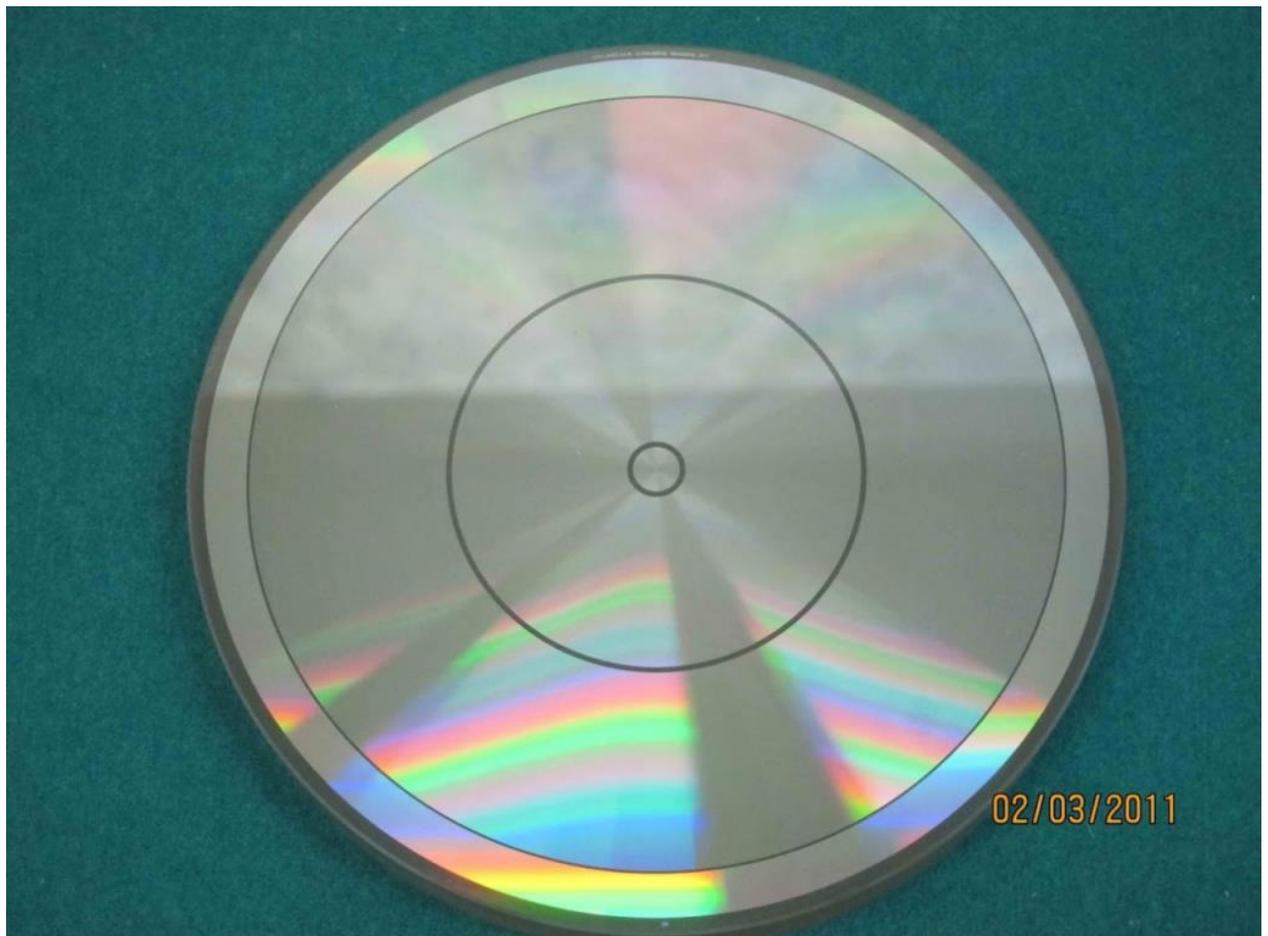


«Микрорешётки» на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов

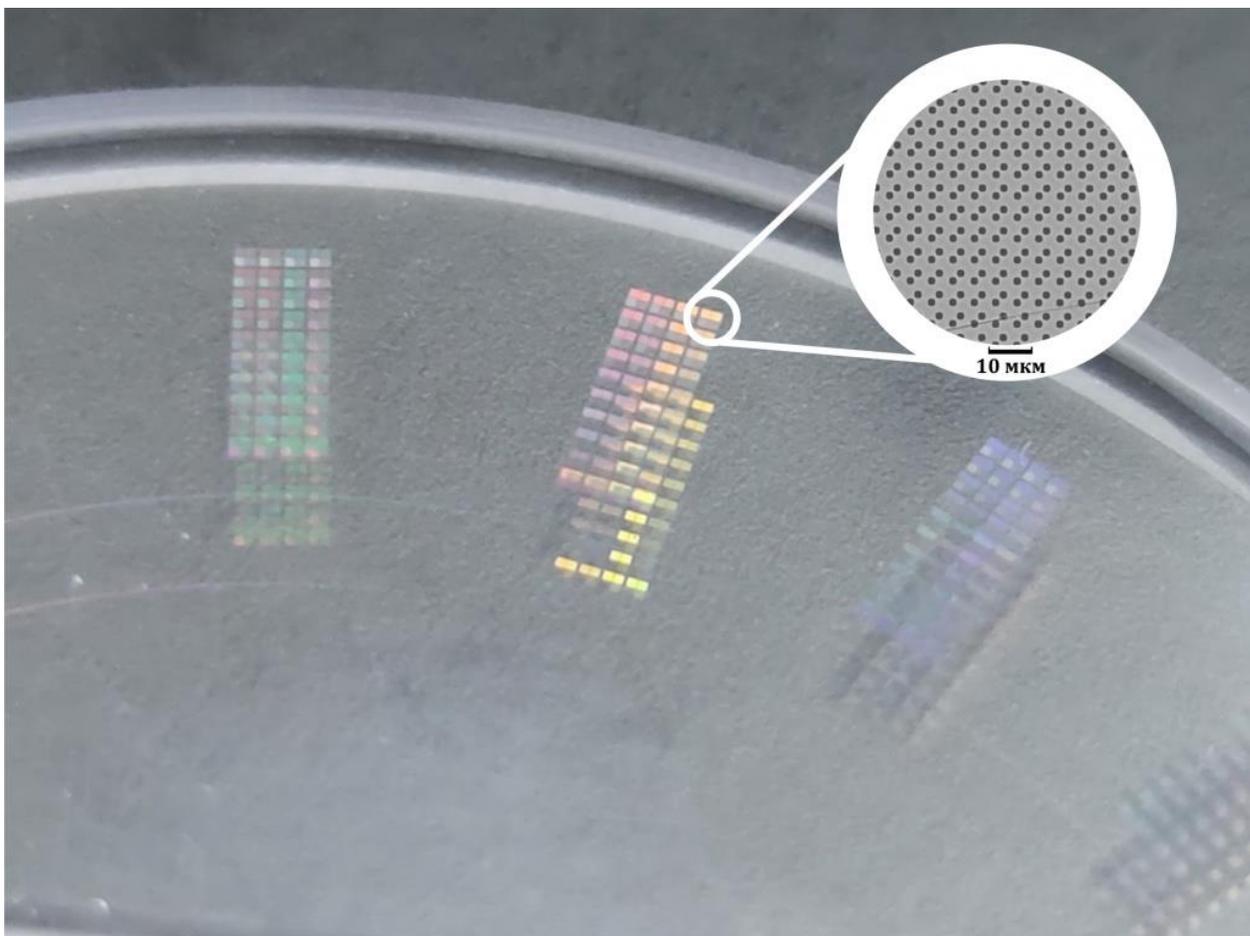
С помощью компьютерно-синтезированных голограмм — микроизображений на кварцевых пластинках — учёные проверяют качество изготовления зеркал больших телескопов и космической оптики. Для этого сами голограммы должны быть очень точными. Российские исследователи предложили способ контроля их качества с помощью особых «меток», которые записываются в поле голограммы по мере её создания. Предложенный метод позволяет существенно увеличить точность записи компьютерно-синтезированных голограмм, а в перспективе поможет автоматизировать этот процесс. Результаты исследования, [поддержанного](#) грантом Российского научного фонда (РНФ), [опубликованы](#) в журнале *Sensors*.



Голограмма на кварцевом оптическом стекле. Источник: Руслан Шиманский

Компьютерно-синтезированная голограмма — это оптическая пластинка, на которой лазерным лучом формируется изображение глубиной в десятые доли микрометра. Стекла с записанными на них голограммами широко используются для создания виртуальных экспонатов на выставках, объёмного цветного телевидения, запоминающих устройств. Кроме того, с их помощью учёные проверяют качество различных оптических систем, например зеркал больших телескопов и космических аппаратов. Для этого на кварцевой пластине формируются рассчитанные с помощью компьютерных программ микроструктуры — голограммы, которые определённым образом преломляют лучи света, создавая требуемый волновой фронт. Его в дальнейшем используют как эталон для проверки поверхности линзы или зеркала. Волновой фронт, отражаясь от проверяемой поверхности, создаёт изображение, которое регистрируется и обрабатывается специальным прибором — интерферометром, определяющим с нанометровой точностью отклонение

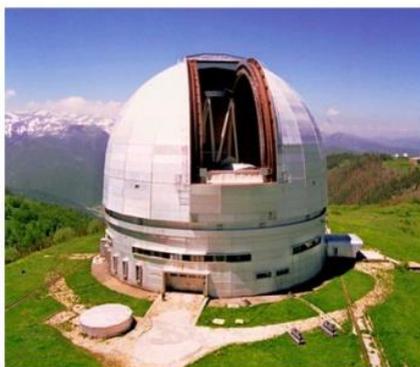
хода лучей света от заданной формы. По результатам «сравнения» волнового фронта от кварцевой пластинки и от линзы учёные определяют расположение «дефектов», которые в дальнейшем дорабатывают с помощью полировки. Но чтобы стать эталоном для такой работы, голограмма должна быть изготовлена очень точно — не иметь дефектов и ошибок в своей микроструктуре. Наиболее значительные ошибки возникают из-за отклонения лазерного луча, записывающего голограмму, от «идеального маршрута». Если луч отклоняется хотя бы на 5–10 нанометров (сопоставимо с размером вируса), готовая голограмма будет неточно преобразовывать свет.



Набор меток — дифракционных решёток, используемых для контроля ошибок изготовления голограмм. Источник: Shimansky et al. / Sensors 2021.

Чтобы проверять качество записи голограмм, исследователи из [Института автоматизации и электротехники Сибирского отделения Российской академии наук](#) предложили использовать специальные метки, которые записываются в структуру голограммы. Они имеют вид микрорешёток, состоящих из точек в шахматном порядке, которые при прохождении света через них формируют сложную дифракционную картину — своеобразный «рисунок» из множества световых пучков. Эти микрорешётки, как и сама голограмма, создавались на поверхности кварцевого стекла с помощью лазерного излучения. Первую часть микрорешёток учёные записывали ещё до самой голограммы, затем, по мере формирования изображения, которое может продолжаться до 10–12 часов, в строго определённых местах добавлялась вторая их часть. После завершения записи, пропуская отдельно через каждую метку тонкий лазерный луч, исследователи анализировали распределение света в дифракционной картине. Если нанесённые на какой-либо метке микрорешётки оказывались смещёнными друг относительно друга, эта картина нарушалась, и голограмму нельзя было считать точной. Если сдвига микрорешёток не было, то полученную пластинку можно было в дальнейшем использовать в качестве эталона для проверки оптики.

Проверка главного зеркала БТА



Большой азимутальный телескоп

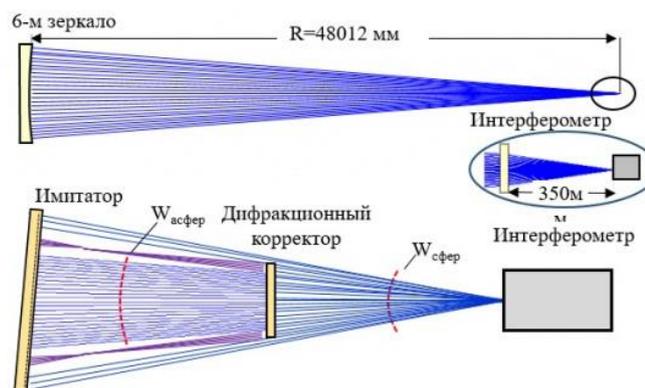
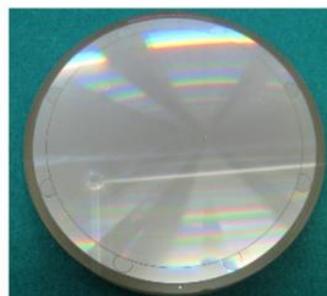


Схема контроля



Корректор



Имитатор

Голограммы и оптическая схема для проверки зеркала Большого телескопа азимутального. Источник: Руслан Шиманский.

«Предложенный нами метод может определить погрешности в изображении масштабом до десяти нанометров, что позволяет гарантировать точность голограмм. Это очень важно, когда их применяют для проверки качества зеркал телескопов. Например, наш институт изготовил голограммы, которые использовались как эталоны при шлифовке поверхности самого большого в России зеркала — диаметром шесть метров — Большого телескопа азимутального (БТА). Также наша лаборатория создала голограммы для подобной проверки зеркал Космического телескопа имени Джеймса Уэбба. Перспективы предложенного в этой работе метода очень широкие, поскольку для многих задач требуется создание уникальных голограмм, к каждой из которых необходимо подобрать собственный "ключик" — метод изготовления и проверки характеристик», — рассказывает **Руслан Шиманский**, научный сотрудник [Института автоматики и электрометрии СО РАН](#).

Пресс-служба РНФ

Источники:

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Годнауки.рф, Москва, 12 ноября 2021.

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Поиск (poisknews.ru), Москва, 12 ноября 2021.

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Научная Россия (scientificrussia.ru), Москва, 12 ноября 2021.

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Российский научный фонд (рнф.рф), Москва, 12 ноября 2021.

[Российские ученые создали микрорешетки для проверки качества линз телескопов](#) – Рамблер/новости (news.gambler.ru), Москва, 12 ноября 2021.

[Российские ученые создали микрорешетки для проверки качества линз телескопов](#) – Machines and Mechanisms (21mm.ru), Санкт-Петербург, 12 ноября 2021.

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Российский научный фонд (rscf.ru), Москва, 12 ноября 2021.

[Инженеры разработали метод для поверки зеркал больших телескопов с помощью голограмм](#) – Hightech.fm, Москва, 12 ноября 2021.

[Инженеры разработали метод для поверки зеркал больших телескопов с помощью голограмм](#) – Seldon.News (news.myseldon.com), Москва, 12 ноября 2021.

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Индикатор (indicator.ru), Москва, 13 ноября 2021.

[Российские инженеры нашли, как улучшить контроль качества космооптики](#) – ИА Красная весна (rossarprimavera.ru), Москва, 14 ноября 2021.

[Найден способ улучшить качество линз телескопов](#) – InScience (inscience.news), Москва, 14 ноября 2021.

["Микрорешетки" на голограммах улучшат качество изготовления линз больших телескопов](#) – Газета.Ru, Москва, 15 ноября 2021.