

## **Парфенов Вадим Александрович**

*кандидат технических наук, доцент кафедры Квантовой электроники и оптико-электронных приборов, доцент кафедры Лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», по совместительству – доцент кафедры Лазерной техники и лазерных технологий Санкт-Петербургского университета информационных технологий, механики и оптики» - «Применение лазерных технологий для сохранения памятников истории и культуры в Санкт-Петербурге»*

Добрый день, уважаемые коллеги! Я хотел бы рассказать о применении лазерных технологий в задачах сохранения памятников истории и культуры на примере некоторых работ, которые были выполнены моей научной группой в содружестве с реставрационными компаниями и некоторыми музеями Санкт-Петербурга.

То что, к великому сожалению, памятники, особенно те из них, которые находятся на открытом воздухе, сегодня находятся в плачевном состоянии, я думаю, всем хорошо известно. Во многом это происходит из-за резко ухудшившейся в последние два десятилетия экологической обстановки. При этом эти процессы наиболее остро проявляют себя в таких крупных промышленных мегаполисах, как Санкт-Петербург, но сегодня это беда всех крупных городов мира. Здесь Вы видите состояние отдельных памятников. Мы порой проходим мимо них на улицах города, не обращаем внимания, но, к сожалению, это действительно очень острая проблема, которая усугубляется буквально на глазах.

В этой ситуации на повестку дня уже давно остро встал вопрос о необходимости поиска, разработки новых высокоэффективных методов, технологий реставрации и документирования памятников. Это может показаться странным для некоторых из вас, но оказалось, что одним из современных и очень эффективных подходов к решению этих проблем является применение лазерных технологий.

Надо сказать, что опыт применения лазера как способа документирования и реставрации произведений искусства известен уже на протяжении более 45 лет. Пальма первенства в этой области принадлежит американскому физика, ныне профессору Калифорнийского университета Джону Асмусу, который в 1972г. в Венеции (Италия) впервые применил методы оптической голографии и технологию лазерной очистки для документирования и реставрации скульптурных памятников.

За прошедшие с момента первых пионерских работ Джона Асмуса годы в настоящее время применение лазерных технологий сложилось в отдельную научно-техническую область, и можно выделить 3 наиболее хорошо сформировавшиеся группы применения лазеров. Это:

- реставрация (то, с чего всё начиналось)
- анализ, структурная диагностика и документирование данных о произведениях искусства (сегодня эта область развивается наиболее стремительно и, на мой взгляд, с ней связаны наибольшие перспективы в ближайшие годы, если говорить о применении лазера в задачах по сохранению культурного наследия)
- наконец, третья область применения лазерной техники: мониторинг памятников, их состояния и окружающей среды (той среды, в которой находятся памятники).

Я представляю научную группу Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Работами по применению лазеров в области реставрации и исследования памятников мы занимаемся с 2005г. Наверное, в настоящее время наш коллектив – едва ли не

одна из немногих научных групп в нашей стране, которые целенаправленно работают в этой области. Мы специализируемся непосредственно на применении лазеров в этих задачах.

Основные области наших научно-исследовательских и практических работ перечислены на этом слайде. Мы начинали и продолжаем активно заниматься применением технологий лазерной очистки разных памятников, разных материалов. В последние годы к этому направлению прибавилась активная работа по созданию электронных паспортов произведений искусства, экстерьерных памятников с помощью технологии трёхмерного лазерного сканирования и создание на этой основе высокоточных физических копий памятников. Здесь можно было бы много рассказать о наших научно-исследовательских работах. Мы очень активно занимаемся в первую очередь научными изысканиями. Здесь я в качестве комментария могу сказать, что по этой тематике у нас на кафедре защищены уже 2 кандидатские работы и более 40 магистерских диссертаций и дипломов бакалавров. Но, к сожалению, ограниченное время моего выступления не позволяет мне затронуть научные аспекты нашей работы (хотя, как я уже сказал, мы занимаемся этим очень активно). В качестве одного из многих направлений, мы активно работаем в частности над проблемой инактивации биологических поражений памятников с помощью лазерной обработки.

Сейчас я бы хотел перейти к краткому обзору основных практических работ, которыми мы занимались в Петербурге и на примере отдельных направлений я хотел бы поделиться с вами опытом, рассказать о том, что было нами сделано.

Как я уже сказал, начали мы наши работы по применению лазера в области сохранения культурного наследия с решения задач по лазерной очистке памятников. Первый опыт практических работ в этой области относится к 2006г., когда в кооперации с реставрационной компанией «Реставрационная мастерская «Наследие»» в некрополе 18в Александро-Невской лавры мы осуществили работы по очистке мраморных надгробий 18-го века. Но прежде чем перейти к дальнейшему рассказу о наших результатах в части лазерной очистки памятников, я хотел бы сказать несколько слов о физическом принципе лазерной очистки, потому что наверное не всем присутствующим в зале понятно, что такое лазерная очистка. Без понимания этого будет трудно в полной мере понять возможности применения лазера в этой области.

Независимо от того, какого рода загрязнения имеются на поверхности памятника (в данном случае слайд иллюстрирует возможности удаления загрязнений с поверхности белого мрамора), в основе технологии лазерной очистки лежит удаление загрязняющего вещества в результате воздействия высокоинтенсивного излучения лазера, который приводит к инициации известного физике явления, которое называется фотоабляция (в данном случае лазерная абляция). Если говорить просто – лазерная абляция преимущественно представляет собой процесс удаления загрязнений. При этом ценность и уникальность технологии лазерной очистки заключается в том, что при правильно подобранных параметрах лазерного излучения есть возможность селективно удалять загрязнения. При этом материал самого памятника воздействию лазера не разрушает, не оказывается негативное воздействие. Это является краеугольным камнем лазерной очистки, которая с одной стороны обеспечивает высокую эффективность удаления загрязнений, а с другой стороны позволяет сохранить памятник в исходном состоянии. Это достоинство, особенность лазерной очистки привела к тому, что в настоящее время эта технология очень широко, на рутинной, можно сказать, основе, используется во многих крупных, и не только крупных, музеях во всём мире. Но, к сожалению, в нашей стране технология пока не получила широкого применения. Даже мой опыт общения с музейными специалистами показывает, что многие даже не знают, а порой и не догадываются об уникальных возможностях, которые открывает применение лазера в реставрации.

Как бы то ни было, после работ в некрополе Александро-Невской лавры мы очень активно взаимодействовали с Государственным Русским музеем, в частности совместно с реставраторами Русского музея производили очистку мраморной скульптуры Летнего Сада. Как вы знаете, в настоящее время вся скульптура Летнего Сада музеефицирована. В процессе работ по музеефикации скульптур Летнего Сада производились масштабные реставрационные работы (в общей сложности около 50 итальянских мраморных скульптур Летнего Сада 18 века были очищены с помощью лазера).



Было много разных примеров. Кроме работы с Русским музеем, у нас имелся очень интересный, позитивный опыт взаимодействия с государственным музеем-заповедником «Царское Село». Совместно с реставраторами из реставрационной компании «Росстрой» нам удалось произвести очистку нескольких мраморных скульптур из этого музея (одну из них вы видите на этом слайде. Слева видно состояние скульптуры до начала реставрации: она имела множественные биологические поражения, имелись гипсовые корки, сажепылевые загрязнения). Все виды загрязнений удалось удалить с помощью лазера. Я бы хотел сказать, что эта работа может быть интересна в первую очередь тем, что в мировой реставрационной практике технологии лазерной очистки очень часто сочетают с традиционными методами реставрации (механическими, химическими). В данном случае, по согласованию с музеем, мы использовали только лазер, потому что нам было интересно проверить эффективность работы лазера как инструмента для реставрации. Здесь никакие другие методы, кроме лазерной очистки, не использовались. Результат полностью удовлетворил музей, получил высокую оценку Комитета охраны памятников Санкт-Петербурга (КГИОП).

Это ещё одна из скульптур Царскосельского музея – вы видите исходное состояние, в процессе очистки, завершающую стадию реставрации этой скульптуры.

Был интересный опыт работы в Исаакиевском соборе (здесь небольшая путаница со слайдами, извините, снова возвращаюсь к Царскому Селу). Ещё один интересный проект, в котором посчастливилось принять участие нашему коллективу – это очистка древнеримского пола, датированного 2-3вв н.э., ныне концертного зала. Этот памятник в целом очень хорошо сохранился до нашего времени. Единственное, у него довольно печальная судьба: сам павильон уцелел в годы войны, но у музея долгое время не было средств на восстановление этого концертного зала в полном объёме. Музей сам лежал в руинах, поэтому в первую очередь занимались им, работы по восстановлению концертного зала всё время отодвигались на потом. К сожалению, в начале 2000-х годов в этот павильон забрались, как мы бы теперь сказали, бомжи, устроили костёр, горел битум и все эти наслоения чёрного цвета оказались на мраморном полу и их не удавалось удалить при помощи традиционных методов химической и механической очистки. Было принято решение об использовании лазера. Я не хочу вас вводить в заблуждение, лазер – это метод удаления поверхностных загрязнений. Тем не менее, с помощью лазерной очистки нам удалось в значительной мере осветлить проблемные участки мраморного пола. Эта работа тоже получила высокую оценку специалистов Царскосельского музея.

Сейчас я бы хотел перейти к другой большой нише работ, которыми занимается наш коллектив. Как я уже сказал, мы проводим работы по лазерному сканированию памятников, созданию электронных паспортов и созданию на их основе высокоточных физических копий. Предваряя рассказ об этой части наших работ, я хотел бы сказать несколько слов о физических принципах технологии лазерного 3D сканирования.

В основе технологии лазерного 3D сканирования лежит физический принцип дальнометрии, то есть измерение расстояния при помощи лазера. Не вдаваясь в детали: смысл этих работ заключается в том, что производится измерение координат отдельных точек поверхности памятника, причём независимо от размеров (скульптура, мелкий предмет ДПИ (например, орден, медаль ит.д.), большое здание, сооружение, археологический объект). Так или иначе, в результате компьютерной обработки данных 3D сканирования создаётся «облако точек», которое может быть визуализировано в виде сетки полигонов, которая может образовывать трёхмерную поверхность объекта. Интересно, что результатом 3D сканирования является создание компьютерного файла, который может быть в одном из наиболее часто используемых форматов, как стереолитография «.stl» или «.obj». И тот, и другой могут быть переведены во все стандартные форматы обмена 3D данными, и дальше с этим файлом можно работать в разных «ипостасях» - можно переводить в обмерные чертежи, получать данные в сечениях памятника, проводить измерения имеющихся трещин, площади биообрастаний, других поражений памятников. На этом слайде видно, что представляет собой 3D модель. Слева фотография исходного памятника, справа – как он выглядит на экране компьютера. Очень важно, что это именно трёхмерное изображение, которое можно рассматривать с



различным увеличением, и не просто смотреть, а иметь высокоточные данные о размерах и о форме предмета.

Вообще говоря, работы по созданию электронных паспортов памятника – по хорошему, этим надо заниматься, тем более в таком городе, как Санкт-Петербург. Уже давно назрела, на мой взгляд, необходимость создания специализированной лаборатории, сектора, который бы занимался системами на таком уровне, работой по созданию базы данных памятников. Этот вопрос давно витает в воздухе. В какой-то момент вроде проявил интерес Комитет по культуре Санкт-Петербурга. Музей городской скульптуры даже вёл переговоры, обещали деньги, помещения. Но, к сожалению, всё пока закончилось ничем. Все эти работы в основном выполняются разово либо на инициативной основе.

У нас в части сканирования памятников и создания 3D моделей довольно большой опыт. Я бы хотел подчеркнуть, что мы в основном занимаемся именно скульптурными памятниками, нашим коллективом разработана методика сканирования скульптурных памятников. Мы в основном работаем либо с внутримузейными объектами, редко это памятники, находящиеся на открытом воздухе. Может быть, одним из немногочисленных примеров работы с экстерьерными памятниками является сканирование скульптурной группы «Ништадский мир» в Летнем Саду. Кстати, может, не все знают, я бы хотел отметить интересный момент: это единственная оригинальная мраморная скульптура 18-го века, которая осталась на своём историческом месте в Летнем Саду. Все скульптуры заменены на копии, эта скульптура осталась в Летнем Саду. Понимая важность этого объекта, музей инициировал работу по созданию 3D модели этого памятника на случай возможных повреждений, вандальных нападений и т.д.

Теперь то, о чём я бы хотел сказать подробнее. Технологии лазерного трёхмерного сканирования, помимо создания базы электронных паспортов памятников, позволяют осуществлять создание высокоточных физических копий. Я бы хотел вернуться к тому, с чего начал свой доклад: бедственное состояние экстерьерных памятников. К сожалению, для Петербурга эта проблема давно назрела, она очень острая и вопрос о том, заменять или не заменять памятники на копии сегодня, по крайней мере, в нашем городе, не стоит. Уже давно идёт процесс постепенной замены оригиналов скульптурных памятников на копии с переносом оригиналов в закрытые музейные помещения. Здесь возникает вопрос – какие технологии можно (и, самое главное, допустимо) использовать при создании копии памятника? В разные годы копии скульптурных памятников в Петербурге создавались из различных материалов. Когда-то использовался натуральный мрамор, потом был этап использования цемента с мраморной крошкой.

На новом витке работ по созданию физических копий скульптурных памятников стали широко использоваться всевозможные камнезаменители, которые получили условное название «полиэфирный бетон». Этот материал сегодня очень часто используется для создания скульптурных памятников, но здесь возникает очень много вопросов относительно этой технологии, несмотря на очень широкое применение. Я думаю, что те специалисты, кто имел дело с созданием копий памятников, прекрасно понимают, что формовка скульптурных памятников неизбежно приводит к существенному физико-химическому воздействию.

Кроме того, имеется значительный риск механических повреждений, которые нередко проявляются в виде сколов и сломов мелких деталей пластики памятников. Кроме того, открытый вопрос, который, к сожалению, сегодня совершенно отодвинут на второй план – вопрос о времени жизни копии. Дело в том, что тот опыт, который сегодня имеется в Петербурге (первые копии мраморных скульптур были, в частности, изготовлены в Павловске, около 30 лет назад), показывает, что срок жизни полиэфирного бетона - где-то 30-35 лет. Дальше скульптуры-копии сами переходят в руинированное состояние, снова возникает вопрос об их замене на копии. Понятно, что если мы вновь будем касаться оригинала, неизвестно, что в итоге от оригинала останется. Кроме того, надо иметь в виду фактор экологического риска, потому что материалы, которые используются при создании копии скульптурных памятников из полиэфирных материалов и сама формовочная масса являются крайне вредными для людей. Есть случаи, когда формовщики приобретали тяжёлые заболевания. К сожалению, есть такая проблема. Я уже не говорю об эстетических свойствах копии из камнезаменителя, потому что





совершенно понятно, что никакой полиэфирный бетон не может заменить хорошие качества, эстетические свойства натурального мрамора или известняка.

Самая главная проблема связана с риском механических повреждений, которые обычно скульптурные памятники в процессе копирования получают при разборе и съёме формы. Какого рода повреждения могут быть, хорошо видно на этой фотографии. Здесь с поверхности памятника снята формовочная масса, и отчётливо видно, что фактически весь верхний слой скульптурного памятника оказался «содран». Это случай сильно эродированной структуры камня. К сожалению, это очень серьёзная проблема, о которой не принято говорить. Но мне бы хотелось коснуться этой проблемы, потому что я считаю её принципиальной, если уж мы говорим о бережном отношении к памятникам.

Все те проблемы, которые я перечислил, хорошо известны, и сегодня в странах Европы постепенно отказываются от контактных методов копирования. Нужно отдать должное в первую очередь Италии, где с 2005г. существует и действует законодательный акт, который запрещает использование любых контактных технологий копирования. Вот хороший пример, о котором неплохо бы задуматься и нам.

Я высказываю много критики в адрес традиционных технологий копирования, о чём и идёт речь в связи с материалом, о котором я пытаюсь сегодня рассказать вам. Оказывается, что альтернативой традиционным методам копирования является новая инновационная технология, основанная на использовании лазерного 3D сканирования в сочетании с камнеобрабатывающими фрезерными станками, которые позволяют изготавливать копии скульптурных памятников из натурального камня (мрамора, известняка, гранита ит.д.). К сожалению, опыта работ такого рода в нашей стране немного. Те 2 примера, которые имеются – это те работы, в которых посчастливилось принять участие нашей научной группе.

Первая копия скульптурного памятника, которая была изготовлена по той методике, о которой сейчас идёт речь – создание копии мраморного бюста «Примавера» из Царскосельского музея-заповедника. Эта работа была выполнена в 2008-2010гг. Всё началось с создания электронной 3D модели этой скульптуры с помощью лазерного 3D сканирования. В дальнейшем производилось создание копии этой скульптуры в Италии в рамках сотрудничества с нашими итальянскими партнёрами. На обрабатывающем станке-роботе из глыбы мрамора была изготовлена копия этой скульптуры. После станка остаются небольшие шероховатости. Я бы не хотел, чтобы у вас сложилось впечатление, что это как в сказке: взмахнул палочкой, робот вам изготовил высокоточную копию скульптуры. Дело в том, что обработка камня производится фрезами разного диаметра. Последний этап – обработка фрезой диаметром 1,5мм. Совершенно понятно, что после такой фрезы остаются небольшие шероховатости глубиной около 0,5 – 0,75мм., которые на окончательном этапе работы над копией скульптуры скульптор дорабатывает, устраняет вручную. Он занимается шлифовкой и полировкой поверхности. Первый этап этих работ выполнялся в Италии, окончательная доводка проводилась в Петербурге нашими замечательными петербургскими скульпторами Павлом Игнатьевым и Денисом Просоловым, членами Союза художников России. Оригинал и копия скульптуры были поставлены рядом, и проработка совсем мелких деталей, для придания максимального сходства оригинала и копии, осуществлялась в Петербурге.

Здесь вы можете видеть окончательный результат работы. Слева – скульптура-оригинал, справа – копия, которая заняла своё место напротив Екатерининского дворца.

Совсем недавно наша работа, выполненная по точно такой же технологии в содружестве с Государственным музеем «Петергоф» - создание копии бюста Петра I, который совсем недавно, в октябре этого года, был преподнесён нашей страной в дар Французской Академии наук в Париже. Может быть, не все знают, но Пётр I был почётным членом Французской Академии наук. В этом году проходили большие торжества, связанные с 300-летием визита Петра I во Францию. Было принято решение (по инициативе французской стороны) о создании бюста Петра I, и для передачи в дар Французской Академии наук было решено использовать в качестве модели, образца для подражания одну из скульптур, которая находится в Петергофском музее-заповеднике. Было осуществлено её 3D сканирование, а дальше, совместно с итальянскими коллегами, производилось изготовление копии на станке с числовым программным управлением, ручная шлифовка и полировка. В итоге 5 октября состоялась



торжественная церемония передачи этого бюста Французской Академии наук. Приезжали замминистра культуры РФ, присутствовал посол России во Франции, Елена Яковлевна Кальницкая, директор музея-заповедника «Петергоф», приезжала на эту церемонию в Париж.

Надо сказать, что эту работу нам удалось выполнить в крайне сжатые сроки. Буквально в течение 3 месяцев, начиная от сканирования и до создания копии, эта работа была выполнена. Совершенно понятно, что никакие другие методы и технологии в столь короткий срок, включая вопросы логистики, доставки во Францию, конечно, не позволяли так быстро выполнить создание копии. Здесь надо отдать должное той технологии, о которой я вам сегодня рассказал.

Я хотел бы подвести промежуточный итог своего выступления. Я много говорил о бесконтактной технологии копирования памятников с помощью лазерного 3D сканирования. Здесь принципиальным моментом является то, что эта технология, этот метод, этот подход является бесконтактным, то есть мы не притрагиваемся к поверхности скульптуры. Это принципиально, потому что если копии памятников создаются для продления жизни оригинала, то сама по себе постановка вопроса о возможности повреждения оригинала ради создания копии, наверное, недопустима. Использование исторического авторского материала (натурального камня) во многом снимает вопрос аутентичности оригинала и копии.

Поэтому, на мой взгляд, эта технология является очень перспективной, а в ближайшие годы, может быть, станет единственно возможной. Дело в том, что в этом году под эгидой ЮНЕСКО началась разработка Международной конвенции воспроизведения культурных объектов с использованием современных технологий. Совсем недавно, в сентябре, в Эрмитаже проходил международный круглый стол, название которого: «Копия как способ сохранения культурного наследия». Кстати, аналогичные мероприятия в рамках Культурного форума сейчас вновь проходят в стенах Эрмитажа. Так или иначе, было объявлено, что готовится подписание международной конвенции о создании копий памятников, первым пунктом которой будет законодательный запрет на любые методы контактного копирования памятников. Вопрос о том, по какому пути идти дальше – возвращаться к старому, «дедовскому» способу рубки из натурального камня, либо может иметь право на существование та технология, о которой я рассказал сегодня.

В завершение своего выступления я бы хотел очень кратко рассказать (времени, к сожалению, совсем мало; я понимаю, что все устали)... Буквально несколько слов о ещё одной недавно законченной работе нашего научного коллектива. Нам удалось воссоздать, провести реконструкцию полностью утраченной скульптуры. В пригороде Петербурга есть замечательное место (часть Санкт-Петербургского государственного университета, там находится Биологический факультет) - имение-усадьба Сергиевка, бывшее имение герцога Лейхтенбергского, пасынка Наполеона Бонапарта.

Он имел уникальнейшую коллекцию произведений искусства. К сожалению, это имение не стало музеем после революции (там сначала находился детский дом, дом отдыха ит.д.). Сложная судьба у этого имения. К великому сожалению, в силу статуса этого места, в начале Великой Отечественной войны памятники отсюда эвакуировать не успели. Практически всё уникальное собрание многих произведений искусства, в том числе скульптурных памятников, погибло в годы войны. Такая печальная судьба, в частности, шпиатровой скульптуры, которая называется «Ева у источника». Сохранилось только туманное, почти загадочное изображение этой скульптуры со старинной дореволюционной открытки. Сегодня мы можем только догадываться, как эта скульптура выглядела в действительности. Фрагменты этой скульптуры были обнаружены сотрудниками Государственного университета в 2007г., но, как вы видите, они представляли собой маленькую грудку обломков, практически не соединившихся между собой. Было невозможно провести традиционную реконструкцию этого памятника, потому что все попытки совместить имеющиеся части между собой оканчивались неудачно.

Было непонятно, как можно расположить ориентиры относительно друг друга в пространстве. Чтобы вы понимали масштаб бедствия: всего 7% поверхности оригинальной скульптуры дошло до нашего времени в виде этих осколков. Мы долго подступались к этому проекту, было много неясного, как можно этот памятник вернуть к жизни? За неимением времени я вынужден опустить многие подробности, могу лишь сказать, что было проведено лазерное 3D сканирование сохранившихся фрагментов, а дальше производилась сначала скульптурная



реконструкция, повторное сканирование и затем компьютерное моделирование. В этой работе очень помогло то, что сохранилась до нашего времени мраморная скульптура того же английского скульптора Э.Бейли, которая, видимо, была основой для шпиастровой скульптуры, которая находилась в Сергиевке. Сегодня эта мраморная скульптура находится в художественном музее города Бристоля, Великобритания. Сотрудники музея очень охотно откликнулись на просьбу предоставить фотографические материалы об этой скульптуре.

Я вновь вынужден опустить много деталей. Мы использовали её как основу для скульптурной реконструкции, проводилось сканирование тех фрагментов и изготовленной скульптором гипсовой реконструкции. Сначала была получена компьютерная 3D модель утраченной скульптуры. Здесь видны серо-синие пятнышки на изображении 3D модели на экране компьютера – это те фрагменты оригинальной скульптуры, которые сохранились до нашего времени. Всё остальное было реконструировано сначала в компьютерном виде, а потом мы сделали попытку изготовления физической реконструкции. Мы использовали не станок с ЧПУ, а другую, тоже инновационную технологию 3D печати (так называемые аддитивные технологии). Из синтетического материала мы напечатали эту скульптуру из небольших фрагментов (потому что возможности станка не позволяли напечатать эту скульптуру целиком), потом они соединялись. Была художественная отделка. Здесь вы видите окончательный результат работы. Эта работа была представлена музейной общественности в феврале этого года.

Вот такие возможности даёт применение современных лазерных технологий. Я хотел бы подвести короткие итоги своего выступления. Как вы могли сделать вывод из моего рассказа, в настоящее время лазерные технологии дают очень много принципиально новых возможностей для реставрационной и музейной работы. Но, к сожалению, приходится говорить о том, что в настоящее время применение лазеров в нашей стране в музейной сфере находится в самом начале пути. Большая часть проектов, о которых я вам сегодня рассказывал, имела абсолютно инициативный характер, то есть эти работы не финансировались государством. Либо это были просто инициативные работы, либо находились спонсоры. Конечно, как вы понимаете, это не способствует развитию направлений, связанных с применением лазера в нашей стране. Здесь есть очень много острых вопросов, о которых, конечно, надо говорить: вопросы проведения целевых научно-исследовательских работ, формирование научных коллективов, формирование центров, центров коллективного пользования. Безусловно, очень важным моментом является образовательная составляющая, потому что нужно проводить и курсы повышения квалификации для специалистов-реставраторов, для музейных хранителей, чтобы они знали и понимали возможности современных лазерных и, в широком смысле, оптофизических технологий. И создание новых образовательных программ, целенаправленная подготовка специалистов, ориентированных на применение современной техники. Короче говоря, вопросов много. Очень хотелось бы, чтобы наши обсуждения на конференции (тем более, что есть проект резолюции) помогли становлению тех новых методов, технологий, о которых шла речь на культурном форуме. На этом я завершаю своё выступление. Я хочу поблагодарить всех за внимание.

