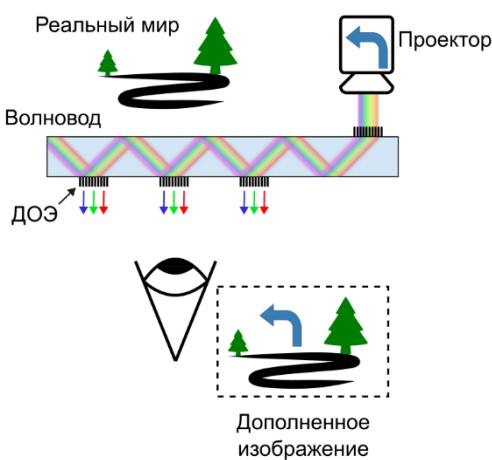


# Дифракционные волноводы дополненной реальности

Дифракционные волноводы – ключевая технология, лежащая в основе передовых устройств дополненной реальности (augmented reality – AR). Именно они позволили ведущим игрокам, включая Snap и Microsoft, создать



легкие и компактные AR очки с ярким и чётким изображением. Базовый принцип работы дифракционных волноводов показан на Рис. [Н]: стекло в таких устройствах выполняет роль перископа, позволяя пользователю заглянуть в миниатюрный экран или проектор, расположенный в оправе очков. Распространение света внутри стекла происходит за счет эффекта полного внутреннего отражения, не требуя нанесения дополнительного отражающего

покрытия. Благодаря этому стекло сохраняет прозрачность, и пользователь может одновременно видеть и цифровое изображение, и окружающий мир. Ввод и вывод изображения в стекло обеспечивают дифракционные оптические элементы (ДОЭ). Современные дифракционные волноводы также используют промежуточный ДОЭ для размножения пятна изображения, что позволяет увеличить размер области зрачка (Eyebox – зона расположения зрачка относительно волновода, при котором пользователь видит всю цифровую картинку, без затемнений и обрезания), при этом не теряя поле обзора (Field of View - параметр, определяющий воспринимаемый размер цифрового изображения). Размножающий ДОЭ может быть выполнен как отдельный элемент либо совмещен с выходным ДОЭ, как показано на Рис [Н]. Последний вариант реализации устройства позволяет более эффективно использовать площадь волновода.

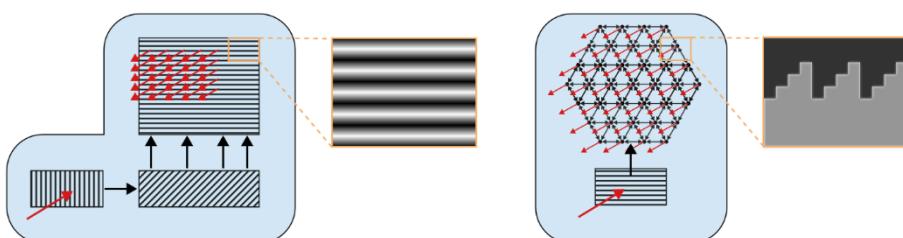


Рис. 2 Примеры ДОЭ с отдельной и совмещенной размножающей дифракционной решеткой

ДОЭ состоят из массива диэлектрических элементов суб-волнового размера (от 50 до 500 нм), форма, размер и взаимное расположение которых определяет общий отклик структуры. Получение четкого изображения дополненной реальности, без искажений и артефактов, требует тщательной оптимизации параметров ДОЭ.

## Мы предлагаем

Мы поможем Вам создать устройство дополненной реальности (легкие и компактные очки или большой head-up для транспорта), заточенное под Ваши требования. Мы подберем подходящие элементы из существующей компонентной базы или разработаем уникальный дизайн оптического ядра для Вашего устройства. Можем провести весь цикл дизайна и производства устройства на вашей площадке, адаптировав процессы под имеющееся оборудование, или помочь с выбором фабрики-партнера. Мы также можем подобрать или разработать автоматизированные стенды для тестирования устройств и оценки качества изображения. Готовы взять на себя отдельные задачи или реализовать полный цикл — от оптического дизайна до массового выпуска.

## Наши компетенции

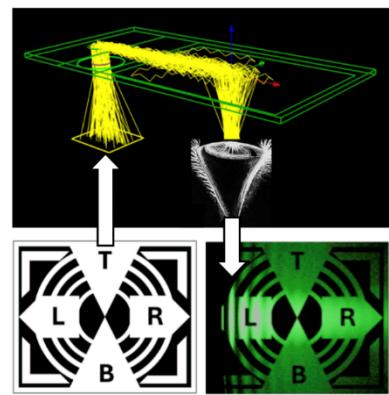
Мы обладаем полным спектром компетенций, необходимых для разработки «оптического ядра» (источник изображения и дифракционный волновод), полученных за более чем 10 лет работы в ведущих технологических компаниях (WaveOptics, Snapchat) и исследовательских университетах (University of Cambridge, University of Exeter). Достижения членов нашей команды включают разработку оптического дизайна и производственного процесса для дифракционного волновода [WaveOptics Katana](#) (премия [Prism award](#) выставки SPIE Photonics West 2020 ) и разработку оптического дизайна волноводов для очков дополненной реальности [Snapchat Spectacles 24](#).

## Наши сервисы

### Разработка оптического дизайна

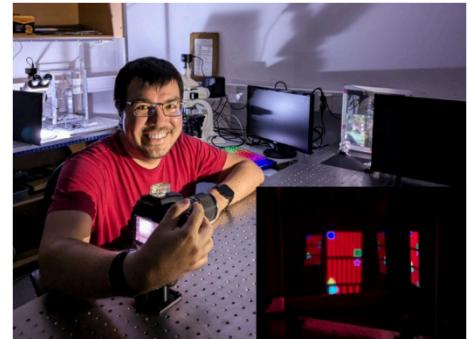
- Моделирования дифракционных волноводов и проекторов изображения для устройств дополненной реальности при помощи программного обеспечения собственной разработки.
- Совместная оптимизация методом RCWA и (не)последовательного трассирования лучей
- Параметры оптимизации: поле зрения (FOV), яркость, контрастность, паразитная засветка ("eye glow"), радужные артефакты и др.
- Модульное программное обеспечение с уникальной функциональностью, включая:

- Моделирование двумерных ДОЭ
- Двунаправленная трассировка лучей (прямой и обратный ход)
- Моделирование передачи изображения
- Расчёт PSF/MTF (функции рассеяния точки и передачи модуляции)

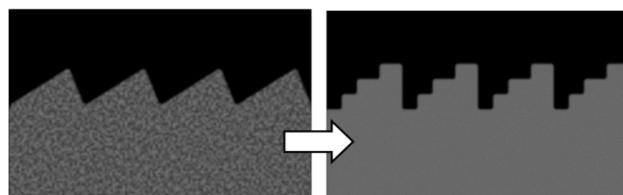


## Создание установок для оптического тестирования

- Разработка и создание автоматизированных установок для тестирования качества изображения дополненной реальности.
- Оценка ключевых параметров изображения
  - Яркость
  - Равномерность цвета
  - PSF/MTF (функции рассеяния точки и передачи модуляции)
  - ANSI-контраст
  - Паразитная засветка ("Eye Glow")
  - Радужные артефакты ("Rainbows")
- Оптическое тестирование ДОЭ и мета-линз
  - Шаг решётки
  - Равномерность характеристик
  - Эффективность дифракции
  - и другие параметры



## Разработка и адаптация методов изготовления



- Внедрение правил проектирования с учётом технологических особенностей и ограничений производства
- Допусковый анализnanoструктур для обеспечения устойчивости к производственным отклонениям

## Внедрение в массовое производство

- Разработка производственных процессов на площадях заказчика:
  - Наноимпринт литография (NIL), оптическая литография (DLR, MPL, DUV)
  - Процессы травления (RIE, ICP, IBE)
  - Нанесение оптических материалов (CVD, PVD, ALD)
- Выявление и коррекция производственных дефектов
- Внедрение Ср-СрК моделей для мониторинга процессов и контроля качества

## Патенты и публикации участников команды

- US11953685B2 (2024), Arseny Alexeev et al., **Angular uniformity waveguide for augmented or virtual reality.**
- EP3871032B1 (2023), Arseny Alexeev et al., **Device for augmented reality or virtual reality display.**
- US20240036257A1 (2024), Arseny Alexeev and Roland Piper, **Optical device.**
- WO2023118266A1 (2023), Arseny Alexeev et al., **Optical waveguide manufacturing method.**
- WO2022221196A1 (2022), Arseny Alexeev et al., **Imaging waveguide.**
- Arseny Alexeev et al, "**Meta-optics for Augmented Reality applications**", Applied Physics Letters 124.26 (2024).