

УДК 629.7.048.7

## Разработка криогенной системы обеспечения температурного режима инфракрасного космического телескопа для поиска экзопланет

Вострикова София Сергеевна<sup>1(\*)</sup>

sofiavostrikova@yandex.ru

Широкова Дарья Денисовна<sup>1</sup>

dashashir23@mail.ru

Южаков Илья Андреевич<sup>2</sup>

ilya144133@gmail.com

Богокина Анна Андреевна<sup>1</sup>

alesnaya7@gmail.com

<sup>1</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

<sup>2</sup> НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

**Аннотация.** В данной работе поставлена цель разработать систему обеспечения температурного режима для инфракрасного телескопа, предназначенного для поиска экзопланет. Эффективное поддержание необходимой температуры важно для надежности и долговечности работы телескопа в условиях космического пространства. В ходе исследования предложена модель криогенной системы, а также представлены основные ее характеристики с учетом сложных условий работы.

**Ключевые слова:** система обеспечения температурного режима, стабильность температурного режима, криогенная система, теплообменник, Джоуль — Томпсон

**Введение.** В ходе разработки инфракрасного телескопа для поиска экзопланет, встал вопрос о поддержании температуры основной линзы на уровне 5К. Необходимо модернизировать уже существующие системы охлаждения, обеспечив тем самым надежную и долговечную работу всей системы.

Изучение экзопланетных систем крайне важно для понимания формирования и эволюции планетных систем, а также способствует развитию гипотез о зарождении жизни на Земле.

**Материалы и методы; результаты.** В ходе работы выполнены расчеты криогенной системы [1], включая определение необходимой холодопроизводительности и выбор компонентов, обеспечивающих необходимый режим работы основной линзы на уровне 5К в условиях космоса [2].

За пример нами была использована криогенная установка, аналогичная той, что применяется в телескопе Джеймса Уэбба, что обеспечило стабильный температурный режим в условиях космического пространства.

Криогенная система состоит из следующих блоков [3]:

- блок электроники;
- компрессорный блок;
- ступень теплообменников;
- теплообменник на температурном уровне 5К.

Хладагентом в системе выступает гелий из-за его низкой температуры кипения:  $-268,94^{\circ}\text{C}$  и эффективности охлаждения.

Криогенная система функционирует на двух температурных уровнях 15 К и 5 К. На 15 К хладагент не проходит через дроссель Джоуля — Томпсона, оставаясь на своем температурном уровне. Используя дроссель Джоуля — Томпсона хладагент переходит на температурный уровень в 5 К, на котором происходит активная научная работа ИК-телескопа с выделением пониженной мощности.

В системе использовались пульсационные трубы — криоохладители, со статичными элементами в низкотемпературной части устройства, что обеспечивает стабильную работу системы.

В ходе работы решены следующие задачи:

- произведен первичный расчет двух режимов работы криогенной системы на температурных уровнях 15 и 5 К;
- произведен анализ возможных вибраций от компрессорного блока;
- произведен анализ подходящих хладагентов для охлаждения системы.

**Заключение.** Полученные результаты подтверждают эффективность предложенной криогенной системы, а также ее способность обеспечивать необходимые температурные условия для функционирования инфракрасного телескопа в условиях космического пространства.

#### Список источников

- [1] Архаров А.М., Беляков В.П., Микулин Е.И. и др. *Криогенные системы*. Москва, Машиностроение, 1987, 536 с.
- [2] DiPirro M. et al. Cryogenic system for the origins space telescope: cooling a large space telescope to 4K with today's technology. *Proceedings UV/Optical/IR Space Telescopes and Instruments: Innovative Technologies and Concepts VII*, 2017, vol. 103980M. <https://doi.org/10.1117/12.2275331>
- [3] Архаров А.М., Бондаренко В.Л., Симоненко Ю.М. Систематизация пульсаторов, используемых для привода газодинамических аппаратов. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2010, спецвыпуск, с. 97–110.