

## **В рамках участия в выставке ФОТОНИКА-2023 аналитики ГК Step by Step собрали материалы о развитии мировой и отечественной отрасли**



С начала XIX века люди используют явление электричества для различных целей – от передачи энергии и информации до научных опытов и создания произведений искусства. Сегодня мы не можем представить свою жизнь без электричества и электроприборов, но на смену электронике уверенно движется молодая наука – фотоника.

В поисках альтернативы электронике для миниатюризации устройств и увеличения скорости передачи данных ученые давно обратили внимание на свет. Частицы света – фотоны – самые элементарные частицы, способные переносить электромагнитное взаимодействие. В отличие от электронов они не имеют массы и заряда, а значит, двигаются быстрее – со скоростью света, а также не подвержены воздействию внешних электромагнитных полей. Кроме того, фотоны обладают гораздо большей дальностью передачи и большей шириной полосы пропускания сигнала. Термин «фотон» в 1926 году ввел в употребление американский физикохимик Гилберт Льюис.

Первым большим шагом к появлению новой науки фотоники стало изобретение лазера в 1958–1960-х годах. В 1964 году за работы в квантовой физике, которые привели к созданию первых мазеров и лазеров, Нобелевскую премию получили советские физики Александр Прохоров и Николай Басов, а также их американский коллега Чарльз Таунс. Это изобретение открыло новую страницу в изучении взаимодействия света с веществом и превращения одной энергии в другую. Лазеры прочно вошли в нашу жизнь, проникнув в медицину, промышленность, науку, военное дело, экологию и многие другие сферы.

Само понятие «фотоника» родилось в нашей стране. Его придумал физикохимик, академик Александр Теренин, занимавшийся в Государственном оптическом институте им. С.И. Вавилова (сегодня входит в холдинг «Швабе») вопросами фотосинтеза. Свой научный труд 1967 года он назвал «Фотоника молекул красителей». Фотонику Теренин определял как науку, изучающую изменение физических и химических свойств вещества под действием света. Однако в мировое научное сообщество термин вошел гораздо позже, утвердившись уже в 1980-е годы.

Современное понятие фотоники более широкое. С одной стороны, это раздел физики, который изучает фотоны, их генерацию, распространение и определение, а также контроль и управление оптическими сигналами. С другой стороны, это раздел техники, занимающийся прикладными аспектами работы с оптическими сигналами и созданием на их базе разнообразных устройств.

Можно сказать, что к концу XX века фотоника фактически заменила собой оптику, включив в себя квантовую электронику, физику и технику лазеров, квантовую оптику и другие направления, для которых базовым процессом является передача энергии и информации посредством фотонов. Сегодня фотоника является аналогом электроники, только вместо электронов она использует квант электромагнитного поля – фотон.

Еще одной революционной технологией, закрепившей успехи фотоники и изменившей мир, стало оптическое волокно. Передавать свет и информацию по стеклянному «кабелю» пробовали и раньше, но достичь нужного уровня технологий удалось только в 1970-е годы. Оптоволокно – это канал, состоящий из оптически прозрачного материала, по которому движется свет. Эта технология позволяет передавать информацию на гораздо большие расстояния и с большей скоростью, чем электронные средства связи.

Именно благодаря оптоволокну широкое распространение получил скоростной интернет, создавший подобие нервной системы для всего человечества, где любая информация распространяется практически мгновенно. Скорость передачи данных в оптоволоконных сетях исчисляется терабитами в секунду. Важная особенность оптоволоконных сетей – сложность в перехвате данных. Ежегодно в России прокладывается около 4 млн км оптоволоконной линии.

В передаче информации с помощью света задействованы три базовых процесса: генерация, передача и распознавание. Для генерации используются не простые лампочки, а лазеры и светодиоды. Передача обязательно должна проходить в прозрачной среде, такой как воздух или оптоволокно. А для распознавания используются специальные устройства – фотодетекторы.

Еще одна интересная сторона применения оптоволоконной линии – способность эффективно поглощать свет. Эта особенность может применяться в камуфляже, в создании телескопов и других устройств.

Мы находимся в самом начале фотонной революции, хотя фотонные устройства уже давно окружают нас – например, светодиоды или лазерные диоды. Эти устройства легкие, компактные, дешевые, прочные и долгоживущие, выделяют меньше тепла и требуют меньше энергии по сравнению с традиционными источниками света.

Технологии фотоники и устройства, созданные на их основе, шаг за шагом находят все большее распространение в мире. За последние 15 лет мировой рынок фотоники вырос более чем в три раза и по оценкам экспертов к 2025 году достигнет 838 млрд долларов США. Наиболее быстрорастущими секторами применения фотоники являются здравоохранение, информация и связь, а также промышленное производство. Без фотоники невозможна современная армия. Рынок растет как за счет увеличения использования уже известных технологий, так и за счет открытия новых. Новые возможности, которые несет фотоника, сравнимы с революционными результатами электрификации начала XX века.

На старте эры фотоники ученые России были в числе пионеров: наше первенство в квантовой электронике и лазерной технике неоспоримо. И сегодня нам необходимо восстанавливать позиции. По объемам продаж фотоники доля нашей страны в общемировом рынке – менее 1%. При этом в России сохранилась сильнейшая физическая школа, работающая именно в русле фотоники. Обладая большим научным потенциалом, мы пока уступаем другим государствам в коммерческом применении.

Крупнейшим в стране экспертом и системным интегратором в области фотоники является холдинг «Швабе» Госкорпорации Ростех. Входящие в него НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха, Московский завод «САПФИР», НПО «Государственный институт прикладной оптики», Уральский оптико-механический завод имени Э.С. Яламова, НПО «Орион» и другие научные институты и предприятия создают уникальные технологии и продукты на основе фотоники.

\*\*\*\*\*

Глобальный рынок фотоники оценивался в 589,82 млрд долларов США в 2020 году, и ожидается, что к 2026 году он достигнет 1019,77 млрд долларов США, что означает среднегодовой темп роста примерно 7,14% в период с 2021 по 2026 год. В октябре 2022 года в Москве на базе информационно-образовательного комплекса «Техноград» прошла конференция по микроэлектронике и фотонике. Эти две наукоемкие промышленные отрасли в России серьезно страдают от недостатка кадров. Помимо этого, темп роста крайне низок. Количество предприятий, специализирующихся на фотонике, за последние четыре года почти не изменилось, а число отраслевых и академических НИИ снизилось. Не увеличивается число университетов, и малых предприятий. Рост показали только медицинские НИИ. На конференции отмечено, что в России до сих пор нет госпрограммы, стимулирующей практическое освоение технологий фотоники. К тому же,

несмотря на усилия вузов, дефицит специалистов не исчезает. Чтобы решить проблему кадрового голода, нужно менять подход к образованию, постоянно актуализировать программы, следить за спросом на рынке и давать студентам возможность практиковаться как можно раньше и в условиях, как можно более приближенных к реальным. В отрасли нужен комплексный подход: наращивание производства, закупка необходимого оборудования и финансирование научных разработок.

\*\*\*\*\*

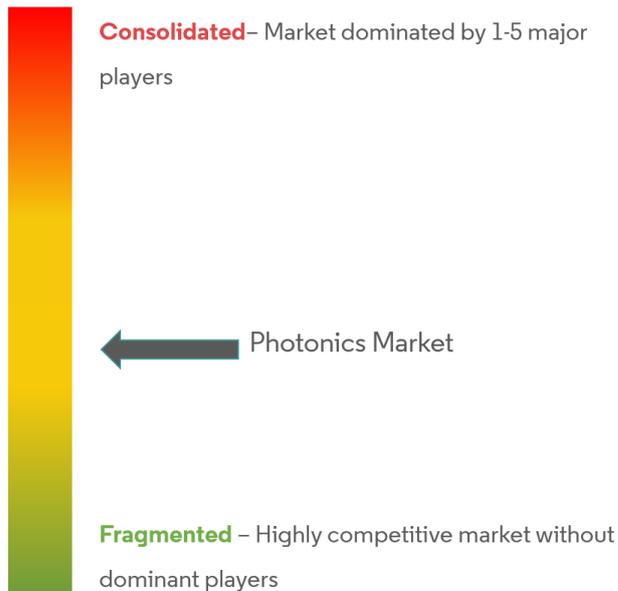
Возвращаясь к мировому рынку фотоники, вспышка COVID-19 затронула многие отрасли. Из-за общенациональной блокировки во всем мире многие компании-производители фотонных устройств сталкиваются с прерыванием цепочки поставок и неэффективностью производства. Однако вспышка COVID-19 расширила сферу применения фотонных устройств в сфере здравоохранения. С тех пор, как разразилась пандемия COVID-19, исследователи биофотоники активизировали свои усилия, чтобы положиться на свои передовые технологии в борьбе с инфекцией и вирусом, который является ее причиной.

Рынок фотоники сильно фрагментирован, и основные игроки использовали различные стратегии, такие как расширение, запуск новых продуктов, партнерство, соглашения, совместные предприятия и приобретения, среди прочего, чтобы увеличить свое присутствие на этом рынке.

Основные игроки:

- Hamamatsu Photonics KK
- Intel Corporation
- POLATIS INCORPORATED (HUBER+SUHNER)
- Alcatel-Lucent SA (Nokia Corporation)
- Molex Inc. (Koch Industries)

## Market Concentration



Source: Mordor Intelligence



Азиатско-Тихоокеанский регион занимает наиболее значительный рынок из-за присутствия развивающихся экономик, таких как Китай и Индия. Наличие дешевой рабочей силы в сочетании с благоприятными инициативами правительства стимулирует рост рынка.

- Например, Китай стремится стать мировым лидером в производстве к 2025 году благодаря своей инициативе «Сделано в Китае 2025». В настоящее время Китай является лидером в производстве смартфонов и другой бытовой электроники, такой как плоские дисплеи и осветительные приборы. Таким образом, благодаря этой инициативе Китай стремится стать мировой «фабрикой», а взамен окажет положительное влияние на рынок.
- Более того, с ростом числа молодых кадров в таких странах, как Индия, увеличивается располагаемый доход, что является еще одной основной причиной, которая, как ожидается, будет стимулировать рынок. Это связано с тем, что основные поставщики расширяют свое присутствие в стране за счет партнерства или слияний и поглощений, чтобы получить конкурентное преимущество. Например, Sansui Electric Co., Ltd в партнерстве с Jaina Group из Нью-Дели объявила о создании к июню 2020 года в Гургаоне завода по производству телевизоров, стиральных машин, холодильников и кондиционеров. лицензионное соглашение и планирует инвестировать 1000 крор индийских рупий в следующие три года. Ожидается, что такая инициатива расширит рынок.

## Photonics Market - Growth Rate by Region (2021 - 2026)



### Мировые тенденции в фотонике:

- Растут лидар или аддитивное производство. Лидарная технология десятилетиями использовалась для анализа распределения газов и загрязняющих веществ в атмосфере. В последние годы эта технология стала важной для автономного вождения.
- Ключевым драйвером рынка становится применение фотоники на основе кремния является. Гибридные кремниевые лазеры (кремний и полупроводник группы III-V) используются в телекоммуникациях и центрах обработки данных, что дает преимущество светоизлучающих свойств полупроводниковых материалов III-V.
- Технологические достижения в области технологий на основе света стимулировали новую волну инноваций, обеспечивая устойчивые решения глобальных проблем, что было определено в качестве основного движущего фактора для мирового рынка.
- Однако из-за высокой стоимости приложений фотоники рынок, как ожидается, столкнется с проблемами в будущем.
- Кремниевая фотоника развивающийся сегмент отрасли, явное преимущество перед электрическими проводниками, используемыми в полупроводниках для высокоскоростных систем передачи.
- В центрах обработки данных оптические соединения на основе оптоволокна могут использоваться для обеспечения двухточечных соединений, обеспечивающих широкополосную передачу данных между стойками. Однако из-за использования объемных оптических компонентов ключевыми недостатками являются высокое энергопотребление и стоимость.

- Интеграция кремниевых фотонных устройств может быть использована для широкополосной, многоканальной, мультиплексированной с разделением по длине волны и эффективной оптической связи. Ключевым примером использования этих оптических интегральных схем для замены объемных оптических компонентов их функциональными эквивалентами на монолитном кремнии является реализация встроенного в кристалл монитора спектра с разделением каналов и сетевого узла на кристалле.
- Кремниевый фотонный трансивер 100G завоевывает долю рынка благодаря своей высокой скорости передачи данных с будущей интеграцией в технологию 5G. Ассортимент кремниевых фотонных приемопередатчиков 100G корпорации Intel оптимизирован для удовлетворения требований к полосе пропускания инфраструктуры связи следующего поколения, а также для работы в суровых условиях окружающей среды.

Используемые материалы:

<https://rostec.ru/news/fotonika-elektronika-budushchego/>

<https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/photronics-market-market>

<https://iz.ru/1410220/olesia-ternopolskaia/kadrovoe-bezrybe-cto-proiskhodit-v-strane-s-mikroelektronikoi-i-fotonikoi>