



С наступившим Новым годом, уважаемые коллеги!



От имени Совета Лазерной ассоциации и Секретариата Российской технологической платформы «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – фотоника» желаю вам непоколебимого здоровья и успешной реализации всех планов, намеченных вами на 2024-й год!

Технологии фотоники, основанные на использовании лазерного излучения, сегодня активно востребованы во всех сферах деятельности, во всех отраслях экономики – мы-то с вами это хорошо знаем – и наша отрасль, создающая методы и оборудование для реализации возможностей фотоники, в мире быстро развивается. Объем ее рынка, по оценкам западных аналитиков, должен достичь триллиона долларов в год уже в ближайшие два-три года, что, между прочим, в два с лишним раза больше, чем весь мировой рынок микроэлектроники и нанотехнологий, вместе взятых. И растет спрос на технологии фотоники гораздо быстрее, что подтверждает известный вывод экспертов Еврокомиссии – именно фотоника является в последние годы локомотивом инновационного развития мировой экономики.

В России промышленность, связь, здравоохранение, оборона тоже остро нуждаются в технологиях фотоники и, судя по данным ведущих российских компаний – производителей соответствующего оборудования, в 2023-м году существенно вырос и госзаказ на него, и спрос на внутреннем рынке, с которого ушли западные компании. Вспыхнувшую два года назад проблему недоступности импортных материалов и комплектующих изделий подавляющее число наших компаний для себя решили тем или иным способом, и сейчас появилось большое количество новых моделей отечественной лазерно-оптической и оптоэлектронной техники – от источников лазерного излучения до законченных функциональных устройств, станков и аппаратов – не использующих «западную» элементную базу. На нашей выставке «Фотоника. Мир лазеров и оптики», которая откроется 26 марта в московском Экспоцентре, эти модели появятся в большом разнообразии. Но нужно отметить, что и продукция наших китайских коллег будет там представлена весьма широко – число компаний из КНР, заявившихся на эту выставку, уже вдвое больше, чем было в прошлом году. Зная о том, какой мощной господдержкой пользуются китайские производители хай-тека при выходе на внешние рынки, можно с уверенностью предположить, что борьба за российских потребителей продукции фотоники нашим фирмам предстоит серьезная. И участвовать в ней, отметим, лучше не поодиночке.

Лазерная ассоциация и организованная ею технологическая платформа «Фотоника» предоставляют отечественным организациям, работающим в области лазеров, оптики и оптоэлектроники, прекрасную возможность объединения усилий для решения общеотраслевых задач, преодоления общих – всем мешающих – трудностей. Членами ЛАС и

В номере:

- С Новым годом! *И.Б.Кови*
- Справка о результатах опросов, проведённых в ЛАС и ТП «Фотоника» в ноябре-декабре 2023г.
- Фотоника в Индии
- Курс на опережение *В.Журба, В.Чучин*
- **ПО СЛЕДАМ НАШИХ ПУБЛИКАЦИЙ.** Что есть термин «интенсивность излучения» в оптике и фотометрии? *Д.А.Рогаткин*
- **ЮБИЛЕИ. Г.М.Звереву – 90!**
- **ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ**

участниками ТП являются сегодня более двухсот наиболее активных и сознательных отраслевых предприятий, НИИ, ВУЗов, лазерно-технических и лазерно-медицинских центров, заинтересованных в комплексном развитии отечественной фотоники. Естественно, в первую очередь они хотят развития собственных компаний и лабораторий, но понимают, что разового, кратковременного успеха они могут достичь и сами по себе (хотя помощь отраслевого сообщества никогда не помешает), а вот создать себе только своими силами условия для долговременного стабильного роста в наших реалиях не получится. Ассоциация и техплатформа как раз и борются за создание таких условий в стране – одновременно предоставляя информационную и экспертно-консультационную поддержку каждому из своих членов.

Состоявшийся в марте прошлого года очередной съезд ЛАС подтвердил необходимость активной работы по всем ставшим уже традиционными направлениям её деятельности, добавив к ним создание «пробной» студенческой секции при Региональном центре ЛАС (в С.Петербурге). Обновлённый съездом Совет ЛАС и давно сложившийся аппарат Ассоциации, работающий сейчас в формате ООО «ЛАС-фотоника», чётко выполняют программу, принятую съездом. Мероприятия ЛАС и ТП подробно освещаются в «Лазер-Информе», поэтому просто перечислю важнейшие за 2023-й год, без деталей.

Успешно прошла организуемая Лазерной ассоциацией и московским Экспоцентром ежегодная выставка «Фотоника. Мир лазеров и оптики», снова выросшая и по площади стендов, и по числу посетивших её специалистов. Состоялся очередной – уже десятый – Конгресс технологической платформы, включивший в себя 17 научно-практических конференций по всем тематикам современной фотоники. Состоялись очередные конкурсы ЛАС – новых разработок в области оборудования фотоники, выведенных на рынок, и выпускных квалификационных работ бакалавров, магистров и аспирантов по «лазерной» тематике. Были составлены и переданы членами ЛАС обновлённые каталоги-справочники на четыре с лишним тысячи моделей продукции нашей отрасли, предлагаемых отечественными изготовителями на открытом рынке (темпы обновления номенклатуры этой продукции – источники излучения, лазерная оптика, технологическое, измерительное и медицинское оборудование, аппаратура оптической связи и информатики и др. – составляют в среднем 10-20% в год, поэтому Секретариат ЛАС ежегодно обновляет эти каталоги). Регулярно выходил «Лазер-Информ» (24 номера в год), рассылались членам ЛАС ежемесячные информационные подборки (за год – около 120 аналитических статей, постановлений, сообщений, пресс-релизов и др.). Ассоциация предоставила информационную и организационную поддержку ряду конференций и семинаров, проводившихся институтами и университетами – членами ЛАС. Совет ЛАС и Секретариат ТП «Фотоника» подкорректировали структуру техплатформы, которая состоит теперь из 19 равноправных тематических рабочих групп (устранено деление на «группы» и «подгруппы»).

По нашей инициативе были подготовлены коллективные обращения российских технологических платформ – в Правительство РФ (вице-премьеру *Д.Н.Чернышенко*, заявившему на «Технофоруме» в Новосибирске в августе о необходимости совершенствовать систему экспертизы в России, – с предложением использовать уникальные возможности действующих техплатформ для экспертизы отраслевых программ и проектов) и в Минэкономразвития (министру *М.Г.Решетникову* – о необходимости радикальной доработки вынесенного на обсуждение проекта Федерального закона «О технологической политике»). Полученные ответы уклончивы, но позволяют надеяться, что предложения платформ будут учтены. Организовано постоянное взаимодействие с «Деловым центром экономического развития СНГ» при Исполкоме СНГ.

В конце года секретариаты ЛАС и ТП провели анкетные опросы членов ЛАС и участников ТП, соответственно. Анализ полученных ответов публикуется в этом же номере «Л-И». Что самое важное – работа Ассоциации, безусловно, востребована отраслевым сообществом. Хотелось бы, чтобы в наступившем году эта востребованность активнее подтверждалась уплатой годовых членских взносов.

В наступившем году работа ЛАС и ТП продолжится по всем ее традиционным направлениям.

Одной из важнейших задач на этот год считаю борьбу за принятие на правительственном уровне решения о необходимости достижения в сжатые сроки технологического суверенитета России в области фотоники и, соответственно, разработки государственной программы развития нашей отрасли и широкого практического освоения в стране предлагаемых ею высокоэффективных лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий. А в рамках СНГ необходима, конечно, активизация взаимодействий с республиканскими центрами ЛАС, создание – с помощью Евразийской комиссии и Делового центра СНГ – условий для совместной работы, трансфера технологий, реализации многосторонних проектов.

Согласно китайскому календарю, 22 января 2024г. наступает год Зеленого Деревянного Дракона – «удивительный и полный возможностей для тех, кто верит в свои силы, преодолевает страх и придерживается плана». Мы, конечно, не полагаемся на китайскую мифологию, но, может быть, год станет хорошим и для тех, кто не верит в помощь драконов? Давайте на всякий случай верить в свои силы, преодолевать страхи и придерживаться программы, принятой съездом ЛАС.

С Новым годом, уважаемые коллеги по Лазерной ассоциации и отраслевой технологической платформе «Фотоника»! Удачи!

И.Б.Ковш, президент ЛАС

Справка о результатах опросов, проведенных в ЛАС и ТП «Фотоника» в ноябре-декабре 2023г.

В Лазерной ассоциации регулярно (примерно раз в 2 года) проводятся анкетные опросы организаций-членов ЛАС. Их целью является получение данных, необходимых Совету ЛАС для более полного учёта задач и проблем этих организаций, которые они намерены решать с помощью Ассоциации, а также получение информации, нужной аппарату ЛАС для актуализации и корректировки своей повседневной работы. Одновременно это напоминание членам ЛАС о направлениях деятельности Ассоциации и, соответственно, о возможностях получения от неё помощи и поддержки.

Очередной такой опрос был проведён в ноябре прошлого года. А через 2 недели после него был организован аналогичный опрос в российской технологической платформе «Фотоника». Вопросы участникам ТП Секретариат ТП задал другие, но конечная цель была аналогичной – получение информации, полезной для повышения эффективности техплатформы как экспертно-аналитической и коммуникационной общепромышленной структуры.

Ниже кратко излагаются полученные результаты.

Опрос членов Лазерной ассоциации

Вопросники были направлены в 102 действующие российские организации (23 производственные компании, отраслевые НИИ и НПО, 13 академических институтов, 15 университетов, 51 малое предприятие), а также в Ассоциацию "Оптика и лазеры", которая выполняет функции республиканского центра ЛАС в Беларуси. Ответы были получены от 51 организации (49%).

1. Нуждается ли ваша организация сегодня в кадрах для работ в области фотоники и её применений? (количество респондентов, ответивших «да»)

	ПО, НПО, НИИ	РАН	ВУЗ	МП
Инженерные кадры	100%	87%	71%	90%
Технического уровня	70%	37%	28%	90%
Рабочие специальности	58%	62%	28%	47%

Кадры необходимы всем категориям организаций. Особенно нужны высококвалифицированные инженерные кадры. Кадры технического уровня нужны в малых и крупных производственных предприятиях.

2. Планируете ли вы использовать поддержку ЛАС для своих действий в 2023-2024гг.

	ПО, НПО, НИИ	РАН	ВУЗ	МП
при подаче проектов в институты развития <i>не решили</i>	да - 41% нет - 24% 35%	да - 62% нет - 0 38%	да - 71% нет - 0 29%	да - 47% нет - 21% 32%
при взаимодействии с властными структурами <i>не решили</i>	да - 18% нет - 29% 53%	да - 38% нет - 13% 49%	да - 57% нет - 14% 29%	да - 36% нет - 26% 48%
в поиске необходимых партнеров <i>не решили</i>	да - 47% нет - 12% 41%	да - 62% нет - 13% 25%	да - 86% нет - 14%	да - 63% нет - 16% 21%
при организации своих выступлений на конференциях, форумах, в отраслевых изданиях, в СМИ <i>не решили</i>	да - 71% нет - 12% 17%	да - 75% нет - 0 25%	да - 86% нет - 0 14%	да - 57% нет - 21% 22%
при организации своих мероприятий (конференции, семинары, школы, презентации, издания и др.) <i>не решили</i>	да - 29% нет - 29% 42%	да - 25% нет - 13% 62%	да - 71% нет - 14% 15%	да - 47% нет - 21% 32%
при организации международной деятельности <i>не решили</i>	да - 29% нет - 24% 47%	да - 38% нет - 0 62%	да - 57% нет - 29% 14%	да - 52% нет - 11% 37%

Большинство опрошенных планируют использовать поддержку ЛАС для организации своих выступлений на конференциях и при поиске партнеров (здесь все категории организаций были единодушны). В ВУЗах есть также потребность в помощи при организации собственных мероприятий, им и институтам РАН важна помощь при подаче проектов в институты развития. Помощь при организации международной деятельности наиболее важна малым предприятиям и ВУЗам.

3. Какие источники информации наиболее важны вам для составления своего мнения о текущей деятельности ЛАС? (можно было отметить более одного)

	ПО, НПО, НИИ	РАН	ВУЗ	МП
«Лазер-Информ»	82%	75%	71%	74%
Сайты ЛАС и ТП	29%	25%	29%	42%
Журнал «Фотоника»	88%	50%	71%	68%
Выставка и конгресс «Фотоника»	82%	100%	100%	89%
Текущее общение с коллегами	76%	75%	71%	63%

Если усреднять по всем ответившим, то 90% опрошенных считают выставку и конгресс «Фотоника» наиболее важным источником информации о состоянии отрасли, 76% отметили важность бюллетеня «Лазер-Информ», 73% назвали журнал «Фотоника», 70% - текущее общение с коллегами. Сайты ЛАС и ТП наименее популярны в качестве источника информации – их указали всего 33% ответивших.

В трёх анкетах были упомянуты по одному разу и другие источники информации – 2 российских журнала («Оптический журнал» и «Прикладная фотоника»), а также зарубежные издания, международные и отечественные конференции и семинары, анализ научных публикаций – но всё без конкретизации.

4. Какие тематики в подборках рассылаемых Секретариатом ЛАС информационных материалов наиболее интересны для вас?

	ПО, НПО, НИИ	РАН	ВУЗ	МП
О решениях действующих госорганов	53%	50%	71%	53%
О событиях в науке, технике...	100%	88%	100%	100%
публицистические	71%	25%	14%	63%
общепознавательные	24%	25%	14%	21%

Наиболее полезными материалами в информационных подборках респонденты считают:

- информацию о событиях в науке и технике – так ответили практически все;
- публицистические материалы и материалы о решениях действующих госорганов отметили чуть более 50%
- наименее востребованными являются общепознавательные материалы – всего 21% респондентов.

5. Какие направления деятельности ЛАС, заданные решением съезда ЛАС от 28.03.2023, вы считаете наиболее актуальными для вашей организации? Что нужно добавить?

- Для крупных предприятий, НПО и НИИ главное – это взаимодействие между организациями ЛАС, представление интересов сообщества в органах власти, взаимодействие с профильными госорганами для улучшения подготовки кадров, поддержка проектов.
- Для институтов РАН наиболее важны организация поддержки проектов по фотонике, оказание помощи членам ЛАС.
- Для ВУЗов – взаимодействие между организациями ЛАС, поддержка заявленных ими проектов.
- Для малых предприятий основное – это взаимодействие между членами ЛАС, оказание помощи членам ЛАС, организация поддержки проектов, информационная поддержка
- Дополнительно двумя респондентами были предложены и другие возможные направления деятельности ЛАС: во-первых, стимулирование создания комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла для отрасли в целом, во-вторых, организация международного сотрудничества с развитыми странами, помимо КНР.

В заключение отметим, что активность участия в этом опросе оказалась весьма различающейся у различных категорий организаций-членов ЛАС. Ответы представили 74% опрошенных производственных компаний, отраслевых НИИ и НПО, 60% академических институтов, 47% университетских структур и лишь 37% малых предприятий (и то – после многократных напоминаний). А ведь обязанность членов ЛАС отвечать на запросы аппарата Ассоциации предусмотрена Уставом ЛАС, и все члены ЛАС в своих заявлениях о вступлении обязались этот Устав соблюдать... Рассчитывать на помощь отраслевого объединения и при этом игнорировать его вопросы о том, что, собственно, требуется – это как-то нелогично, мягко говоря.

Опрос участников российской ТП «Фотоника»

Всего разослано 183 вопросника, в т.ч. в крупные производственные компании и НПО – 32, НИИ (включая академические институты) – 42, университеты – 42, малые предприятия – 67.

В течение двух недель было получено 42 ответа. Активность участия в опросе организаций разных категорий оказалась следующей (% от всех откликнувшихся): ПП и НПО – 12%, НИИ – 24%, ВУЗы – 36%, малые предприятия – 20%. Среди тематических рабочих групп техплатформы наиболее ответственно подошла к делу РГ5 «Метрологическое обеспечение фотоники» – вопросник заполнили 70% её членов, а вот выделенные в прошлом году из состава объединённой РГ «Лазерные технологии в промышленности» новые рабочие группы – РГ7 «Лазерная микрообработка» и РГ8 «Контрольно-измерительные и диагностические технологии» – по-видимому ещё не функционируют должным образом, они практически не откликнулись на запрос Секретариата ТП.

В части организации деятельности техплатформы была получена следующая информация:

	ПП, НПО	НИИ	ВУЗы	МП
Состав РГ адекватно отражает активность отечественной фотоники в соответствующем тематическом секторе	да – 40% более или менее – 40% нет – 20%	да – 50% более или менее – 50% нет – 0	да – 60% более или менее – 40% нет – 0	да – 50% более или менее – 50% нет – 0
Поддерживается ли рабочей контакт с координатором РГ	да – 40% нет – 60%	да – 75% нет – 25%	да – 71% нет – 29%	да – 36% нет – 64%
Организация принимала участие в очередном обновлении Стратегической программы ТП	да – 20% нет – 80%	да – 40% нет – 60%	да – 40% нет – 60%	да – 25% нет – 75%
Одобряется ли активность Секретариата ТП в части организации нормативной базы деятельности российских ТП	да – 40% нет – 0 не знаю о ней – 60%	да – 88% нет – 0 не знаю о ней – 12%	да – 79% нет – 7% не знаю о ней – 14%	да – 64% нет – 0 не знаю о ней – 36%

Ни одна из ответивших организаций не заявила о неадекватном составе своей рабочей группы (и, заметим, конкретных предложений о приглашении в РГ каких-то дополнительных участников практически не было), но вот отсутствие постоянных рабочих контактов у многих участников ТП с координаторами своих рабочих групп и, как очевидное следствие, неучастие в разработке Стратегической программы ТП, вызывает тревогу.

По-видимому, и малое число участников ТП ответивших на вопросы Секретариата техплатформы обусловлено этой же причиной – слабой вовлечённостью многих участников ТП в её текущую деятельность.

В части своей текущей деятельности участники опроса сообщили:

	ПП, НПО	НИИ	ВУЗы	МП
Участие организации в выставке «Фотоника-2023»				
- со своим стендом	40%	30%	7%	25%
- только посещением	40%	30%	40%	50%
- нет	20%	40%	53%	25%
Участие организации в Конгрессе ТП в 2023г.				
- с докладами	20%	30%	20%	25%
- очные слушатели	20%	39%	13%	17%
- дистанционные слушатели	0	0	7%	25%
- нет	60%	40%	60%	33%
Планы участия в выставке «Фотоника-2024»				
- со своей продукцией	40%	40%	7%	25%
- только посещение	40%	40%	50%	42%
Планы участия в Конгрессе ТП в 2024г.				
- с докладами	40%	50%	27%	8%
- очные слушатели	20%	50%	20%	25%
- дистанционные слушатели	40%	10%	14%	17%
Планы участия в конкурсах ЛАС этого года				
- в конкурсе разработок	60%	40%	7%	8%
- в конкурсе выпускных работ	20%	10%	73%	8%

Активность участия респондентов в выставке «Фотоника. Мир лазеров и оптики» в 2023 и 2024гг. остаётся примерно одинаковой, в Конгрессе ТП в 2024г. должна быть несколько выше, чем в предыдущем году, в конкурсах ЛАС – вполне разумной (около 50% ответивших предприятий-изготовителей продукции фотоники планировали заявиться на конкурс разработок, три четверти ВУЗов собирались представить на конкурс лучшие квалификационные работы своих выпускников.).

На вопрос о том, какие источники информации из числа предлагаемых Лазерной ассоциацией и Секретариатом техплатформы больше всего используют участники ТП в своей текущей деятельности, 65% респондентов указали «Лазер-Информ», 55% – информационные подборки, ежемесячно рассылаемых секретариатом ЛАС, 45% – новостные разделы сайтов ЛАС и ТП, 29% – каталоги-справочники ЛАС по отечественной продукции фотоники. Интересно отметить, что наиболее активными пользователями перечисленных информационных источников среди участников ТП являются малые предприятия и университеты.

Отраслевые НИИ и предприятия, по-видимому, пользуются, в основном, информацией, получаемой «сверху», по ведомственным каналам.

Суммируя результаты проведённых опросов, можно сделать вывод, что принятая на прошлогоднем съезде ЛАС программа деятельности Ассоциации с её акцентами на активизацию взаимодействия членов ЛАС, помощь им в решении текущих задач и содействие информационному и кадровому обеспечению отрасли вполне адекватно отражает сегодняшние интересы членов Ассоциации, и работа Совета и аппарата ЛАС по реализации этой программы не требует каких-то существенных корректировок. В техплатформе явно требуется улучшение связей внутри рабочих групп. Будем надеяться, что проведенная в конце прошлого года корректировка структуры техплатформы позволит быстро решить эту задачу.

Л.В.Беднякова, Е.Н.Макеева, Секретариат ЛАС

Фотоника в Индии



В Лазерную ассоциацию поступило приглашение организовать коллективную российскую экспозицию («Русский павильон») на крупнейшей профильной выставке в Индии – «Laser. World of Photonics India», которая состоится 7 - 9 ноября этого года в Мумбае. Устроитель этой выставки – компания Messe Muenchen India Pvt. Lt – обещают нам гораздо более выгодные условия, чем для индивидуальных участников, и широкие возможности контактов с индийским бизнесом.

Предлагаем заинтересованным организациям нашей отрасли сообщить о своём желании участвовать в такой экспозиции, чтобы можно было принять решение об организации соответствующего проекта.

Ниже публикуем информационную подборку о рынке фотоники в Индии – по материалам, опубликованным в Интернете, а также полученным от организаторов выставок в Мумбае.

Рынок фотоники

Согласно внутренним оценкам, рынок фотоники, т.е. годовой объём продаж соответствующей техники в Индии в 2026г. достигнет уровня в 70 млрд долл. Среднегодовой темп его роста с 2021 по 2026гг. составит 7,9% (см. **рис.1**). Индийские эксперты считают главными секторами этого рынка фотоэлектрическую энергетику, биофотонику, дисплеи, производство оптических компонент, включая оптоволокно, обработку промышленных материалов. По конечным потребителям рынок сегментирован на телекоммуникации, бытовую электронику, энергетический сектор, аэрокосмическую и оборонную промышленность, автомобилестроение, железнодорожный транспорт. Растущее использование фотоники в датчиках, светодиодном уличном освещении на солнечной энергии, гарнитурах для мобильных домашних кинотеатров и т.д. способствует увеличению сегмента бытовой

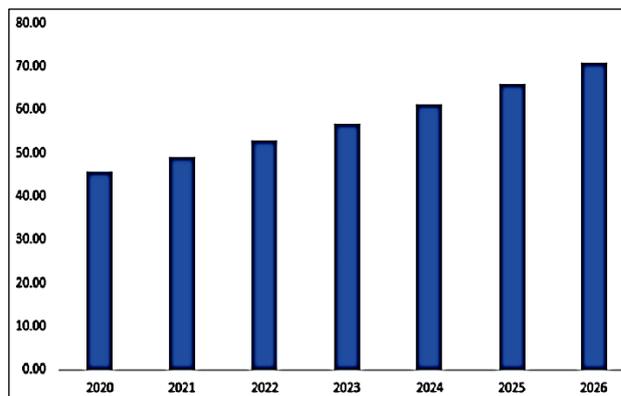


Рис.1 *Динамика роста рынка фотоники Индии.*

электроники в индийском рынке фотоники, его доля в 2020г. составила 24,3%.

Рост спроса на быстрый Интернет наряду с широким распространением Интернета в стране привёл к активному использованию оп-

тического волокна, что существенно способствовало росту его рынка в Индии. Помимо телекоммуникационной отрасли оптические волокна нашли широкое применение в медицинском секторе, поскольку они используются в качестве световодов и в хирургии, и в терапии. Волоконная оптика широко используется в вооружённых силах и обороне для обеспечения надёжной и безопасной связи.

Потребность в фотонных технологиях в сфере здравоохранения быстро растёт в Индии из-за роста населения страны и развития соответствующей промышленности. Лазерная аппаратура уже широко используется при глазных операциях, для удаления камней, для уменьшения размеров опухоли при терапии рака, в косметической хирургии. В январе 2021г. получено разрешение на использование и начато коммерческое производство лазерной системы для ЛОР-хирургии и отоларингологической хирургии.

Автомобилестроение, на долю которого приходится 49% промышленного ВВП Индии и 7,1% общего ВВП страны, уже восстанавливается после пандемии COVID-19 (см. **рис.2**), а к 2026 году прогнозируется его рост до беспрецедентных 250 – 280 млрд долл. Эта отрасль индийской промышленности является главным потребителем лазерных технологий – главным образом, лазерной резки. Рынок станков для лазерной резки является сегодня самым быстрорастущим лазерным рынком Индии, в ближайшие пару лет индустрия лазерной резки должна вырасти здесь в 1,5 раза. Основной тип используемых источников лазерного излучения – волоконные лазеры. На этом рынке доминируют китайские производители лазерных станков, такие как HSG Laser, Bodor Laser, Hans Laser и др.,

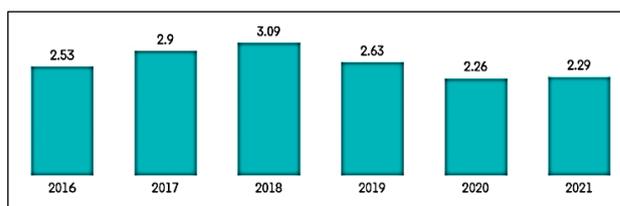


Рис.2 Динамика рынка автомобилестроения Индии (млрд долл.), 2015-2021

имеющие мощных дистрибьютеров в Индии. Но местное производство устройств для лазерной резки тоже набирает обороты, что активно поддерживается государственными субсидиями в рамках правительственной инициативы «Сделай в Индии». Малые и средние предприятия, включившиеся в эту инициативу, получают до 80% всех субсидий в промышленность. Примером успешной на этом рынке местной компании может служить Amada (India) Pvt. Ltd., которая в феврале 2020г. запустила в производство станок с волоконным лазером мощностью 9 кВт с модуляцией луча, который может использоваться для резки толстых металлических листов и изделий. Индия входит в десятку крупнейших стран – производителей стали в мире, а в I квартале 2022г. была единственной в этой десятке, где наблюдался рост производства стали по сравнению с предыдущим годом (на 5,9%). По данным Индийского института сварки почти 90% всей производимой в стране стали подвергается сварке в процессе использования, поэтому ожидается, что в Индии в ближайшие годы будет существенно расти спрос на оборудование для лазерной сварки. В рамках инициативы «Сделай в Индии» уже организовано производство линейки 3D-принтеров по металлу, использующих технологию селективного лазер-

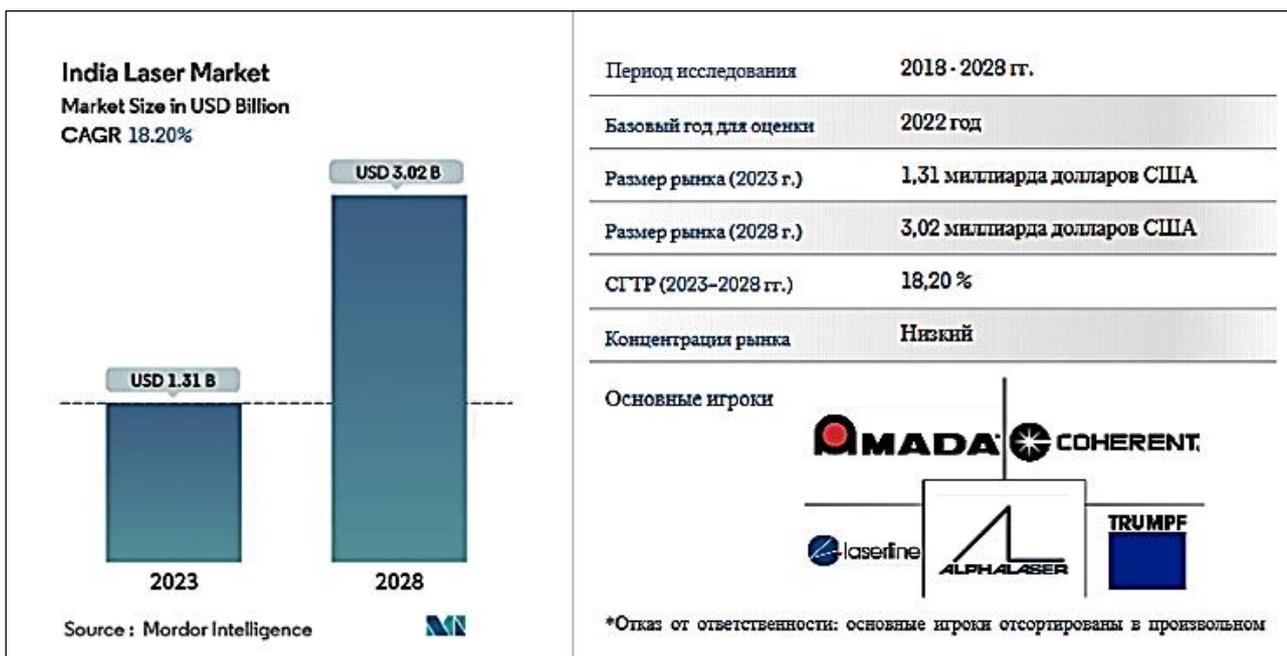


Рис.3 Динамика роста рынка источников лазерного излучения в Индии.

ного плавления, и аддитивные лазерные технологии, несомненно, тоже будут активно востребованы в стране.

В Индии лазерные технологии активно используются также для маркировки, для обработки алмазов, для микрорезки (в электротехнической и медицинской промышленности).

Но нужно отметить, что Индия является развивающейся страной, ей не хватает образованных технических специалистов для использования технологий фотоники, что сдерживает рост этого рынка.

Лазерный рынок

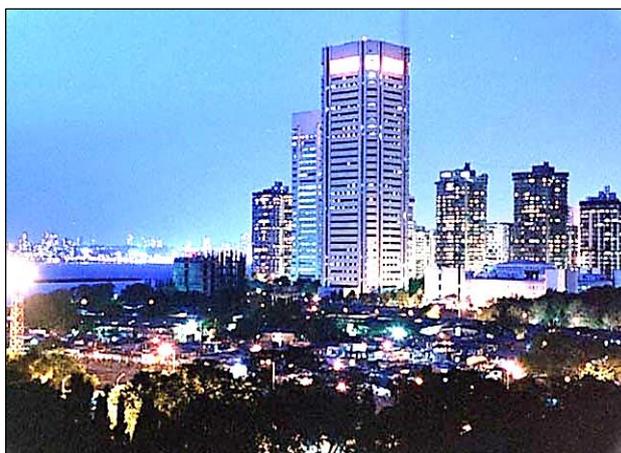
Ожидается, что рынок источников лазерного излучения вырастет в Индии с 1,3 млрд долл. в 2023г. до 3 млрд долл. в 2028г. при среднегодовом темпе роста в этот период в 18,2% (*рис.3*). Индийский лазерный рынок по своей природе фрагментарен, барьеры для входа новых игроков – низкие, при этом доходы производителей лазерного оборудования, действующих на этом рынке, заметно растут, что обостряет конкуренцию.

Выставка «Laser. World of Photonics India»

Эта выставка является главной в стране платформой для продвижения лазерных и оптических технологий, демонстраций компонентов и систем, возможностей их использования. Она проводится с 1985 года.

В 2023г. она проходила в Бангалоре в сентябре и собрала более 200 экспонентов, заняв более 5 тыс. кв. метров выставочной площади. На стендах было представлено следующее оборудование:

- Лазерные системы для промышленного производства – 14%
- Биофотоника и медицинская техника – 12%
- Лазеры и оптоэлектроника – 12%



- Оптические системы измерений – 9%
- Оптика – 8%
- Оборудование для изготовления оптики – 8%
- Другое – 27%

Выставку посетили более 7 тыс. специалистов из 17 стран. Они представляли следующие отрасли:

- Электротехника, электроника, полупроводники – 15%
- Автомобилестроение – 13%
- Станкоинструментальная промышленность – 8%
- Листообработка – 7%
- Наука, исследования и разработки – 5%
- Аэрокосмическая и авиационная промышленность – 5%
- Контрактное производство, джоб-шопы – 5%
- Здравоохранение, медицинская техника – 4%
- Точная механика, оптика – 3%
- Другое – 35%

В 2024г. выставка будет проводиться в 12-й раз. Она состоится в центральном выставочном центре Мумбая 7-9 ноября. Прогнозируется существенное увеличение числа посетителей.

**В конце декабря и в течение января в офис ЛАС
поступило большое количество новогодних поздравлений,
адресованных президенту и сотрудникам Лазерной ассоциации,
Секретариату технологической платформы «Фотоника».**

**Выражаем искреннюю признательность
за добрые слова и пожелания.**

Еще раз всех – с наступившим 2024-м годом!

*Л.В.Беднякова, Т.Н.Васильева,
В.И.Волгин, И.Б.Ковш, Е.Н.Макеева,
Т.А.Микаэлян, О.И.Семова*

Курс на опережение

В.Журба, ген. директор, В.Чучин, рук. направления лазерной медтехники, ООО «НПП «ВОЛО», С.Петербург



Сложная геополитическая обстановка и санкционное давление повлекли полную перестройку экономических процессов в нашей стране. В новых реалиях отечественные компании ускоренно создают собственные инновационные продукты, стремясь обеспечить технологический суверенитет РФ, в том числе и в лазерной медицине.

В настоящее время применение лазеров при хирургическом лечении некоторых заболеваний имеет ряд несомненных преимуществ в сравнении с традиционным «холодным» скальпелем. Разрез, выполненный лазерным инструментом, полностью асептичен, при рассечении тканей происходит быстрый гемостаз сосудов в ране, поэтому хирург работает на относительно «сухом» операционном поле, что сокращает время операции.

Развитие полупроводниковых лазерных диодов привело к появлению на рынке мощных лазеров синего цвета, что не было замечено в медицинской отрасли, стимулировав развитие здесь технологий, призванных служить альтернативой имеющимся традиционным подходам при хирургических операциях. Лазерное излучение синего спектра обладает высоким коэффициентом поглощения в крови за счёт высокого содержания в ней гемоглобина (*рис.1*), что позволяет создать уникальный хирургический инструмент, обладающий возможностями для селективной фотокоагуляции капилляров слизистой оболочки и подлежащих тканей с одновременным сохранением целостности и всех функциональных свойств слизи-

стого эпителия. Синее лазерное излучение не вызывает тотального нагрева биологических тканей, находящихся на периферии зоны лазерного воздействия, что снижает объём некротических изменений и ускоряет заживление тканей в послеоперационном периоде. Эти преимущества определяют выбор в хирургическом лечении патологий ЛОР-органов в пользу синего лазера.

Разработанный в ООО «НПП ВОЛО» хирургический лазерный аппарат АЛПХ-01-«ДИОЛАН» (*рис.2*) с длиной волны 450 нм и максимальной мощностью рабочего лазерного излучения 10 Вт в ходе клинического применения в ряде ведущих медицинских учреждений страны ЛОР-профиля показал высокие резекционные и фотоангиолитические свойства. В ходе сравнения нашего аппарата в части лечебных возможностей с аппаратом TrueBlue зарубежного производства фирмы A.R.C. Laser GmbH установлено, что АЛПХ-01-«ДИОЛАН» не уступает иностранному аналогу, а в части оснащённости рабочим волоконно-оптическим инструментом с различными сменными насадками собственного производства – превосходит.

Аппарат АЛПХ-01-«ДИОЛАН» с длиной волны 450 нм комплектуется съёмными светофильтрами, совместимыми с эндоскопами и микроскопами различных производителей, что позволяет использовать эти оптические приборы без защитных очков. Дополнительно аппарат может комплектоваться устройством для подачи гелия в операционное поле для повышения эффективности работы лазера и уменьшения тканевого воспаления.

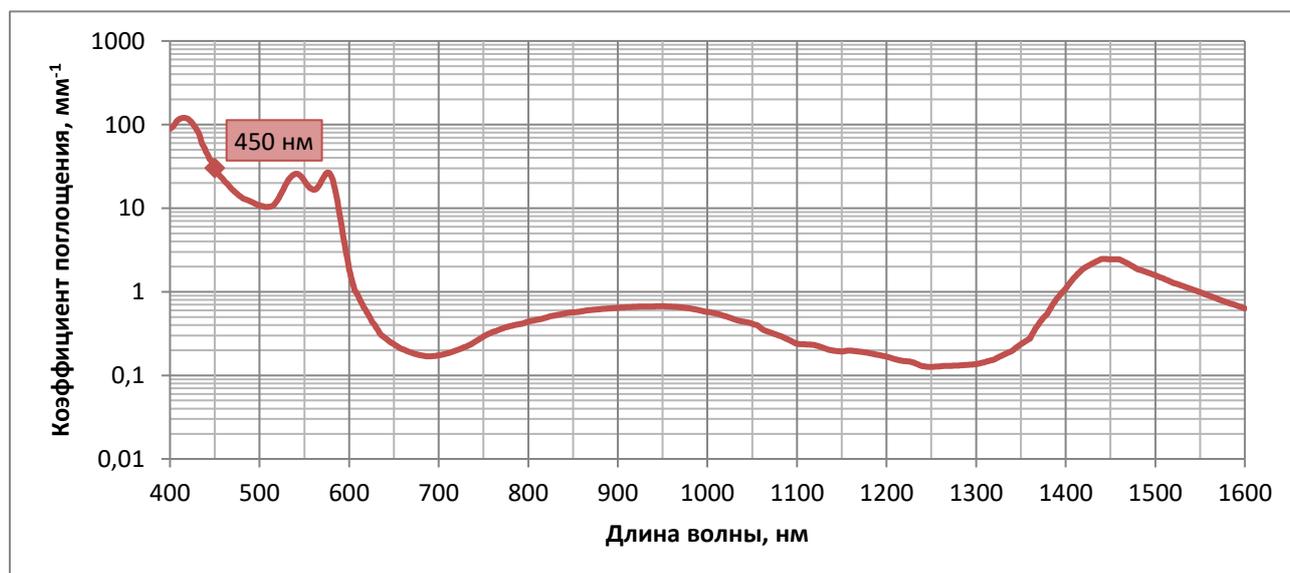


Рис.1 Спектр поглощения крови человека в диапазоне от 400 до 1600 нм.



Рис.2 Аппарат АЛПХ- 01- «ДИОЛАН» с насадками.

Высокотехнологичное производство медицинских лазерных аппаратов АЛПХ-01-«ДИОЛАН» расположено в Санкт-Петербурге, что означает быструю доставку напрямую от

обслуживания – ещё одно его преимущество.

Контакты: сайт www.volo.ru

тел. +7 (812) 323-75-55; эл. почта mail@volo.ru

производителя и ввод в эксплуатацию аппаратов, независимость от зарубежных компаний и санкций при закупке оборудования.

Стоимость аппарата АЛПХ-01-«ДИОЛАН» в полной комплектации в 3-4 раза ниже стоимости аналогичного устройства от немецких производителей, что, несомненно, делает покупку аппарата доступной для любой отечественной клиники. Малые сроки и стоимость постгарантийного

ПО СЛЕДАМ НАШИХ ПУБЛИКАЦИЙ

От редакции:

Вопрос о корректном использовании терминологии при измерениях мощности импульсного лазерного излучения, который был поднят В.Н.Крутиковым (см. «Л-И» № 16 (751), август 2023), вызвал оживлённую дискуссию. На последнее предложение В.Н.Крутикова (см. «Л-И» № 22 (757), ноябрь 2023) о переходе от единиц мощности к единицам интенсивности светового потока откликнулся д.т.н. Д.А.Розаткин, предложив не принимать поспешных решений. В своём письме в редакцию «Л-И» он отметил: «...представляется неправильным пытаться так упростить проблему и сформулировать ее решение «на скорую руку» путем переименования. В частности, в статье В.Н.Крутикова говорится о мощности как «энергии, деленной на время». Но это только в упрощенном «школьном курсе физики». Давайте не забывать, что мощность, всё же, определяется через работу (производная работы по времени), а не через энергию [1]. Возможно, «дьявол» кроется здесь именно в деталях. Не любая энергия излучения, видимо, может характеризоваться мощностью. В частности, мне студенты, когда я преподавал, задали однажды вопрос, на который я не нашел в тот момент ответа: «Какая мощность у одного кванта света»? Думаю, понятно, о чем речь. Но это не самое основное замечание по публикации. Основное замечание касается предложения В.Н.Крутикова использовать величину интенсивности вместо мощности. Недавно мне пришлось подготовить статью по проблеме термина «интенсивность» в медицинской физике [2]. Ниже привожу выдержки из этой статьи и смысловой пересказ некоторых абзацев, иллюстрирующих принципиальную ошибочность применения термина интенсивность в данном конкретном случае:

Что есть термин «интенсивность излучения» в оптике и фотометрии?

1. Медицинское использование термина *интенсивность* не очень строгое, как и многих других терминов в медицине. Оно часто выражает некую оценочную градацию степени выраженности или развития процесса, явления, заболевания. Например: интенсивность воспаления, потоотделения и т.п. Очевидно, что это не какая-то конкретная числовая характеристика или физическая величина для этого процесса, которую измеряют. Это оценка, некая шкала

сравнения, как определение уровня шума в акустике, который в логарифмическом масштабе определяется отношением имеющегося звукового давления и уровня давления на пороге слухового восприятия ($2 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$). Но, безусловно, используется в мире и более строгая и однозначная научная терминология, в том числе и при описании физических величин на основе термина *интенсивность*. Английское *intensity* (франц. *intensité*; нем. *intensität*; также

часто *lichtstarke*) стало широко использоваться в оптике и фотометрии, видимо, с середины 1500-х годов, с работ оптика *Ф.Мавролико* и астронома *И.Кеплера*. Первый сформулировал закон освещения внутренней поверхности сферы точечным источником, расположенном в ее центре, с равной *интенсивностью* в независимости от радиуса сферы, а второй вывел на основе этого закон освещенности - закон обратных квадратов. Во всяком случае, *П.Бугер*, который считается основателем фотометрии, в своем трактате «Опыт о градации света» от 1726г. [3] уже всюду использовал термин *интенсивность* наряду с термином *сила света*. Эта двойственность принципиальна для рассматриваемого вопроса и дошла невредимой до наших дней. Правда, надо сразу же еще и отметить, что в те времена не существовало какого-то четкого и глубокого понимания необходимости единства и однозначности терминологии в науке. Многие термины были многозначны и по-разному использовались и разными авторами, и одним и тем же автором в зависимости от обстоятельств, предпочтений и, возможно, сиюминутного настроения. В частности, у Бугера термином *интенсивность* обозначается в трактате наиболее часто «количество лучей, отнесенных к поверхности светящегося тела» (см. [3], с.18). Но иногда он использует этот термин и для обозначения яркости, а также величины πL , где L – яркость¹.

2. С развитием электродинамики в XIX веке использование термина *интенсивность* многократно возросло, а положение с его однозначностью еще более ухудшилось. В классической монографии по теории электромагнетизма *Дж. Стреттона* [Стреттон Дж. А. Теория электромагнетизма. 1948] *интенсивность электромагнитной волны* определяется вектором Пойтинга, т.е. это величина по Стреттону – *плотность мощности* электромагнитной волны с размерностью $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, что близко к основному определению *Бугера*. Некоторые авторы, упрощая, под интенсивностью в электродинамике и радиолокации вообще понимают сегодня квадрат модуля напряженности поля, без учета волнового сопротивления среды, т.е. величину, например, для электрического поля $|E|^2$ с размерностью $\text{В}^2 \cdot \text{м}^{-2}$, где E – напряженность электрического поля. Похожая ситуация сложилась и в акустике, причем там также встречаются равноправно два понятия - *сила звука* и *интенсивность звука*. Это совмещение двух понятий в оптике и фотометрии, видимо, и является одной из причин неоднозначности статуса терми-

на «*интенсивность*» в русскоязычной научной литературе до сей поры. Это сегодня международные системы единиц, различные нормативные документы, например, для фотометрии в нашей стране – ГОСТы с названием «Фотометрия. Термины и определения» – устанавливают однозначные определения для всех терминов. По ним в оптике *сила света* измеряется в канделах (основная единица измерения системы СИ для световых величин). Она связана с *энергетической силой излучения* при помощи функции, описывающей зависимость спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения от длины волны (ранее именуемой как *функция видности*). Энергетической же *силой излучения* в оптике и фотометрии, согласно всем международным стандартам, необходимо именовать строго величину с размерностью $\text{Вт} \cdot \text{ср}^{-1}$, т.е. угловую по телесному углу плотность мощности излучения (или удельную по углу – иногда можно встретить и такое непротиворечащее ничему определение).

Однако раньше таких делений и строгих определений не существовало, особенно во времена Кеплера, Бугера и свечей. Основным измерительным инструментом в то время был глаз, поэтому и могли быть разночтения, особенно в разных странах и языковых культурах. Но сегодня в соответствии с документами Международного бюро мер и весов (BIPM), утверждающего Международную систему единиц (СИ), *энергетическая сила излучения* именуется на английском языке как *radiant intensity*, т.е. по-русски при дословном переводе – *интенсивность излучения*. И обозначается она в системе СИ, соответственно, буквой I (от *intensity*) [4]. Одним словом, на английском *интенсивность* – основная величина системы СИ, характеризующая электромагнитное излучение с размерностью $\text{Вт} \cdot \text{ср}^{-1}$, хотя на русском в фотометрии чаще она именовалась до последнего времени как *сила излучения*. Причем привычная нам мощность излучения (Вт) в числителе этого определения интенсивности именуется в стандарте как *radiant flux*, т.е. *поток излучения*, а не мощность, что тоже важно в свете рассматриваемого вопроса. А вот *Борн* и *Вольф* как далекие от фотометрии, но близкие к радиофизике оптики в своей известной монографии «Основы оптики» (1970), а также *Борен* и *Хафман* в не менее известной книге «Поглощение и рассеяние света малыми частицами» (1986), следуя *Стреттону*, продолжают именовать интенсивностью величину с размерностью пространственной плотности мощности - $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$.

¹ Такая многозначность использования термина *интенсивность* вынудила редактора издания – проф. А.А.Гершуна, ведущего специалиста СССР того вре-

мени по фотометрии, дать в виде комментариев и приложения к книге на с.405 специальные пояснения по поводу разных смыслов этого термина у автора.

При этом в оптике и фотометрии важно, что величина с такой размерностью – другая физическая величина. Она называется *освещенность* поверхности, или *светимость*, если поверхность излучающая. Понятно, что путаница тут неизбежна, как в России, так и за рубежом. Тем более, что в фотометрии и фотометрической теории переноса (ТП) «вступает в игру» и еще один ключевой термин – *яркость излучения* с размерностью Вт·м⁻²·ср⁻¹.

В частности, даже акад. В.В.Соболев (ученик В.А.Амбарцумяна) в своем легендарном курсе теоретической астрофизики (1985), ставшем в нашей стране тематическим «бестселлером» и одним из первых систематических изложений теории переноса (применительно к переносу излучения в атмосферах звезд и планет), с первого же параграфа использует на словах термин *интенсивность*, но оперирует величиной с размерностью яркости, т.е. определяет интенсивность как яркость. Позже и у легендарного А.Исмару в монографии «Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах» (1981) в переводе на русский язык можно увидеть такой же терминологический подход. Справедливости ради надо заметить, что стационарное фотометрическое уравнение переноса есть тождество для любой размерности величины, выражающей рассматриваемую энергетическую характеристику распространяющегося луча света (*яркость* луча с размерностью Вт·м⁻²·ср⁻¹ или *интенсивность* (сила света) с размерностью Вт·ср⁻¹). Но здесь сразу же возникает и важный дополнительный и сопряженный вопрос – вопрос о размерности углов. Правомерно ли учитывать телесный угол (да и любой обычный угол) как отдельную размерную величину в этих определениях?

3. Например, можно поставить вопрос так: «А правомерно ли считать параметр π в фотометрических формулах и в уравнении переноса безразмерной величиной»? Во многих физических задачах телесный (пространственный) угол, да и плоский центральный тоже, считаются величинами безразмерными, хотя и имеют названия их размерностей – *стерадиан* или *радиан*, соответственно. В обоснование этому обычно приводится факт классического определения, например, телесного угла как отношения площади поверхности на сфере, вырезаемой этим углом, к квадрату радиуса сферы. Формально, деление м² на м² дает безразмерную величину (размерность 1 по [4])². Однако использование безразмерных углов приводит к ряду дополнительных сложностей и нестыковок

в физических задачах. Например, П.М.Тиходеев, публикуя «Очерки об исходных (метрологических) измерениях» (1954), напоминает о том, что *яркость* и *освещенность* в силу «одинаковой размерности» этих величин, если принять телесный угол безразмерным, предлагали одно время считать одной и той же физической величиной. Понятно, к каким ошибкам расчетов это могло бы приводить. Поэтому углы, строго говоря, нельзя считать безразмерными величинами. У угловых величин присутствуют все формальные признаки размерных величин. Их можно измерить в количественном выражении. Для этого есть как эталонная единица измерения (радиан, градус), так и инструмент для измерений, транспортир, например. У них есть наименование собственной единицы измерения, есть разные шкалы и меры (градусная, радианная), а также дольные величины основной единицы (минуты, секунды). Поэтому размерность ср⁻¹ нельзя сбрасывать со счетов ни для какой физической величины. Чтобы примирить это с базовым определением величины телесного угла, автор этих строк опубликовал еще 20 лет назад свои соображения в [5, Приложение 1].

4. Возвращаясь к уравнению переноса, термину *интенсивность* и теоретическому описанию распространения луча света в среде, если в уравнении использовать основную обсуждаемую величину как *интенсивность* с размерностью Вт·ср⁻¹, то уравнение формально с точки зрения физики будет справедливо только для расходящихся от точечного источника лучей. По поверхности элементарной площадки, на которую они падают, для определения падающего на эту площадку потока излучения (мощности в Вт) их проинтегрировать нельзя, т.к. образуется в этом случае после интегрирования непонятная величина с размерностью Вт·м⁻²·ср⁻¹. А без учета площади поверхности нельзя корректно найти для нее потоки излучения и коэффициенты отражения/пропускания, т.к. «густота лучей» может быть разной для разных площадок при одинаковых падающих интенсивностях (амплитудах самих лучей). Для яркости же, т.е. для величины с размерностью Вт·м⁻²·ср⁻¹ этих трудностей интегрирования не возникает. Таким образом, использовать в уравнении переноса необходимо именно *яркость* луча, сохраняя размерность ср⁻¹, несмотря на то что ряд классических монографий именуют ее как *интенсивность*. Правда, С.Чандрасекар в оригинале в одной из ключевых своих книг по теории переноса [Chandrasekhar S. Radiative transfer, 1960] использует, все же, особый термин *speci-*

² Углы, как наглядный пример безразмерных величин, красочно приводятся сегодня в Википедии в разделах «Безразмерная величина» и «Телесный угол». В последнем разделе

даже есть замысловатая фраза, что «телесные углы измеряются безразмерными величинами», хотя для измерения, как известно, нужна «мера», «размер»...

fic intensity (удельная интенсивность), и ему следуют сегодня многие зарубежные авторы. А иногда авторы сразу в уравнении переноса называют эту величину *luminance* или *radiance*, в зависимости от того, световые или энергетические характеристики они рассматривают, что терминологически сегодня наиболее корректно. И уж совсем замысловато говорить об интенсивности как о яркости с размерностью Вт·м⁻²·ср⁻¹, но не учитывать ср⁻¹ и отбрасывать эту размерность телесного угла «за ненадобностью».

5. С учетом сказанного, использование термина *интенсивность* в любом другом смысле в оптике и фотометрии, кроме как для обозначения основной единицы измерения силы излучения в системе СИ с размерностью Вт·ср⁻¹, не имеет под собой никаких оснований. Но этот термин еще и не однозначен в литературе, что может вызвать дополнительное непонимание и ошибки. В этом смысле его использование вообще в физике сложилось неудачно. Слишком уж много, как мы видим, до 80-90% литературных источников, ключевых литературных источников, используют этот термин в разных смыслах, путаются с ним, и никуда от этого уже не деться. У профессионалов, конечно, особых сложностей это не вызывает. Однако для этого нужен опыт и глубокое понимание материала. Чаще же сегодня в силу падающего уровня образования молодые специалисты плохо разбираются в проблеме и во всех этих вопросах просто тонут. Им требуются детальные пояснения и

строгие руководства к действию. Не в наших силах исправить ситуацию с терминологией в уже существующих публикациях, поэтому единственным выходом из положения может быть публикация таких вот поясняющих (методических) материалов, грамотное обучение студентов и аспирантов, а также более строгое использование терминологии в российских профильных журналах. И уж во всяком случае надо стараться не породить новых проблем с терминологией.

Литература

- [1] Физический энциклопедический словарь. // Под ред. акад. А.М.Прохорова - М.: Сов. энциклопедия, 1984.
- [2] *Розаткин Д.А.* Методические замечания о термине интенсивность в медицине и физике. // Медицинская физика, №3, 2022. - с.106-113.
- [3] *Бугер П.* Оптический трактат о градации света / Пер. Н.А.Толстого и П.П.Феофилова; Ред., статья: [«Очерк жизни и трудов Пьера Бугера», с. 327-400, послесл. и коммент. А.А.Гершуна]. М.: Изд-во и 1-я тип. Изд-ва Акад. наук СССР, 1950. 479 с.
- [4] The International System of Units (SI). 9th Edition. – Paris: The International Bureau of Weights and Measures (BIPM), 2019.
- [5] *Розаткин Д.А.* Рассеяние электромагнитных волн на случайно-шероховатой поверхности как граничная задача взаимодействия лазерного излучения со светорассеивающими материалами и средами // Оптика и спектроскопия, т.97, №3, 2004. - с.484-493.

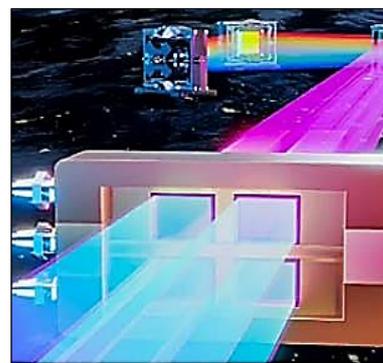
ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ

Новый титан-сапфировый лазер преодолел лимит мощности излучения

Лазеры сверхкоротких импульсов имеют широкий спектр практического применения, от промышленности до медицины. В прикладной физике без них невозможно изучать ускорение частиц, квантовую электродинамику и многое другое. Быстрое развитие технологий позволило поднять пиковую мощность лазера до 10 ПВт, однако этот верхний предел для титан-сапфировых лазеров считался непреодолимым, пока команда ученых из Шанхая (Китай) не совершила прорыв.

Резкий скачок в мощности излучения лазеров произошел за последние 30 лет. Еще в 1996 году лазер «Нова» Ливерморской национальной лаборатории (США) первым в мире достиг петаваттной мощности, а в 2017-м году шанхайский SURF уже показал 10 ПВт. Такой прогресс стал возможен благодаря замене активной среды с неодимового стекла на титан-сапфировый кристалл. Это позволило сократить длительность импульса с 500 фемтосекунд до 25 фс.

Однако у титан-сапфирового лазера сверхкоротких импульсов есть верхний предел мощности излучения — 10 ПВт. Сегодня, если нужно его превзойти, исследователи обычно обращаются к другой технологии на основе



нелинейных кристаллов, которая, однако, обладает рядом недостатков, которых нет у титан-сапфировых кристаллов, рассказывает Phys.org.

Активная среда титан-сапфирового лазера выполняется из монокристалла сапфира с ионами титана. Импульс накачки запускает инверсию заселенности между верхними и нижними уровнями энергии, накапливая энергию. Когда сигнал прохо-

дит через кристалл несколько раз, накопленная энергия усиливает его. Однако помехи спонтанного излучения поглощают накопленную энергию и снижают эффект усиления лазерного сигнала. Увеличение размеров кристалла не помогает, поскольку помехи тоже повышаются в геометрической прогрессии.

Физики из Шанхайского института оптики и точной механики предложили инновационный подход черепичного соединения нескольких титан-сапфировых кристаллов. Новый метод преодолевает барьер в 10 ПВт, позволяя повысить диаметр апертуры всего кристалла и снизить помехи. Мощность импульса можно повысить таким образом до 40 ПВт, а максимальную фокусную интенсивность —

в 10 и более раз. При этом метод относительно недорогой и простой.

«Титан-сапфировое лазерное усиление было успешно продемонстрировано в нашей 100-терраваттной лазерной системе, — сказал Лэн Юйсинь, один из исследователей. — Мы добились почти идеального лазерного усиления при помощи этой технологии, включая высокую эффективность преобразования, энергетическую стабильность, широкополосные спектры, короткие импульсы и маленькие фокальные пятна».

<https://www.nanonewsnet.ru/news/2024/novyi-titan-sapfirovyyi-lazer-preodolel-limit-moshchnosti-izlucheniya>

* * *

Лазеры, спектроскопия и ОКТ безопасно режут кость

Исследователи Базельского университета разработали систему, которая повышает безопасность и точность лазеров, используемых для разрезания костей в хирургических условиях. Система способна разрезать кость, контролировать глубину разреза и различать ткани, используя режущий лазер, систему визуализации и спектроскопию.

Функции выполняются тремя лазерами, ориентированными на одну и ту же точку. Один из них служит тканевым датчиком, поскольку сканирует окрестности места, где нужно разрезать кость. Импульсы посылаются этим лазером на поверхность через регулярные промежутки времени, каждый раз испаряя крошечный кусочек ткани.

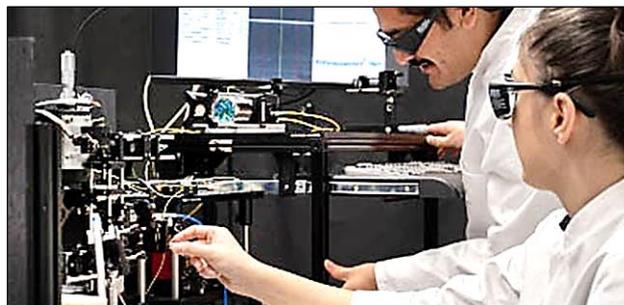
Состав испаренной ткани анализируют с помощью спектрометра. Алгоритм обрабатывает эти данные и создает карту, показывающую, где расположены кости, а где мягкие ткани.

Ведущий автор *Аршам Хамиди* (на фото слева) и *Ферда Канбаз* работали над созданием лазерной системы, способной отличать мягкие ткани от костей, чтобы обеспечить более безопасные разрезы с контролируемой глубиной.

Как только это будет завершено, активируется второй лазер, разрезающий кость, но только если он находится в положении, позволяющем разрезать кость без мягких тканей. В то же время третий лазер, входящий в систему оптической когерентной томографии (ОКТ), измеряет глубину разреза и проверяет, не проникает ли режущий лазер глубже, чем запланировано. Во время фазы разрезания датчик ткани постоянно контролирует, правильная ли ткань разрезается.

«Особенность нашей системы заключается в том, что она управляет сама собой — без вмешательства человека», — рассказала физик по лазерам *Ферда Канбаз*.

До сих пор исследователи тестировали свою систему на костях и тканях бедренных костей свиней, полученных от местного мясника. Им удалось доказать, что их система работает с точностью до долей миллиметра. Скорость комбинированного лазера также приближается к скорости обычной хирургической процедуры. В настоящее время исследователи работают над уменьшением размера системы. У них



уже есть размер спичечного коробка при объединении оптической системы и режущего лазера. После того, как они добавят датчик ткани и смогут еще больше миниатюризировать всю систему, они смогут встроить его в кончик эндоскопа для выполнения минимально инвазивных операций. *«Более широкое использование лазеров в хирургии является достойной амбицией по ряду причин», —* отметил *Аршам Хамиди*, ведущий автор исследования. По его мнению, бесконтактная резка несколько снижает риск заражения.

«Меньшие и более точные разрезы также означают, что ткани заживают быстрее и рубцы уменьшаются». Контролируемая резка с использованием лазеров также позволяет применять новые формы резки, так что, например, костный имплантат может быть физически сцеплен с существующей костью. «Однажды мы сможем полностью обойтись без костного цемента», — сказала *Канбаз*.

Установка также может быть полезна в хирургических условиях, таких как удаление опухолей, где она может отличать опухоли от окружающих здоровых тканей и обеспечивать более безопасные разрезы. Исследование было опубликовано в журнале «Лазеры в хирургии и медицине» (www.doi.org/10.1002/lsm.23732).

<https://xn--80akfo2a.xn--p1ai/2023/12/15/27421/>

ЮБИЛЕИ



11 февраля 2024г. исполняется 90 лет известному российскому ученому и активному деятелю лазерной промышленности России **ГЕОРГИЮ МИТРОФАНОВИЧУ ЗВЕРЕВУ** – главному научному сотруднику, главному инженеру, первому заместителю директора и заместителю директора по научной работе НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха до 2012г., доктору физико-математических наук, профессору, лауреату Ленинской и Государственной премий СССР, действительному члену Академии инженерных наук им. А.М.Прохорова, заслуженному деятелю науки Российской Федерации.

Г.М.Зверев родился в Москве. Окончил в 1956г. физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова и в 1957 - 1964гг. работал в МГУ под руководством будущего лауреата Нобелевской премии академика А.М.Прохорова, где защитил кандидатскую диссертацию по исследованиям кристаллов для

лазеров – первых приборов квантовой электроники. В 1976г. Г.М.Звереву за участие в разработке гаммы высокочувствительных квантовых усилителей (лазеров) и их внедрение в космические исследования была присуждена Государственная премия СССР.

С 1964г. Г.М.Зверев работает в НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха. Под его руководством и при непосредственном участии в Институте была создана научно-производственная база по разработке и производству монокристаллов и лазерных элементов для квантовой электроники. На основе научных исследований и разработок в области лазерных материалов и твердотельных лазеров Г.М.Зверев защитил в 1979г. докторскую диссертацию.

Руководимое Г.М.Зверевым в НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха перспективное направление разработки твердотельных лазеров и приборов на их основе является одним из важнейших направлений Института. Многие разработанные под его руководством или при его непосредственном участии лазеры и активные лазерные кристаллы, лазерные дальнометры и целеуказатели нашли широкое применение в специальной технике. За участие в разработке современного комплекса вооружения в 1983г. ему как Главному конструктору первого лазерного целеуказателя - дальнометра была присуждена Ленинская премия.

С 1980 по 2012г.г. Г.М.Зверев работал главным инженером - первым заместителем директора, заместителем директора по научной работе НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха. Им внесен существенный вклад в развитие всех основных направлений Института, в развитие экспортного потенциала разработок, в сотрудничество с иностранными заказчиками и адаптацию института к условиям рыночной экономики.

Г.М.Зверев уделяет много внимания подготовке научной смены. Он многие годы возглавлял базовую кафедру квантовой электроники Московского физико-технического института и сегодня читает лекции студентам МФТИ и руководит аспирантами. Им создана научная школа по квантовой электронике, в которой работают более 30 его бывших аспирантов, успешно защитивших кандидатские и докторские диссертации, он является старейшим членом диссертационных советов при НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха и МФТИ по присвоению ученых степеней докторов и кандидатов наук по специальностям «Лазерная физика» и «Квантовая электроника». Научные результаты Г.М.Зверева опубликованы более чем в 300 статьях в научных журналах, докладах, им в соавторстве с сотрудниками института написаны две монографии по твердотельным лазерам, он соавтор более 20 патентов и авторских свидетельств.

Г.М.Зверев награжден орденами Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени и медалями, удостоен звания Лауреата Ленинской и Государственной премий СССР, отмечен знаком «Почетный работник электронной промышленности». В 1992г. избран действительным членом Академии инженерных наук им. А.М.Прохорова. В 2006г. указом Президента Российской Федерации Г.М.Звереву было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», он награжден медалью имени А.М. Прохорова, является бессменным председателем секции ИЛС «Твердотельные лазеры, элементы и приборы» предприятия.

Коллектив АО «НИИ «Полус» им. М.Ф.Стельмаха» и Совет Лазерной ассоциации сердечно поздравляют Георгия Митрофановича Зверева с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, творческого долголетия, счастья и успехов во всех его начинаниях.

Е.В.Кузнецов, Ю.Д.Голяев, М.М.Землянов, Ю.А.Кротов, В.А.Симаков,
В.А.Пашков, А.В.Шестаков, И.Б.Ковш, Г.П.Мицаелян, Д.А.Розаткин

ИНТЕРНЕТ-НОВОСТИ**Новые светодиоды синего света не нарушают биологические часы**

Поскольку биологические часы синхронизированы с естественным циклом света и темноты, важно использовать свет правильно. Но в современном мире практически все подвергается воздействию искусственного света в помещении. Он может нарушать циркадный ритм, что приводит к нарушениям сна.

Исследователи разработали и протестировали ориентированные на человека светодиоды, которые излучают разные длины волн синего света в зависимости от времени суток, уменьшая разрушительное воздействие искусственного света на циклы сна и бодрствования. Ученые надеются, что производители будут использовать их открытие для производства новых светодиодов.

Синий свет мешает организму подготовиться ко сну, поскольку заставляет мозг думать, что сейчас день, подавляя выработку гормона мелатонина. Светочувствительные ганглиозные клетки (ipRGC) в сетчатке глаза особенно чувствительны к поглощению синего света с длиной волны 480 нм. При этом предыдущие исследования показали, что длины волн от 460 до 500 нм регулируют циркадный ритм.

Чтобы устранить нарушения ритма, вызванные синим светом, исследователи разработали так называемый «ориентированный на человека» светодиод, предназначенный для обеспечения правильного типа синего света в нужное время суток.

Учитывая, что две разные длины волн света влияют на циркадный ритм, исследователи создали два светодиода: один излучает «дневную» длину волны 480 нм, а другой излучает «вечернюю» длину волны 450 нм. Эти два светодиода затем были встроены в лампочки. Туда же были помещены люминофоры, преобразующие часть синего света в красный и зеленый, как это делают обычные лампочки.

Ученые провели эксперимент. Ориентированные на человека светодиодные лампы (HC-LED) были установлены вместе с обычными светодиодными лампами (c-LED) в светильники на потолке комнаты без окон, оборудованной письменным столом, беговой дорожкой и кроватью. Исследование включало 22 добровольца мужского пола, которые случайным образом были распределены по освещению HC-LED и c-LED (с длиной волны 480 нм).



Все участники были подвергнуты обоим типам освещения, а также дневному и ночному свету, и провели три дня в этой комнате. Во время эксперимента разрешалось использование электронных устройств, но с применением фильтра синего света.

Уровни мелатонина измерялись с помощью образцов слюны, взятых в 15 временных точках (в зависимости от условий освещения) в течение 50 часов, в том числе с полуночи до трех ночи. Несмотря на перерыв во сне для получения образцов, участники показали хорошо развитый циркадный ритм. Исследователи обнаружили, что воздействие HC-LED увеличило уровень мелатонина у участников в ночное время на 12,2% и снизило дневной уровень мелатонина на 21,9% по сравнению с воздействием c-LED.

Исследователи надеются, что производители светодиодных ламп и электронных дисплеев смогут применить их выводы для производства HC-LED. Большинство дисплеев, включая смартфоны, телевизоры и компьютерные мониторы, поддерживают режим блокировки синего света в ночное время, но не существует режима, который мог бы быстро подавить выработку мелатонина за счет усиления синего света в дневное время.

<https://www.nanonewsnet.ru/news/2023/novye-svetodiody-sinego-sveta-ne-narushayut-biologicheskie-chasy>

«Лазер-Информ»

Издание зарегистрировано в
межведомственной комиссии
МГСНД 26.12.91. Рег. № 281
© Лазерная ассоциация.
Перепечатка материалов и их
использование в любой форме
возможны только
с разрешения редакции.

Отпечатано в НТИУЦ ЛАС
Тираж 500 экз.

Главный редактор
И.Б.Ковш
Редактор Т.А.Микаэлян
Ред.-издательская группа:
Т.Н.Васильева
Е.Н.Макеева

Наш адрес:
117342, Москва, ул. Введенского, д.3, ЛАС
Тел: (495)333-0022 Факс: (495)334-4780
E-mail: info@cislaser.com
http://www.cislaser.com
Банковские реквизиты ЛАС:
р/с 40703810538000006886
В ПАО «Сбербанк» г.Москва
к/с 30101810400000000225
БИК 044525225