

В. Р. Костылева^{1}, И. В. Парко¹*

Новый солнечный телескоп в Российской Федерации

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
* e-mail: vika.kostyleva2002@gmail.com

Аннотация. В статье представлен новый телескоп-коронограф, который отличается уникальной оптической схемой, состоящей из 13 зеркал. Главное зеркало диаметром 3 метра, будет изготовлено из астроситалла. Общий вес составит более двух тонн. Для создания телескопа использованы системы Несмита и Куде. Конструкция нового телескопа-коронографа имеет ряд конструктивных особенностей, которые позволяют получать более четкие и детализированные изображения солнечной короны. Особое внимание уделено вопросу подготовки специалистов для работы с новым оборудованием. Новый телескоп-коронограф превзойдет зарубежный аналог по ряду характеристик. С его помощью будет возможно изучить солнечный магнетизм и цикличность, разработать методы прогнозирования активности Солнца. Телескоп позволит исследовать тонкую структуру фотосферы и хромосферы, которые недоступны для малых телескопов и орбитальных обсерваторий. Планируется начать эксплуатацию данного прибора в 2030 году.

Ключевые слова: коронограф, институт солнечно-земной физики, астроситалл, конструкция.

V. R. Kostyleva^{1}, I. V. Parko¹*

A new Solar telescope in the Russian Federation

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,
Russian Federation
* e-mail: vika.kostyleva2002@gmail.com

Abstract. The article presents a new coronagraph telescope, which is distinguished by a unique optical design consisting of 13 mirrors. The main mirror, 3 meters in diameter, will be made of astrosital. The total weight will be more than two tons. To create the telescope, the Nesmith and Coude systems were used. The design of the new coronagraph telescope has a number of design features that make it possible to obtain clearer and more detailed images of the solar corona. Particular attention is paid to the issue of training specialists to work with new equipment. The new coronagraph telescope will surpass its foreign counterpart in a number of characteristics. With its help, it will be possible to study solar magnetism and cyclicity, and develop methods for predicting solar activity. The telescope will allow us to study the fine structure of the photosphere and chromosphere, which are inaccessible to small telescopes and orbital observatories. It is planned to begin operation of this device in 2030.

Keywords: coronagraph, institute of solar-terrestrial physics, astrosital, construction.

Введение

Коронограф – это оборудование, которое имитирует затмение солнца и позволяет наблюдать солнечную корону в высоком разрешении. Применение коронографа способствует получению более точных изображений солнечной короны, что важно для изучения Солнца и его воздействия на космическое пространство.

Над созданием отечественного телескопа-коронографа работает Институт солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ), который находится в Иркутске, там же расположена Саянская обсерватория [1]. Новый телескоп будет установлен напротив горы Мунко-Сардык недалеко от поселка Монды на высоте две тысячи метров над уровнем моря [2–3]. На рисунке 1 указан астрономический комплекс Саянской обсерватории.



Рис. 1 Астрономический комплекс Саянской обсерватории

Предполагается, что с помощью крупного солнечного телескопа (КСТ) с Земли будет возможно увидеть на Солнце точки, которые находятся на расстоянии 0,1 угловой секунды друг от друга, а минимальный интервал между снимками составит от одной до пяти секунд [4]. Схема телескопа содержит 13 зеркал, основное зеркало будет диаметром 3 метра, масса составит более двух тонн, материалом служит астроситалл [5–6].

В состав объектива, входят следующие компоненты: главное активное зеркало с системой охлаждения; вторичное зеркало; зеркала, направляющие пучок света в систему Несмита и Куде; средства адаптации для работы в режиме коронографа; теплопоглощающая диафрагма поля в главном фокусе; компенсаторы вращения изображения; зеркальные системы, на платформах, с фокусным расстоянием 80, 40 и 20 метров. Перемещающаяся платформа в фокусе Куде [7–8].

Перед инженерами стояла задача создать купол, который защищал бы оборудование от внешних условий и одновременно обеспечивал продувание ветром с нужной скоростью, чтобы создать иллюзию открытой площадки для телескопа. Разница в температуре между внутренним помещением и улицей не должна превышать 1-2 градуса. Для сохранения качества изображения используется адаптивная оптика, способная корректировать световые волны [9–10].

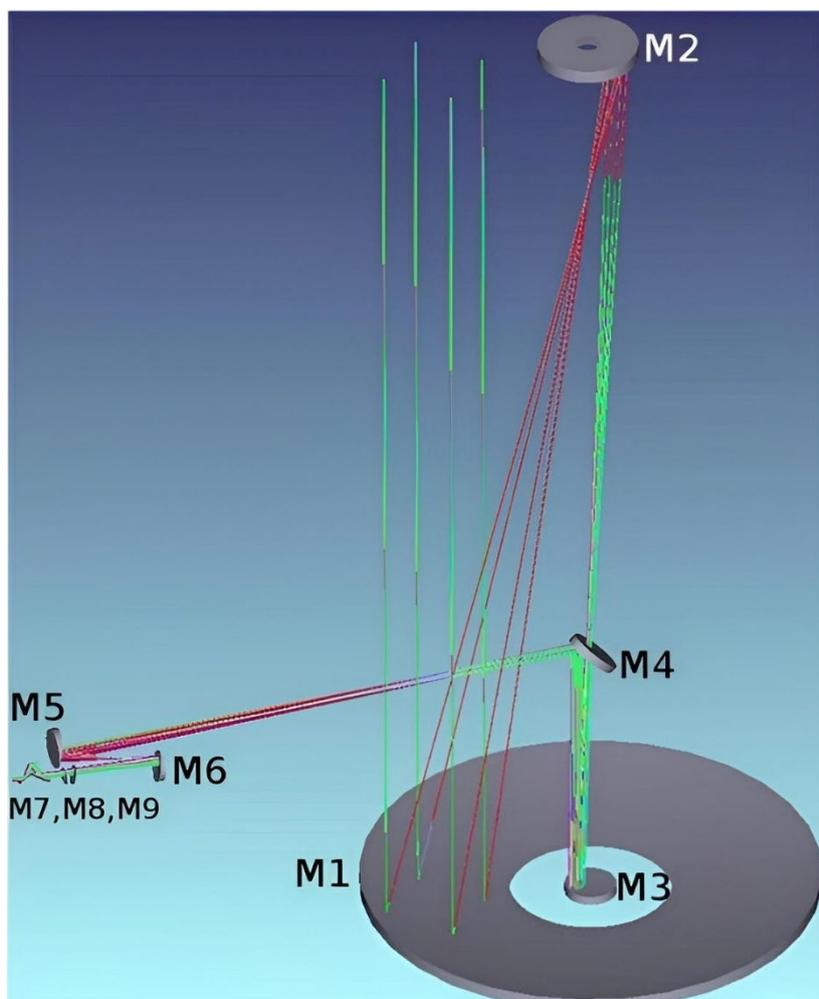


Рис. 2 Оптическая система КСТ-3

На боковых сторонах купола установлены управляемые заслонки, которые регулируют скорость ветра внутри пространства купола. Встроенные элементы системы охлаждения установлены в обшивке купола для удаления излишнего тепла при помощи специального хладагента. Для работы различных систем охлаждения требуется почти мегаватт электрической мощности. Проект включает в себя башню телескопа, здание для оборудования, административные и лабораторные корпуса. Высота всей конструкции составит 42 метра, а общий вес телескопа – 120 тонн. На рисунке 3 представлена схема здания [11–12].

Параллельно с возведением здания в ИСЗФ будут подготавливать специалистов, которые смогут раскрыть все возможности нового прибора, когда оно будет готово к эксплуатации. Исследования включают изучение методов проведения экспериментов, сбора и анализа данных, а также приемы первичной интерпретации информации для решения физических задач [13–14]. В таблице 1 представлены конструктивные параметры коронографа КСТ-3 и телескопа Иноуйе.

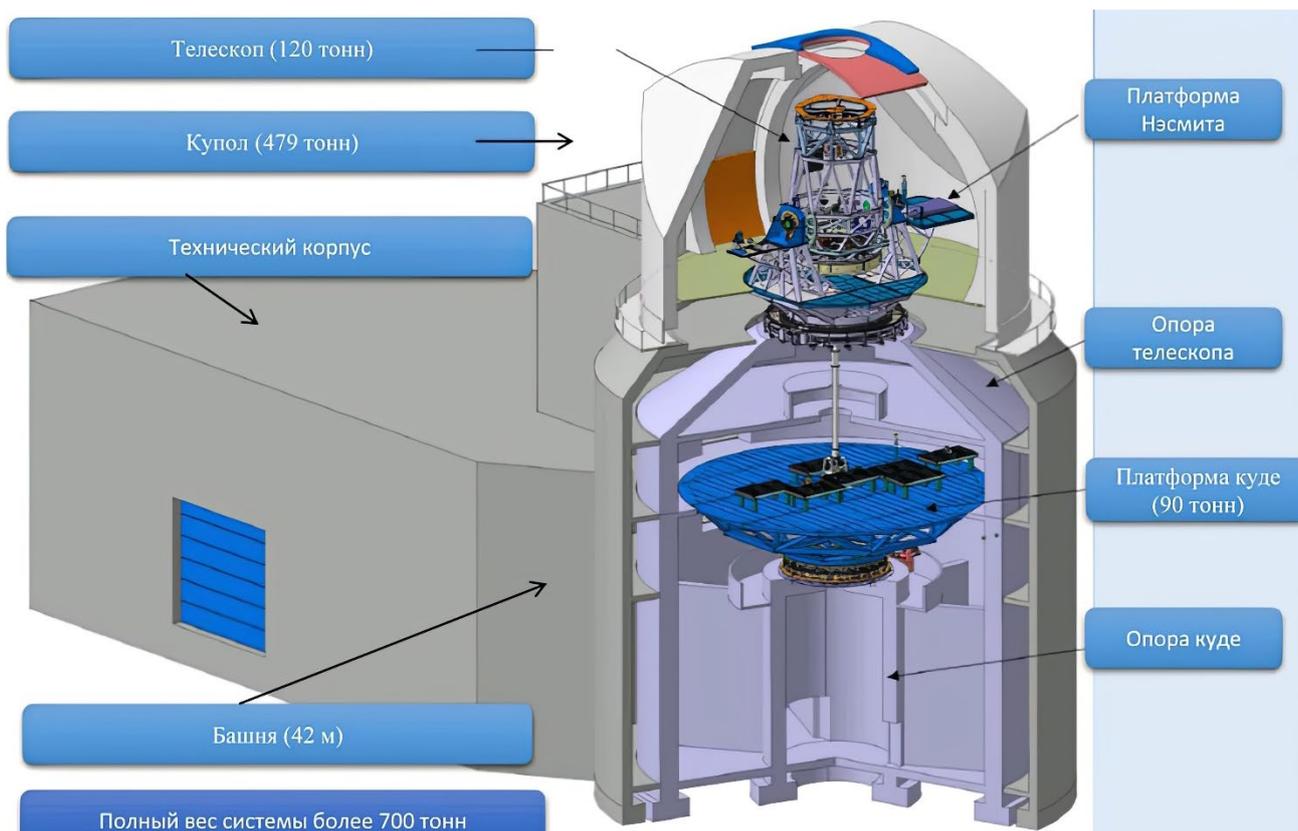


Рис. 3 Схема здания

Таблица 1

Конструктивные параметры коронографа КСТ-3 и телескопа Иноуйе

Характеристика	Коронограф КСТ-3	Телескоп Иноуйе
Внешний диаметр, м	3,1	4,24
Оптический диаметр, м	3	4
Материал	Астроситалл	Зеродур
Толщина зеркала, м	0,12	0,075
Радиус кривизны, м	11,3	250
Масса узла в сборе, кг	120 000	150 000
Размер изображения, км	70	20
Временное разрешение, с	1–5	30

Телескоп КСТ-3 превзойдет американский аналог по нескольким параметрам, несмотря на то, что зеркало КСТ-3 меньше, 4-метрового американского телескопа, у КСТ-3 выше разрешение, что позволит ученым получать более детальные изображения короны Солнца [15–16].

Для изготовления зеркала используется оптический материал астроситалл, который отличается температурными коэффициентами и высокой однородностью [17–18]. Материал широко применяется для изготовления зеркал крупногабаритных астрономических телескопов как на Земле, так и в космосе. Конструк-

тивные параметры коронографа КСТ-3 и телескопа Иноуйе представлены выше [19–20].

Зеродур – это инновационный продукт, выпускаемый международной технологической группой «SCHOTT». Керамика этой марки является хорошим выбором для различных областей применения, обеспечивая долговечность, устойчивость к высоким температурам и химическим воздействиям [21].

Заключение

Новый телескоп, коронограф – это часть будущего Национального гелиогеофизического комплекса Российской академии наук. Коронограф поможет изучить природу солнечного магнетизма и цикличности, проанализировать динамические явления. Позволит отслеживать солнечные процессы и разрабатывать методы прогнозирования активности Солнца. С его помощью ученые смогут исследовать структуру хромосферы и фотосферы, которая недоступна для телескопов малого диаметра и орбитальных обсерваторий. Ввод телескопа в эксплуатацию запланирован в 2030 году.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская академия наук. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ras.ru/>
2. В России завершена разработка нового мощного телескопа. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/a/YgVKZNQCsXZ3isM1>
3. Саянская солнечная обсерватория. Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.iszf.irk.ru/Sso>
4. В Бурятии начато строительство крупнейшего в Евразии солнечного телескопа. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://overclockers.ru/blog/Pitfalls/show/102619/v-buryatii-nachato-stroitelstvo-krupnejshogo-v-evrazii-solnechnogo-teleskopa>
5. Лыткаринский завод оптического стекла. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://lana-sator.livejournal.com/232110.html>
6. Мощнейший солнечный телескоп в саянской обсерватории. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://национальныепроекты.рф/news/moshchneyshiy-solnechnyy-teleoskop-nachnut-stroit-v-sayanskoj-observatorii>
7. Несмита система рефлектора. Статья. [Электронный ресурс]. URL: https://gufo.me/dict/bse/Несмита_система_рефлектора
8. Г. И. Новиков, И. В. Парко, Нейтринный телескоп на дне озера. // СибОптика-2022. Актуальные вопросы высокотехнологичных отраслей Том 8 №2 –Новосибирск: СГУГиТ, 2022. – 145 с.
9. В.М. Григорьев, М.Л. Демидов, Д.Ю. Колобов, Проект крупного солнечного телескопа с диаметром зеркала 3 м: Солнечно –земная физика, 2020. – 6 с.
10. Новый уникальный телескоп поможет разгадать тайну вспышек на Солнце. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://asiarussia.ru/news/29436/>
11. КСТ-3 (солнечный телескоп). [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:КСТ-3_\(солнечный_телескоп\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:КСТ-3_(солнечный_телескоп))
12. С. В. Олемской, Реализация проекта «Национальный гелиогеофизический комплекс РАН», 2017. – 4 с.
13. В. М. Балебанов, Адаптивный телескоп, 1984. Патент SU 1 205 101 A1. [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU1205101A1_19860_115

14. Уникальный инструмент позволит ученым Сибири заглянуть внутрь короны Солнца. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2023/11/27/reg-sibfo/uchenye-poluchili-v-rasporiazhenie-unikalnyj-instrument.html>
15. Государственная корпорация «Ростех». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://rostec.ru/>
16. Устройство для наблюдения солнечной короны. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/222/2226707.html>
17. АО «ЛЗОС». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://lzos.ru/>
18. АО «НПЗ». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.npzoptics.ru/about/>
19. Институт солнечно-земной физики СО РАН начнет строить уникальный телескоп-корonoграф в 2023 году. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ogirk.ru/2022/12/07/teleskop-koronograf-s-trehmetrovyimi-zerkalami-pojavitsja-v-burjatii-v-2023-godu/>
20. Солнечный телескоп Иноуйе. Статья. [Электронный ресурс]. URL: <https://nso.edu/telescopes/dki-solar-telescope/>
21. ГОСТ Р 7.05 –2008. [Электронный ресурс]. URL: https://diss.rsl.ru/datadocs/doc_291tu.pdf

© В. Р. Костылева, И. В. Парко, 2024