

**ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАТОРА ЗВЕЗДНОГО НЕБА  
НА ОСНОВЕ OLED-МИКРОДИСПЛЕЯ  
ПРИ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЯХ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ  
И СТАБИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

М.Г. Горелко<sup>1</sup>

zizi\_top@list.ru

А.В. Мурыгин<sup>2</sup>

avm514@mail.ru

И.С. Фролов<sup>1</sup>

froll92@mail.ru

<sup>1</sup> АО «Информационные спутниковые системы»  
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Железногорск,  
Красноярский край, Российская Федерация

<sup>2</sup> СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация

---

**Аннотация**

Приведен метод применения систем ориентации и стабилизации имитатора звездного неба, построенного на базе OLED-микродисплея, имеющего в составе датчики звездного неба, при наземной отработке космических аппаратов и автономных испытаниях. Современное освоение космического пространства и усложнение технических требований к средствам обеспечения полета приводят к повышению требований по обеспечению точности определения положения и ориентации космического аппарата. Рассмотрены технические характеристики современных датчиков звездного неба и описаны типы статических и динамических имитаторов звездного неба. Имитаторы звездного неба, построенные на основе OLED-микродисплеев, компактны и имеют малое энергопотребление. Автономные испытания систем ориентации и стабилизации космических аппаратов в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» проведены на комплексно-моделирующем стенде с помощью методов математического и полунатурного моделирования. В составе стенда имеется имитатор звездного неба. Переход на более новые OLED-микродисплеи при изготовлении имитаторов звездного неба позволит увеличить до 6 град/с имитируемую скорость движения, что повысит качество проведения испытаний систем ориентации и стабилизации космических

**Ключевые слова**

*Система ориентации и стабилизации, звездный датчик, имитатор звездного неба, динамические испытания, космический аппарат*

аппаратов. Использование имитаторов звездного неба с OLED-микродисплеями с повышенной частотой обновления кадров, позволит сократить период между циклами формирования нового положения космического аппарата

Поступила 20.05.2024

Принята 10.06.2024

© Автор(ы), 2025

---

**Введение.** При использовании современных систем спутниковой связи, навигации, геодезии и дистанционного зондирования Земли к этим системам предъявляется ряд технических требований, например, таких как обеспечение повышенной точности ориентации космического аппарата (КА) относительно заданных зон обслуживания, и, как следствие, повышенные требования к датчикам аппаратуры КА [1, 2].

Космические аппараты постоянно развиваются в направлении функционального назначения, усложнения применяемых и внедрения новых бортовых систем, приборов, механизмов, примером таких систем являются системы ориентации и стабилизации (СОС) КА.

В СОС современных КА используются высокоточные оптико-электронные приборы (далее, датчики) для определения углов наклона относительно направлений на различные астроориентиры (Солнце, Землю и звездное небо), приборы для измерения угловых скоростей КА, а также исполнительные органы (маховики, гиросиловые приборы, реактивные двигатели) [3]. При проведении наземных испытаний СОС в составе КА для каждого типа датчика требуется обеспечить оптическую имитацию излучения, соответствующую по параметрам и характеристикам излучению от естественных ориентиров. Для оптической имитации астроориентиров используется специальное стендовое оптическое оборудование — имитаторы звездного неба и Солнца [4].

В настоящей работе рассмотрены имитаторы звездного неба, построенные на основе OLED-микродисплеев, используемые при наземных испытаниях СОС КА. Они имеют в своем составе современные датчики звездного неба производства АО «НПП «Геофизика–Космос» (Москва) и других отечественных предприятий-изготовителей.

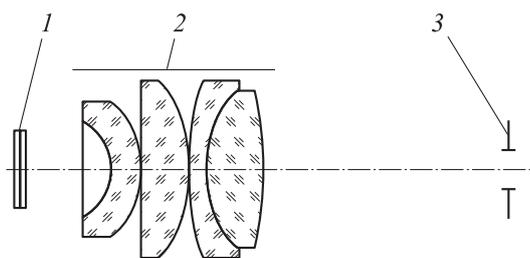
Сравнительные параметры и характеристики современных датчиков звездного неба приведены в [5]. Угловая скорость, определяемая отечественными датчиками звездного неба, варьируется в диапазоне от 1 до 3 град/с, точность измерения не более  $\sigma = 15''$ . Эти параметры необходимо учитывать при выборе имитаторов звездного неба для проведения наземных испытаний СОС в составе КА, чтобы параметры имитатора и датчика звездного неба были согласованы между собой.

**Типы имитаторов звездного неба.** Имитаторы звездного неба можно разделить на статические и динамические [6, 7].

Статические имитаторы звездного неба в основном используются для имитации одной звезды или группы звезд. В настоящее время такой тип имитаторов звездного неба используется для калибровки датчиков, поскольку статические имитаторы позволяют задавать с высокой точностью фотометрические и геометрические параметры имитируемых звезд [8]. Для проведения наземных испытаний данный тип имитаторов звездного неба используется только при проведении входного контроля датчиков звездного неба, позволяющего определить его общую работоспособность.

Динамические имитаторы звездного неба позволяют имитировать вращение звездного неба, что важно при проведении наземных динамических испытаний СОС в составе КА. Современные динамические имитаторы звездного неба в общем случае построены по общей оптической схеме — проецирование участка звездного неба с помощью коллиматора или объектива на бесконечность какого-либо экрана. В качестве экрана можно использовать компьютерный дисплей [9], мини-компьютер [10], планшет, OLED- или DLP-микродисплей [11–14].

Рассмотрим имитаторы звездного неба, построенные на основе OLED-микродисплея. Они компактны и имеют малое энергопотребление, что позволяет устанавливать их на бленду датчика звездного неба как при проведении входного контроля самих датчиков, так и при наземных динамических испытаниях СОС в составе КА. Оптическая схема имитатора звездного неба на основе OLED-микродисплея приведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Оптическая схема имитатора звездного неба:

1 — OLED-микродисплей; 2 — объектив; 3 — выходной зрачок

Стандартный размер диагонали микродисплея составляет 15,24 мм (0,6"), что позволяет выполнить имитатор звездного неба в виде тонкой трубочки массой до 280 г, например, как оптический звездный имитатор [10]. Разрешение используемых OLED-микродисплеев составляет 1280 × 1024 или 2560 × 2048 пикс [11, 12], что позволяет с достаточной

точностью имитировать межзвездные расстояния до 40" и скорость вращения до 3 град/с.

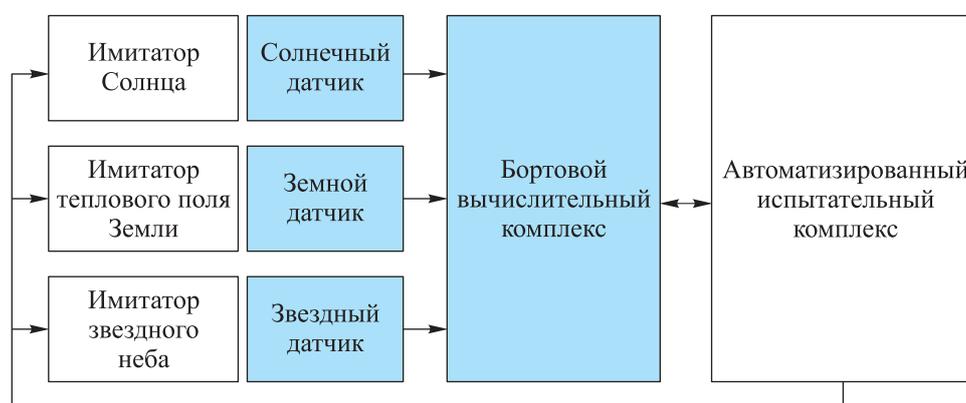
Выпускаемые в настоящее время имитаторы звездного неба с OLED-микродисплеями [11, 12] имеют существенное преимущество при проведении наземных динамических испытаний СОС в составе КА. В имитаторе звездного неба версии Т изображение звездного неба формируется непосредственно электронным модулем. Через внешний интерфейс RS-232 передаются только команды для управления положением или движением звездного неба. В связи с этим не используются интерфейсы для передачи видеопотока (HDMI, DVI и др.), что позволяет избежать ограничений по длине кабелей, это важно в условиях испытательных лабораторий. Открывается возможность использовать весь динамический диапазон микродисплеев 10 бит вместо 8 бит, используемых в стандартных интерфейсах передачи видеопотока. Использование всего динамического диапазона яркости микродисплея улучшает плавность и точность движения картины звездного неба и, как следствие, расширяет диапазон используемых звездных величин, описывающих яркость звезд.

**Методика использования имитаторов звездного неба при испытаниях СОС в составе КА.** Основным этапом создания СОС для КА является этап отработок и автономных испытаний на аппаратно-программном стенде полунатурного моделирования. Цель этапа — экспериментальное подтверждение работы бортовой аппаратуры СОС в условиях, приближенных к эксплуатационным [13–15].

В настоящее время в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» для проведения испытаний КА имеется комплексно моделирующий стенд (КМС), использующий методы как математического, так и полунатурного моделирования [13–17]. Структура и принцип построения КМС предоставляют возможности проверок системы, которые нельзя достичь другими средствами [18–20].

Схема включения имитатора звездного неба в состав данного комплекса испытаний при проведении наземных испытаний СОС для КА приведена на рис. 2. Принцип работы схемы следующий: оператор автоматизированного испытательного комплекса выбирает программу испытаний, в которой прописаны начальное и конечное положение КА, достигнутое в результате коррекции его положения на орбите. Затем в начальное положение устанавливается имитируемое звездное небо, звездный датчик определяет его и передает в бортовой вычислительный комплекс, который формирует команды управления для исполнительных элементов СОС.

Моменты управления, создаваемые исполнительными элементами СОС, передаются в модель движения КА на математический комплекс в составе автоматизированного испытательного комплекса, который рассчитывает изменения угловых координат КА и передает на имитатор звездного неба данные о новом положении звездного неба в приборной системе координат, чаще всего представляемые в форме кватерниона. Этот цикл неоднократно повторяется до тех пор, пока не будет достигнуто заданное конечное положение КА [19, 20].



**Рис. 2.** Схема включения имитатора звездного неба при наземных испытаниях СОС в составе КА

При установке имитатора звездного неба на стенд с датчиком звездного неба наблюдается рассогласованность их взаимного положения, поэтому перед началом испытаний необходима электронная юстировка имитатора звездного неба, заключающаяся в следующем:

- выставить положение звездного неба кватернионом  $\{1, 0, 0, 0\}$ ;
- записать и сохранить кватернион  $Q'$  положения звездного неба, который формирует датчик звездного неба;
- с помощью программного обеспечения бортового комплекса управления задать поправочный кватернион, который затем использует имитатор звездного неба для коррекции своего положения с учетом разворота приборных систем координат относительно датчика звездного неба.

При работе датчика звездного неба в реальных условиях всегда присутствуют внешние оптические помехи, например, блики от естественных источников излучения (Солнца, Луны и других планет) или элементов КА, артефакты, возникающие от наличия быстрых частиц, и др. В связи с этим при наземной отработке СОС требуется проводить испытания в условиях имитации внешних помех, чтобы сымитировать реальные условия и удо-

стовериться в корректной работе датчика звездного неба и логике функционирования программного обеспечения бортового комплекса управления. Поскольку помехи могут быть разные — временные и пространственные (статические, случайные, периодические, точечные и др.), помехи можно представить как изображение, наложенное на изображение звездного неба, формируемое программным обеспечением имитатора звездного неба, либо как ложные звезды, добавленные в выбранный каталог звездного неба. Включение и выключение заданных помех программой испытаний выполняется с помощью команд имитатора звездного неба на этапе вычисления нового положения КА математическим комплексом в составе автоматизированного испытательного комплекса на каждом цикле процесса испытаний СОС в составе КА. Таким образом, с помощью имитатора звездного неба на основе OLED-микродисплея можно испытать СОС в составе КА не только на общую работоспособность, которая заключается в поддержании КА в заданном положении, но и на устойчивость СОС к внешним оптическим помехам.

В настоящее время выпускаются микродисплеи с повышенной частотой обновления кадров, достигающей до 144 Гц, что позволяет увеличить в 2 раза скорость имитируемого движения звездного неба. Ограничение имитируемой скорости движения звездного неба определяется произведением углового размера имитируемых звезд на частоту обновления кадров, поэтому, чем выше эта частота, тем большую скорость движения звездного неба можно симитировать.

**Заключение.** В составе имитаторов звездного неба используются микродисплеи с частотой обновления кадров 60 Гц, соответственно, при переходе на более новые OLED-микродисплеи имитируемая скорость движения может быть увеличена до 6 град/с, что повысит качество проведения испытаний СОС в составе КА, поскольку звездные датчики будут иметь более реальные характеристики, что позволит сохранить имитируемые условия, максимально приближенными к рабочим условиям работы звездных датчиков.

Применение имитаторов звездного неба на основе OLED-микродисплеев с повышенной частотой обновления кадров даст возможность сократить период между циклами формирования нового положения КА при работе по приведенной схеме (см. рис. 2) испытаний СОС в составе КА.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гладыревский А.Г., Губаренко С.И. Методы и алгоритмы ориентации космического аппарата с помощью астросистемы. *Exponenta Pro. Математика в приложениях*, 2003, № 1, с. 60–65.
- [2] Попов В.И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов. М., Машиностроение, 1986.
- [3] Белецкий В.В. Движение искусственного спутника относительно центра масс. М., Наука, 1965.
- [4] Ивандиков Я.М. Оптико-электронные приборы для ориентации и навигации космических аппаратов. М., Машиностроение, 1971.
- [5] Горелко М.Г., Мурыгин А.В. Испытание систем ориентации и стабилизации космических аппаратов с применением имитаторов звездного неба. *Сибирский аэрокосмический журнал*, 2022, т. 23, № 4, с. 688–695.  
DOI: <https://doi.org/10.31772/2712-8970-2022-23-4-688-695>
- [6] Федченко Д.А. Эффективность технологии полунатурных испытаний систем ориентации и стабилизации космических аппаратов в процессе проектирования. *Аэрокосмический научный журнал*, 2015, № 2, с. 34–45. EDN: UDNMUV
- [7] Прохоров М.Е., Захаров А.И., Миронов А.В. и др. Современные датчики звездной ориентации. *Физика Космоса. Труды 38-й Междунар. студ. науч. конф.* Екатеринбург, Изд-во Уральского ун-та, 2009, с. 170–186.
- [8] Дятлов С.А., Бессонов Р.В. Обзор звездных датчиков ориентации космических аппаратов. *Механика, управление и информатика*, 2009, № 1, с. 11–31. EDN: OJSITL
- [9] Миронов А.В. Основы астрофотометрии. Практические основы фотометрии и астрофотометрии звезд. М., ФИЗМАТЛИТ, 2008.
- [10] Воронков С.В., Дунаев Б.С., Никитин А.В. и др. Динамические имитаторы звездного неба, предназначенные для комплексной отработки астроприборов в составе космических аппаратов. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2013, т. 10, № 2, с. 307–315. EDN: QZNBXV
- [11] Аванесов Г.А., Воронков С.В., Дунаев Б.С. и др. Имитаторы звездного неба для наземной отработки датчиков астроориентации. *Всерос. науч.-техн. конф. «Современные проблемы определения ориентации и навигации космических аппаратов»*. М., ИКИ РАН, 2009, с. 372–385.
- [12] Осипик В.А., Федосеев В.И. Алгоритмы автоматического распознавания групп звезд на борту космического аппарата. *Оптический журнал*, 1998, № 8, с. 32–40.
- [13] Tonry J., Burke B.E. The orthogonal transfer CCD. *Exp. Astron.*, 1998, vol. 8, no. 1, pp. 77–87. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008004724634>
- [14] Синицкий Д.Е., Федченко Д.А., Мурыгин А.В. Использование метода полунатурного динамического моделирования для испытания системы ориентации и стабилизации КА. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*, 2012, т. 1, № 8, с. 43–44. EDN: TAPGQP

[15] Ковалев Е.А., Дернов С.А. Технология испытаний систем ориентации и стабилизации космических аппаратов. *Тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф. САКС*. Красноярск, СибГАУ, 2004, с. 97–99.

[16] Синицкий Д.Е., Федченко Д.А., Мурыгин А.В. Решение задач наземной экспериментальной отработки систем ориентации и стабилизации КА с использованием имитаторов обращенного типа. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*, 2012, т. 1, № 8, с. 44–45. EDN: TAPGOZ

[17] Барышников Н.В. Использование полунатурных методов моделирования при проектировании сложных лазерных оптико-электронных систем. *Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2011, № 2. EDN: NDSEVZ

[18] Карпенко С.О., Овчинников М.Ю. Лабораторный стенд для полунатурной отработки систем ориентации и стабилизации КА. *Препринты ИМП им. М.В. Келдыша*, 2008, № 38. EDN: OYFJHZ

[19] Федченко Д.А., Горелко М.Г. Применение лабораторных комплексов модульного типа для решения задач наземных испытаний систем ориентации и стабилизации космических аппаратов. *Современные проблемы науки и образования*, 2015, № 1-1. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19571>

[20] Schwartz J.L., Hall C.D. The distributed spacecraft attitude control system simulator: development, progress, plans. Greenbelt, GSFC, 2003.

**Горелко Михаил Григорьевич** — инженер-конструктор 1-й категории АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» (Российская Федерация, 662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д. 52).

**Мурыгин Александр Владимирович** — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой информационно-управляющих систем СибГУ им. М.Ф. Решетнева (Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, пр-т имени газеты «Красноярский рабочий», д. 31).

**Фролов Илья Сергеевич** — инженер-конструктор 2-й категории АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» (Российская Федерация, 662972, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, д. 52).

**Пробьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Горелко М.Г., Мурыгин А.В., Фролов И.С. Применение имитатора звездного неба на основе OLED-микродисплея при наземных испытаниях систем ориентации и стабилизации космических аппаратов. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2025, № 3 (154), с. 4–14. EDN: NKRZMF

**USING A STARRY SKY SIMULATOR BASED  
ON THE OLED MICRO-DISPLAY IN GROUND TESTS  
OF THE SPACECRAFT ORIENTATION  
AND STABILIZATION SYSTEMS**

M.G. Gorelko<sup>1</sup>

A.V. Murygin<sup>2</sup>

I.S. Frolov<sup>1</sup>

zizi\_top@list.ru

avm514@mail.ru

froll92@mail.ru

<sup>1</sup> JSC Information Satellite Systems Reshetnev, Zheleznogorsk,  
Krasnoyarsk Region, Russian Federation

<sup>2</sup> Reshetnev University, Krasnoyarsk, Russian Federation

---

**Abstract**

The paper presents a method for introducing a starry sky simulator based on the OLED micro-displays in ground tests of the spacecraft and autonomous tests of the orientation and stabilization systems. The simulator is equipped with the starry sky sensors. Modern space exploration consequently adds complexity to technical requirements of the flight support systems, and leads to an increased demand of ensuring accuracy in the spacecraft position and orientation. The paper considers technical characteristics of the modern starry sky sensors, and describes types of the starry sky simulators divided into two groups: static and dynamic. It focuses on using the OLED micro-displays, since the starry sky simulators based on them are compact and have low power consumption. The JSC Information Satellite Systems Reshetnev tests autonomously the spacecraft orientation and stabilization systems on the complex simulation bench that applies both mathematical and semi-naturalistic simulation methods. The bench includes a starry sky simulator. Transition to the newer OLED micro-displays in manufacturing the starry sky simulators makes it possible to increase the simulated motion velocity to 6 deg/s improving the quality of testing the spacecraft orientation and stabilization systems. In addition, introducing starry sky simulators with the OLED micro-displays having the increased frame refresh rate would provide an opportunity to reduce the period between cycles in forming a new spacecraft position

**Keywords**

*Orientation and stabilization system, star sensor, starry sky simulator, dynamic testing, spacecraft*

Received 20.05.2024

Accepted 10.06.2024

© Author(s), 2025

## REFERENCES

- [1] Gladyshevskiy A.G., Gubarenko S.I. Methods and algorithms of spacecraft orientation using an astrosystem. *Exponenta Pro. Matematika v prilozheniyakh*, 2003, no. 1, pp. 60–65 (in Russ.).
- [2] Popov V.I. *Sistemy orientatsii i stabilizatsii kosmicheskikh apparatov* [Systems of orientation and stabilization of spacecraft]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1986.
- [3] Beletskiy V.V. *Dvizhenie iskusstvennogo sputnika otnositelno tsentra mass* [Motion of an artificial satellite relative to the center of mass]. Moscow, Nauka Publ., 1965.
- [4] Ivandikov Ya.M. *Optiko-elektronnyye pribory dlya orientatsii i navigatsii kosmicheskikh apparatov* [Optoelectronic devices for orientation and navigation of spacecraft]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1971.
- [5] Gorelko M.G., Murygin A.V. Testing of spacecraft orientation and stabilization systems using starry sky simulators. *Sibirskiy aerokosmicheskiy zhurnal* [Siberian Aerospace Journal], 2022, vol. 23, no. 4, pp. 688–695 (in Russ.).  
DOI: <https://doi.org/10.31772/2712-8970-2022-23-4-688-695>
- [6] Fedchenko D.A. The effectiveness of the technology of semi-natural tests of spacecraft orientation and stabilization systems in the design process. *Aerokosmicheskiy nauchnyy zhurnal*, 2015, no. 2, pp. 34–45 (in Russ.). EDN: UDNMUV
- [7] Prokhorov M.E., Zakharov A.I., Mironov A.V., et al. [Modern sensors of stellar orientation]. *Fizika Kosmosa. Trudy 38 Mezhdunar. stud. nauch. konf.* [Space Physics. Proc. 38th Int. Student Sc. Conf.]. Ekaterinburg, UrFU Publ., 2009, pp. 170–186 (in Russ.).
- [8] Dyatlov S.A., Bessonov R.V. Overview of stellar spacecraft orientation sensors. *Mekhanika, upravlenie i informatika* [Mechanics, Control and Informatics], 2009, no. 1, pp. 11–31 (in Russ.). EDN: OJSITL
- [9] Mironov A.V. *Osnovy astrofotometrii. Prakticheskie osnovy fotometrii i astrofotometrii zvezd* [Fundamentals of astrophotometry. Practical fundamentals of photometry and astrophotometry of stars]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2008.
- [10] Voronkov S.V., Dunaev B.S., Nikitin A.V., et al. Astrotrackers ground debugging facilities as a part of complex test equipment. *Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space], 2013, vol. 10, no. 2, pp. 307–315 (in Russ.). EDN: QZNBXV
- [11] Avanesov G.A., Voronkov S.V., Dunaev B.S., et al. [Starry sky detectors for ground-based testing of astroorientation sensors]. *Vseros. nauch.-tekh. konf. "Sovremennyye problemy opredeleniya orientatsii i navigatsii kosmicheskikh apparatov"* [Russ. Sc.-Tech. Conf. Modern Problems of Determining Orientation and Navigation of Spacecraft]. Moscow, IKI RAN Publ., 2009, pp. 372–385 (in Russ.).
- [12] Osipik V.A., Fedoseev V.I. Algorithms for automatic recognition of groups of stars on board the spacecraft. *Opticheskiy zhurnal*, 1998, no. 8, pp. 32–40 (in Russ.).
- [13] Tonry J., Burke B.E. The orthogonal transfer CCD. *Exp. Astron.*, 1998, vol. 8, no. 1, pp. 77–87. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008004724634>

- [14] Sinitskiy D.E., Fedchenko D.A., Murygin A.V. Using the method of semi-natural dynamic modeling to test the spacecraft orientation and stabilization system. *Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 2012, vol. 1, no. 8, pp. 43–44 (in Russ.). EDN: TAPGOP
- [15] Kovalev E.A., Dernov S.A. [Technology of testing systems of orientation and stabilization of spacecraft]. *Tez. dokl. III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. SAKS* [Abs. III Int. Sc.-Pract. Conf SAKS]. Krasnoyarsk, SibGAU Publ., 2004, pp. 97–99 (in Russ.).
- [16] Sinitskiy D.E., Fedchenko D.A., Murygin A.V. Solving problems of ground-based experimental testing of spacecraft orientation and stabilization systems using reverse-type simulators. *Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 2012, vol. 1, no. 8, pp. 44–45 (in Russ.). EDN: TAPGOZ
- [17] Baryshnikov N.V. The use of semi-natural modeling methods in the design of complex laser optoelectronic systems. *Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education: Scientific Publication], 2011, no. 2 (in Russ.). EDN: NDSEVZ
- [18] Karpenko S.O., Ovchinnikov M.Yu. Laboratory facility for testing of micro- and nanosatellite attitude control systems. *Preprinty IMP im. M.V. Keldysha* [Keldysh Institute Preprints], 2008, no. 38 (in Russ.). EDN: OYFJHZ
- [19] Fedchenko D.A., Gorelko M.G. Use of lab facilities of modular type for attitude control and determination system on-ground testing. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2015, no. 1-1 (in Russ.). Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19571>
- [20] Schwartz J.L., Hall C.D. The distributed spacecraft attitude control system simulator: development, progress, plans. Greenbelt, GSFC, 2003.

**Gorelko M.G.** — Design Engineer of the 1st category, JSC Information Satellite Systems Reshetnev (Lenina ul. 52, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Region, 662972 Russian Federation).

**Murygin A.V.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of Department of Information and Management Systems, Reshetnev University (Imeni gazety Krasnoyarskiy rabochiy prospekt 31, Krasnoyarsk, 660037 Russian Federation).

**Frolov I.S.** — Design Engineer of the 2nd category, JSC Information Satellite Systems Reshetnev (Lenina ul. 52, Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Region, 662972 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Gorelko M.G., Murygin A.V., Frolov I.S. Using a starry sky simulator based on the OLED micro-display in ground tests of the spacecraft orientation and stabilization systems. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Mechanical Engineering*, 2025, no. 3 (154), pp. 4–14 (in Russ.). EDN: NKRZMF