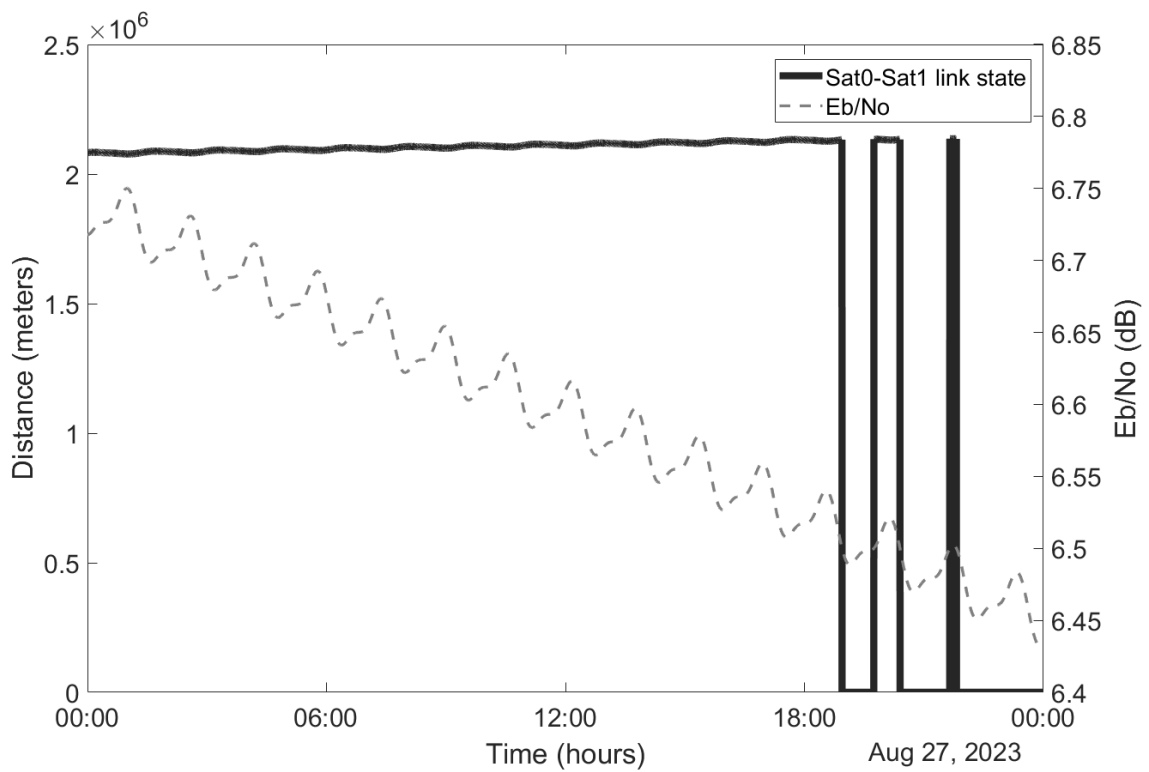


Рисунок 5. Дистанция между Sat₀ и Sat₁ по отношению к E_b/N_0

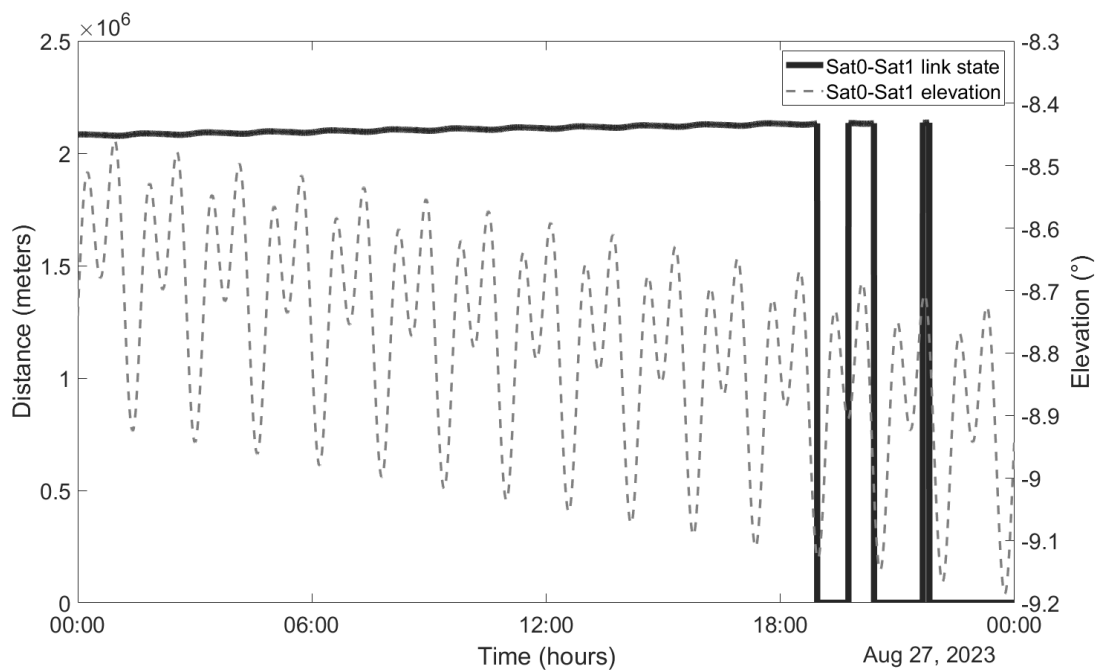


Рисунок 6. Дистанция между Sat0 и Sat1 по отношению к углу возвышения

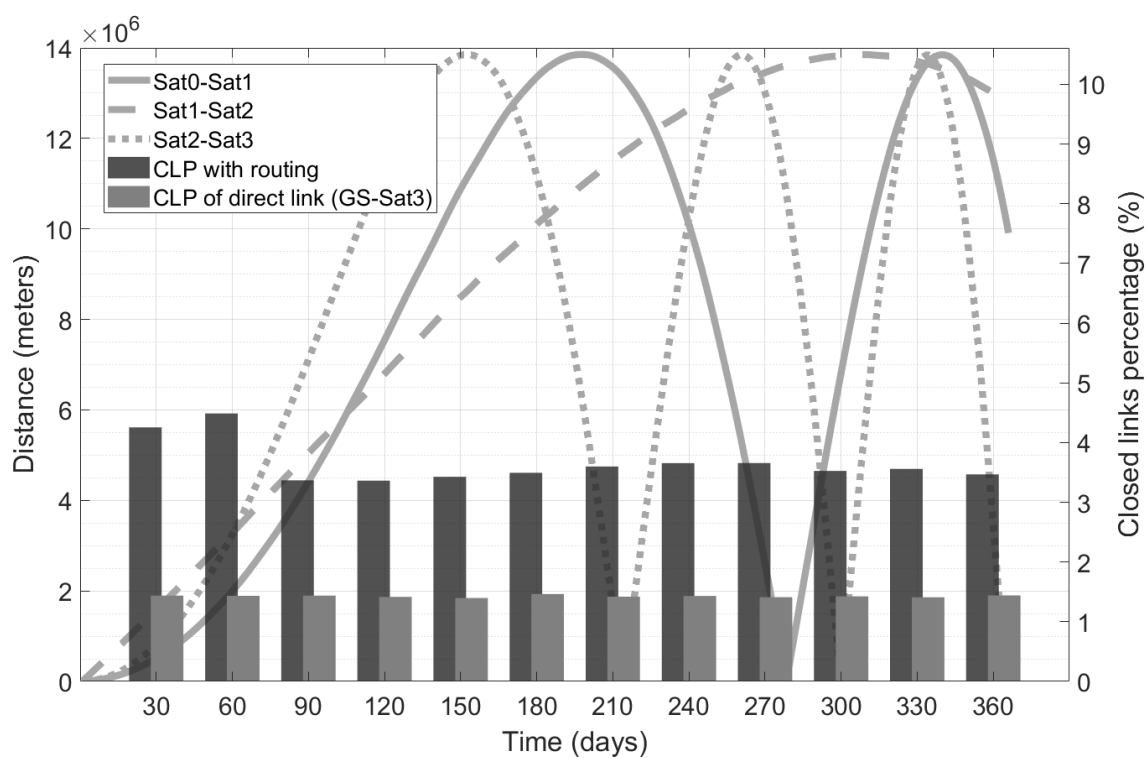


Рисунок 7. Процент активного использования каналов в зависимости от межспутниковой дистанции

ной плотности шума – 6,5 дБ.

Для передатчиков МКА: системные потери – 5 дБ; частота – 435 МГц; битрейт – 5,47 кбит/с; мощность – 0 дБВт.

Для передатчика ЦУП: системные потери – 5 дБ; частота – 435 МГц; битрейт – 5,47 кбит/с; мощность – 10 дБВт.

Важно отметить, что МКА ориентированы в надир для получения оптимального позиционирования диаграммы направленности антенной системы.

Как было упомянуто ранее, некоторые виды моделирования включают в себя моделирование маршрутов. Под «маршрутом», в данном случае, подразумевается прямой канал связи между НС (Ground Station, GS) и целевым узлом (Satellite 3, Sat3) или составной – через промежуточные узлы (Satellite 0-3, Sat0-3). Маршрут считается действительным, если каждый из составных каналов удовлетворяет условию моделируемой радиовидимости. Все возможные вариации маршрутов показаны на рисунке 1.

Результаты моделирования

Первым важным результатом имитационного моделирования является динамическая визуальная симуляция, представленная на рисунке 2. Здесь, в зависимости от текущего модельного времени, можно наблюдать траекторию орбиты МКА, диаграммы направленности антенных систем МКА и ЦУП и отображение каналов связи в случае соблюдения условия радиовидимости. Все это позволяет дать визуальную оценку релевантности модели.

Переходя к основным задачам моделирования, приведем результаты суточного моделирования канала связи между Sat3 и GS.

На рисунке 3 представлен график дистанции между Sat3 и GS в периоды времени, когда канал между ними активен, а также сопутствующие значения энергии сигнала на бит к энергетической спектральной плотности шума (E_b/N_0). Можно заметить, что канал активен только в тот момент, когда значение E_b/N_0 превышает пороговое (6,5 дБ). При этом значение максимальной достигнутой дистанции составило 2 727 290 м.

На рисунке 4 представлен тот же график дистанции, но по отношению к углу возвышения между Sat3 и GS. Стоит отметить, что значение угла принимает абсолютные значения: за сутки угол принимает пиковые значения 15 раз, половину из которых Sat3 находится на обратной стороне Земли. Также наблюдаются случаи, когда Sat3 и GS находятся в зоне прямой радиовидимости под острыми углами, однако энергетики

сигнала недостаточно для того, чтобы образовать действительный канал связи.

Следующим этапом моделирования является определение максимальной дистанции между Sat0 и Sat1 в момент времени, когда канал между ними прерывается.

На рисунке 5 представлен график дистанции между Sat0 и Sat1, а также значение E_b/N_0 (по аналогии с рисунком 3). Значение максимальной достигнутой дистанции до прерывания канала составило 2 132 929 м. Значение E_b/N_0 при этом убывает линейно по отношению к увеличению межспутниковой дистанции.

На рисунке 6 представлен тот же график дистанции, но по отношению к углу возвышения между Sat0 и Sat1 (по аналогии с рисунком 4). Аналогичным образом наблюдается линейная зависимость между дистанцией и углом.

Финальным этапом моделирования, в текущем рассмотрении, является определение процента активного использования каналов (среднесуточной продолжительности сеансов связи) в случае прямого канала между Sat3 и GS, а также в случае использования всех описанных ранее маршрутов.

Для того, чтобы определить влияние межспутниковой дистанции на эффективность использования каналов, было рассчитано 365 дней модельного времени. За это время МКА несколько раз «разлетаются» и «сближаются» в случае, если отсутствуют активные механизмы удержания в группировке.

Кроме того, было взято 12 месячных отсчетов, которые показывают процент активности канала от общего времени моделирования. Эти отсчеты были взяты для случая, когда используются все возможные маршруты, а также случая с единственным прямым маршрутом Sat3-GS. Результат моделирования приведен на рисунке 7.

Моделирование показало, что в случае с прямым маршрутом процент активности канала в месяц остается близок к среднему значению 1,4267% в течение года, что составляет, в среднем, около 20 мин/сутки.

В случае же, когда рассматриваются все возможные маршруты, процент активности зависит от межспутникового расстояния. Среднее значение в год составляет 3,6551% (т.е. около 52 мин/сутки). Пиковое же значение достигается тогда, когда межспутниковое расстояние близко к максимальному (около 2000 км) и составляет 4,4883% (около 64 мин/сутки).

Заключение

В рамках работы была разработана модель межспутниковой сети, основанная на входных данных планируемой миссии ReshUCube-3. Ключевые результаты моделирования: определение максимальной дистанции космос-космос и космос-Земля, а также эффективности покрытия с учетом активных маршрутов.

Стоит отметить, что некоторые результаты моделирования сопоставимы с объективными показателями, полученными в рамках активных миссий со схожей спецификой (например, [9; 10]). Тем не менее, миссия ReshUCube-3 послужит инструментом для предметной верификации и уточнения модели.

Предложенная модель может быть полезна при проектировании антенных систем и приемопередаточных систем МКА и НС, отладки протоколов маршрутизации и других сетевых функций, а также в сопутствующих задачах управления группировкой и др. На этапе эксплуатации уточненная модель может служить в качестве цифрового двойника для реальной системы.

В будущих работах планируется провести более подробную оценку влияния переменных параметров, эффекта Доплера, задержек распространения и т.д. На следующем этапе планируется ввести детализацию модели в разрезе физических технологий передачи (модуляции, кодирования и др.), а также используемых сетевых протоколов и технологий.

Литература

1. Ань Н.Д., Ершов А. Система «Марафон IoT» и новый рынок спутникового IoT // Технологии и средства связи. 2021. № S1. С. 75–80.
2. Ходаков А.М. Обзор состояния и перспектив развития частных российских космических компаний // Финансово-экономическая аналитика в системе управления современными социально-экономическими процессами: материалы Международной научно-практической конференции. Самара: САМАРАМА, 2023. С. 168–171.
3. Space-air-ground integrated network: a survey / J. Liu [et al.] // IEEE Communications Surveys and Tutorials. 2018. Vol. 20, no. 4. P. 2714–2741.

DOI: 10.1109/COMST.2018.2841996

4. Space-air-ground integrated network (SAGIN) for 6G: requirements, architecture and challenges / H. Cui [et al.] // China Communications. 2022. Vol. 19, no. 2. P. 90–108. DOI: 10.23919/JCC.2022.02.008
5. Предварительные результаты космической миссии ReshUCube-1 / В.Х. Ханов [и др.] // Решетневские чтения: материалы XXVI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Красноярск, 2022. С. 452–454.
6. Кустов Н.Д., Евдокимов К.С., Шахматов А.В. Интегрированная космическая сеть: обоснование архитектурных и технических решений космической миссии ReshUCube-2 // Сибирский аэрокосмический журнал. 2023. Т. 24, № 2. С. 260–272. DOI 10.31772/2712-8970-2023-24-2-260-272
7. Нгуен Д.А. Оценка энергетики абонентских радиолиний и информационной емкости спутниковой низкоорбитальной системы интернета вещей // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2021. Т. 15, № 11. С. 32–39. DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-11-18-31
8. Шорин О.А., Бокк Г.О., Щепнов С.Г. Сравнение эффективности модуляции с расширением спектра сети Lora и традиционной техники дискретной фазовой модуляции. Часть 1 // Экономика и качество систем связи. 2023. № 3 (29). С. 37–53.
9. First flight-testing of LORA modulation in satellite radio communications in Low-Earth orbit / A. Zadorozhny [et al.] // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 100006–100023. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3207762
10. NORBY cubesat nanosatellite: design challenges and the first flight data / V.Y. Prokopyev [et al.] // Journal of Physics: Conference Series: 16. Novosibirsk, 2021. P. 012–038. DOI: 10.1088/1742-6596/1867/1/012038.

Получено 11.12.2023

Кустов Никита Дмитриевич, ассистент кафедры безопасности информационных технологий Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. 660037, Российская Федерация, г. Красноярск, проспект им. газеты «Красноярский рабочий», 31. Тел. +7 902 222-82-07. E-mail: kustovnd@sibsau.ru

SPACE INTEGRATED NETWORK: ROUTED INTER-SATELLITE NETWORK PRIMARY MODELING RESULTS

Kustov N.D.

*Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation
E-mail: kustovnd@sibsau.ru*

The paper presents the first results obtained by modeling a routed inter-satellite network based on the parameters of the ReshUCube-3 space mission. ReshUCube-3 is a mission in which it is planned to launch a satellite constellation of four CubeSats. A network stack was proposed to provide the concept of a space integrated network. It is planned to use LoRa technology on the physical layer, and RPL as a routing protocol on the network layer. The model takes into account the orbital parameters of the satellite constellation, the antenna systems of spacecraft and ground station, and the parameters of radio modules. Based on this information, the analysis of inter-satellite communication channels was carried out. The maximum distance between the satellites, the energy properties of the channels, the average daily coverage time, etc. are determined. An important feature is the consideration of existing routes between satellites. It is planned that the proposed model will serve as a basis in the process of designing and operating an inter-satellite network.

Keywords: *space integrated network, inter-satellite communication, ReshUCube, CubeSat, LoRa, RPL*

DOI: 10.18469/ikt.2023.21.3.12

Kustov Nikita Dmitrievich, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, 31, Krasnoyarsky Rabochy Avenue, Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation; Assistant of Information Technology Security Department. Tel. +7 908 222-82-07. E-mail: kustovnd@sibsau.ru

References

1. Anh N.D., Ershov A. Marathon IOT system and new satellite IOT market. *Texnologii i sredstva Svyazi*, 2021, no. S1, pp. 75–80. (In Russ.)
2. Xodakov A. M. Overview of the state and prospects of development of private Russian space companies. *Finansovo-ekonomicheskaya analitika v sisteme upravleniya sovremennymi social'no-ekonomicheskimi processami: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Samara: SAMARAMA, 2023, pp. 168–171. (In Russ.)
3. Liu J. et al. Space-air-ground integrated network: a survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2018, vol. 20, no. 4, pp. 2714–2741. DOI: 10.1109/COMST.2018.2841996
4. Cui H. et al. Space-air-ground integrated network (SAGIN) for 6G: requirements, architecture and challenges. *China Communications*, 2022, vol. 19, no. 2, pp. 90–108. DOI: 10.23919/JCC.2022.02.008.
5. Xanov V.X. et al. Preliminary results of the reshucube-1 space mission. *Reshetnevskie chteniya: materialy XXVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj pamyati general'nogo konstruktora raketno-kosmicheskikh sistem akademika M. F. Reshetneva*. Krasnoyarsk, 2022, pp. 452–454. (In Russ.)
6. Kustov N.D., Evdokimov K.S., Shaxmatov A.V. Space integrated network: architectural and technical solutions justification of the reshucube-2 space mission. *Sibirskij aerokosmicheskij zhurnal*, 2023, vol. 24, no. 2, pp. 260–272. DOI 10.31772/2712-8970-2023-24-2-260-272 (In Russ.)
7. Nguyen D.A. Estimation of energy intensity of subscriber radio lines and information capacity of the leo satellite system of the internet of things. *T-Comm: telekommunikacii i transport*, 2021, vol. 15, no. 11, pp. 32–39. DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-11-18-31 (In Russ.)
8. Shorin O.A., Bokk G.O., Shhepnov S.G. Comparison of the modulation efficiency with the expansion of the LORA network spectrum and the traditional technique of discrete phase modulation. *Ekonomika i kachestvo sistem svyazi*, 2023, no. 3(29), pp. 37–53 (In Russ.)

9. Zadorozhny A. et al. first flight-testing of LORA modulation in satellite radio communications in Low-Earth orbit. *IEEE Access*, 2022, vol. 10, pp. 100006–100023. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3207762
10. Prokopyev V.Y. et al. NORBY cubesat nanosatellite: design challenges and the first flight data. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, pp. 012–038. DOI: 10.1088/1742-6596/1867/1/012038

Received 11.12.2023

УПРАВЛЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ОТРАСЛИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

УДК 004.855.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДОУСТРОЙСТВА ВЫПУСКНИКОВ

Селиванова Е.С.¹, Газизов Т.Т.^{1,3}, Долганова Н.Ф.¹, Пираков Ф.Д.²

¹Томский государственный педагогический университет, Томск, РФ

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, РФ

³Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, РФ

E-mail: slyvva@tspu.edu.ru

В современном мире технологии продолжают играть все более весомую роль во всех сферах жизни человека. Образование не является исключением и идет в ногу со временем. Одно из более перспективных направлений в этой области является использование методов машинного обучения для анализа данных о выпускниках и прогнозировании их дальнейшего трудоустройства, на основе накопленной информации об обучающихся студентах. Такая информация не только помогает определиться с будущей профессией, но и позволит учебным заведениям более эффективно координировать свою деятельность и повышать качество образования. Кроме того, использование машинного обучения в образовании может привести к созданию новых, более эффективных методов обучения, учитывающих индивидуальные особенности каждого студента. Результатом данной работы является интеллектуальная система обработки больших данных, способная адаптироваться к текущему состоянию рынка труда и помогающая выпускникам в более раннем определении в своей будущей профессии. Анализ данных проводился на выборке обучающихся Томского государственного педагогического университета 2021–2023 учебных годов.

Ключевые слова: анализ данных, трудоустройство, машинное обучение, обработка информации, искусственный интеллект, модель, прогнозирование

Введение и постановка задачи

Ценнейшим товаром на современном рынке услуг является информация о пользователе, анализ которой посредством алгоритмов машинного обучения позволяет обеспечить ее целенаправленное использование в дальнейшем. Информация о человеке, его достижениях и увлечениях считается одним из ценнейших продуктов не только на рынке рекламы, но и в образовательной среде [1; 2]. Система образования является одной из ключевых сфер жизнедеятельности любого человека и активно внедряет и использует тренды в развитии информационных технологий [3; 4]. В образовании целесообразно применять методы машинного обучения. Можно предположить, что в сфере образования возможно прогнозировать будущие места работы студентов педагогического вуза, используя данные выпускников

[5; 6]. Это позволит выявить траекторию профессиональной подготовки молодых специалистов и оценить качество предоставляемых образовательных услуг вузом [7].

В связи с этим целью работы является проведение обработки данных о трудоустройстве и прогнозирование места работы студентов на примере выпускников, используя модели искусственного интеллекта.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Определить параметры, влияющие на трудоустройство выпускников.
2. Обработать данные о трудоустройстве выпускников.
3. Разработать интеллектуальную систему для прогнозирования трудоустройства выпускников.