

# НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО И ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ МОЛОДЕЖИ

Международный институт новых образовательных технологий, РГГУ, РФ:  
**Юрий Сергеевич Воронков**, к.т.н., профессор  
**Сергей Викторович Кувшинов**, к.т.н., доцент,  
**Константин Викторович Харин**

Подходит к концу год 500-летия памяти одного из величайших гениев человечества - "универсального гения" Леонардо да Винчи (1452-1519). За 500 лет мира без Леонардо память о нём, отношение к нему неоднократно менялись, иногда принимая гротескные формы, как, например, у З. Фрейда. Прошедшую половину тысячелетия можно периодизировать по-разному. Так, несомненным рубежом будет открытие наряду с известным Леонардо-художником, Леонардо - мыслителя и инженера, а потом попытки соединить "разных Леонардо" в одном универсальном гении. Трагическая судьба творческого наследия Леонардо как художественного, так, особенно, научного и инженерно-технологического, хорошо известна, и, тем не менее, усилиями тысяч исследователей собран, насколько возможно, учитывая творческий стиль Леонардо, систематизирован, описан, проанализирован и издан огромный материал. После Дж.Вазари менялись концепции и подходы в мировом леонардоведении. Достаточно произвольно, не желая кого-нибудь обидеть, отметим только несколько авторов: Это В.П. Зубов, В.И. Рутенбург, К. Кларк, К. Педретти, П.Д. Волкова ... У всех этих авторов присутствует оригинальная и очень важная для понимания творчества Леонардо мысль. Возможно, наиболее ярко она выражена Паолой Волковой: Леонардо-художник не повествователь, не иллюстратор, он - исследователь. Из этого следует, что при всей важности успеха, признания, вознаграждения, наконец, для Леонардо смыслом жизни был поиск истины. А поскольку, как мы знаем, этот поиск бесконечен, Леонардо был в постоянном поиске, каждый результат (для него - законченная работа), ему не нравился, он постоянно его исправлял, экспериментировал (увы, далеко не всегда успешно). Причём это было характерно не только для художественных, но и для инженерных работ.

Конечно, научиться творить как Мастер, вряд ли у кого получится, да и сама постановка такой задачи не совсем разумна. Вместе с тем, изучение творчества Леонардо (а он не скрывал свои творческие находки и они во множестве разбросаны в его

рукописях) позволяет глубоко понять как творчество Леонардо, так и его самого, и, самое главное, глубоко понять каждому самого себя, расширить свои возможности и глубину восприятия мира. Для приобщения к творчеству Леонардо в Российском государственном гуманитарном университете используются два основных и очень эффективных инструмента. Первый - современные цифровые технологии как для создания информационных ресурсов, так и для физического воплощения многих инженерных идей Леонардо (по схеме: сканирование - 3D моделирование - 3D печать). Второй инструмент, теснейшим образом связанный с первым, - создание в РГГУ уникального Музея-лаборатории "3Da Vinci". Музей постоянно развивается, часто посещаем учащимися и учителями, решает основную задачу - создание творческой, проектной среды Леонардо, где большие информационные потоки (различных форм представления) концентрируются вокруг отдельных физических трёхмерных моделей, выполненных по рисункам Мастера.

Музей-мастерская "3DaVinci" - не совсем обычное образовательное пространство. Во-первых, он создан и находится в ведении Международного института новых образовательных технологий (МИНОТ РГГУ), но дело не в административной структуре. Все, кого увлечёт концепция музея, могут прийти в университет и через свою творческую деятельность, стать полноправными участниками активной музей-мастерской. Во-вторых, музей-мастерская предоставляет посетителям обширнейший электронный информационный ресурс - почти всё о Леонардо да Винчи, его жизни и деятельности [1]. Важно подчеркнуть, что информация предоставляется через самые разнообразные устройства её передачи: большие плазменные панели, 8-дюймовые мультимедийные планшеты перед каждым экспонатом, интерактивные столы, системы трёхмерной визуализации и др. [2]. В музее-мастерской также установлена распределённая аудиосистема качественного воспроизведения аутентичных аудиофрагментов. В-третьих, экспонаты музея нельзя отнести к классическим: прекрасные рисунки Леонардо да Винчи в превосходных факсимильных репродукциях, великолепные модели машин, механизмов и устройств, выполненные методом трёхмерной печати. Все модели были изготовлены с использованием цифровых производственных технологий учащимися, студентами и аспирантами (это были их персональные творческие проекты) в МИНОТ - и это четвёртая особенность музея.

Для того, чтобы более полно представить концепцию музея-мастерской, необходимо совершить небольшой экскурс в историю освоения научно-инженерного наследия Леонардо да Винчи, которое является смысловой исходной базой деятельности музея-мастерской. Широко известна нетривиальная и трагическая судьба этого наследия. Сегодня мы знаем о немногим больше семи тысяч сохранившихся текстов, рисунков, набросков Леонардо. Огромное достижение последних лет - в первую очередь это заслуга итальянских исследователей - публикация в одном многотомном издании всех известных рукописей Леонардо, хранящихся в разных местах мира. Но трагическая судьба рукописей только подчёркивает куда более значимую трагедию (но вместе с тем и грандиозное величие) всего творчества непревзойдённого мастера высокого Возрождения. Сложно найти критерии для сравне-



Рис. 1 Реконструкция механизма "Походный барабан" по рисунку Леонардо да Винчи из экспозиции музея-мастерской

ния, но рукописи да Винчи, по крайней мере, не менее важны, чем широко известные его живописные произведения. Он всё собирался их упорядочить и опубликовать, однако этого не произошло. И в этом подлинная трагедия Мастера. Нелепы упреки его работодателей, да и некоторых историков в необязательности, неумении работать, чуть ли не в лени. Стоит просто полистать рукописи Леонардо, чтобы понять всю глубину и масштаб его трудолюбия. Но это иной тип трудолюбия, отличный от трудолюбия Микеланджело, например. Заметки и зарисовки Леонардо невозможно систематизировать. Первым, кто это понял, был Франческо Мельци, готовивший к изданию "Трактат о живописи". Рукописи Леонардо да Винчи - это следы постоянного и непрерывного диалога с собой, постоянного поиска истины и гармонии, и этот процесс Леонардо не мог остановить, собственно он сам и был этим процессом, процессом жизни, творчества. Такое понимание позволяет объяснить многое в поведении да Винчи, в его непростых взаимоотношениях с окружающими и понять никчёмность фрейдовского анализа творчества Леонардо.

Очевидная "дневниковость" и даже личный характер рукописей Леонардо да Винчи подчас забываются, и многие историки начинают судить о них, как если бы это были публикации, подготовленные самим автором. Иногда пишущие о Леонардо авторы, как о своём сенсационном открытии, сообщают о несамостоятельности Леонардо в тех или иных идеях, прямых заимствованиях (чуть ли не о плагиате), ошибках и т.п. Но это не так! В серьёзной историографии давно проведены документальные сопоставления по поводу того что, где и откуда взяты факты и данные в рукописях Леонардо. Правда, не ставятся вопросы: почему и для чего. Абсолютное большинство исследователей сосредоточены на описании и анализе результатов работ Леонардо и не рассматривают процесс его творчества, где результаты, пусть даже гениальные - всего лишь маркеры творческого пути.

Классический подход к исследованию творческого наследия личности начинается с анализа источниковой базы, в которой выделяются две основные составляющие: работы "героя" исследования и библиография - работы о нём [3]. С первой составляющей наследия Леонардо сегодня более или менее ясно. Они доступны на бумажном носителе, теперь и в переводах. Но многие остаются недоступны для изучения в электронном полнотекстовом виде. Со второй составляющей тоже как будто ясно - огромная библиография на множестве языков. (Кстати, музей-мастерская открывается очень достойной книжной экспозицией, посвящённой жизни и деятельности Леонардо да Винчи.) Кому под силу всё это освоить, и сколько времени это может занять? - Тому, кто решит посвятить Леонардо всю свою профессиональную жизнь. Но таких сегодня не так много. Как же остальным приобщиться к гениальному творчеству Леонардо да Винчи? Конечно, по возможности читать его работы, работы о нём, ходить на выставки, смотреть фильмы.

Но целесообразно в связи с этим высказать следующую мысль. У всех работ о Леонардо, даже таких выдающихся авторов как Дж. Вазари, В.П. Зубов, К. Педретти, есть (нет, не недостаток - они просто великолепны!) исторически и функционально обоснованная особенность - они нарративны и адресованы, в первую очередь специалистам. Поэтому для них характерно стремление к строгой научности, "объективности". Это безусловно хорошо. Но в этих работах, что тоже естественно, нет читателя, нет иного места его мыслительной активности, кроме как следовать за ходом рассуждений автора. В самом конце прошлого века появился новый тип литературы о Леонардо. Например, Майкл Дж. Гелб "Научитесь мыслить и рисовать как Леонардо да Винчи" [4]. Суть нового подхода: на хорошем фактическом материале о жизни и творчестве да Винчи конструируется новый предмет рассмотрения - особенности его творчества, что само по себе замечательно. Но автор идёт дальше - выделяя особенности творчества Леонардо, он соотносит их с базовыми закономерностями и условиями любого вида творчества и предлагает продуманные активности для личного приобщения к творчеству как таковому, то есть,

деятельностному саморазвитию, "опирающемуся" на Леонардо да Винчи. К такому новому подходу можно отнести и моделирование по научно-инженерным рисункам, наброскам машин и механизмов Леонардо. Интерактивные установки появились раньше подобной литературы. Имеют ли они какую-либо научную ценность? Несомненно, но это специальный разговор. Стоит отметить, что выставки интерактивных установок по рисункам Леонардо путешествуют по миру как коммерческие проекты, неизменно вызывая большой интерес, и по праву включаются в число культурных событий.

Основой же экспозиции Музея-мастерской "3DaVinci" служат инженерные разработки Леонардо да Винчи в трёх формах представления: трёхмерные модели в виде дополненной и виртуальной реальности, физические модели, выполненные методом трёхмерной печати, интерактивные модели-установки, выполненные из различных материалов вручную. Большая часть виртуальных и все физические модели, выполненные учащимися на цифровой технологической базе, были завершающей стадией разработки индивидуальных творческих проектов. Этой стадии предшествовали: знакомство с наследием Мастера, выбор темы творческого проекта, трёхмерное сканирование, 3D-моделирование, 3D-печать, дизайнерское оформление модели и, наконец, защита проекта. Рассмотрим некоторые программно-технологические аспекты организации учебно-образовательного пространства Музея-мастерской "3DaVinci".

Неотъемлемой частью современно музея является наличие аудиогидов по экспозиции. С этой целью все экспонаты музея снабжены QR кодами, считывание которых смартфонами посетителей перенаправляет на ресурс "Музей-мастерская 3DaVinci", созданный в сети Интернет с использованием сервиса izi.travel.ru. Этот ресурс даёт возможность создания мультимедийных путеводителей различных типов. Посетителям музея предоставляется возможность бесплатного подключения к сети в музей-мастерской по беспроводному доступу wi-fi. Мультимедийная поддержка экспозиции с развитой системой навигации позволяет получить более полную ин-

формацию уже после посещения музея и мотивировать посетителя ещё не раз для выявления нюансов достаточно объёмной экспозиции. Большую роль во всех музеях имеет входная зона, так как она является своеобразной визитной карточкой музея. Во входной зоне музея-мастерской 3DaVinci посетителей встречает виртуальный промоутер, выполненный в виде фигуры Леонардо да Винчи. Виртуальный промоутер представляет собой вырезанный из акрила силуэт человека, который сверху покрыт плёнкой обратной проекции. Для получения изображения используется

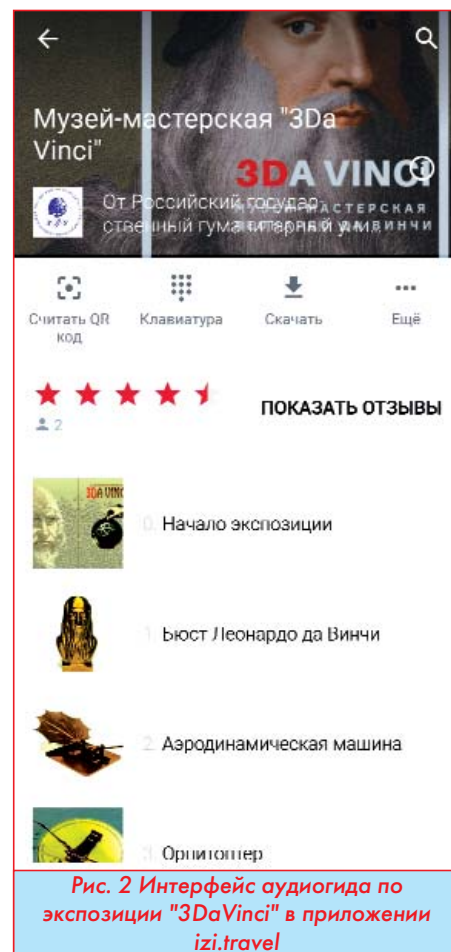


Рис. 2 Интерфейс аудиогuida по экспозиции "3DaVinci" в приложении izi.travel



**Рис. 3** Виртуальный промоутер в виде фигуры Леонардо да Винчи во входной зоне музея

ультракраткофокусный видеопроектор и компьютер для воспроизведения мультимедийного контента. Активируемое с помощью датчика движения приветственное обращение позволяет настроить посетителей на общение и задать эмоциональный тон интерактивного посещения музея-мастерской.

Особое место в экспозиции занимает визионариум трёхмерной визуализации, где посетители имеют возможность "погрузиться" в виртуальное пространство и активно взаимодействовать с объектами, не представленными в основной экспозиции. Здесь следует сделать несколько комментариев по поводу применения технологий виртуальной реальности. В первую очередь, виртуальное образовательное пространство может рассматриваться как учебная среда принципиально нового типа, предназначенная для моделирования процессов и ситуаций в широком спектре изучаемых дисциплин. Думается, что с точки зрения дидактики это может претендовать на очередной уровень освоения предметного и операционального полей. По сути своей системной интеграции такая виртуальная среда представляет собой новый тип учебно-исследовательской лаборатории, моделирующей самые сложные и разнообразные ситуации, начиная с экспозиций музеев и до сложных технических объектов. Сегодня подготовка будущих специалистов в учебных центрах и вузах, как

правило, проводится в аудиториях, оборудованных компьютерной, проекционной, аудио- и видеотехникой, устройствами интерактивной визуализации, поэтому применение технологий виртуальной (VR-virtual reality), дополненной реальности (ar-augmented reality) [5] уже не становится чем-то экзотичным, а представляется логическим продолжением внедрения высоких технологий в культурно-образовательное пространство [6]. Демонстрация в визионариуме реконструированных машин и механизмов Леонардо да Винчи позволяет в первую очередь познакомить молодых людей, будущих специалистов со спецификой восприятия нового образовательного пространства и дать начальные практические навыки построения подобных сред. В настоящее время во многих мировых музеях активно применяются технологии виртуальной и дополненной реальности не только для улучшения информативности экспозиции, но и для привлечения посетителей wow-эффектом, что имеет определенный коммерческий успех. Встает вопрос, какие же дополнительные возможности восприятия дают технологии виртуальной и дополненной реальности? Во-первых, это "сближение" с объектом (погружение) через технологии 3D, VR. Усиливает эффект помещенные в исторический или иной контекст, когда прорабатывается не только сам артефакт, но и историческое окружение, что гармонирует с современным философским подходом к изучению не только произведения, но и набора смыслов, которые привели к его созданию. Во-вторых, отображение невидимого (например, того, что находится сбоку от картины (экспоната) или внутренних структур объекта). И если в художественной экспозиции это скорее попытка реконструкции или доработка замысла автора, то в инженерных инсталляциях - это неотъемлемая часть конструкции, которая показывает принципы работы. В-третьих, визуальная интерактивность, например, сборка/разборка, демонстрация принципов функционирования или использования той или иной машины или механизма.

В музее-мастерской посетители имеют возможность знакомиться с виртуальными объектами творчества Леонардо да Винчи в шлеме VR cinemizer; осматривать представленную в виртуальной реальности экспозицию музея на проекционной системе в форматах 2D/3D-стерео. Интерактивное перемещение в виртуальном пространстве осуществляется при помощи манипулятора с 6-ю степенями свободы 3D connexion. Следует отметить, что в ходе реализации технологии виртуальной реальности в музее-мастерской были выявлены следующие проблемы: в современных шлемах VR сложно выводить большие блоки текстовой информации (например, легенды объектов) из-за недостаточного разрешения. Однако легенды хорошо читаются при просмотре на проекционной системе. Навигация в виртуальном пространстве требует привыкания. Если молодые геймеры обычно быстро адаптируются, то взрослые люди не всегда. Отдельного обсуждения заслуживает вопрос удобства навигации в шлеме VR, когда пользователь не видит своих рук. Для получения новых свойств музейного пространства требуется глубокая проработка как информации, так и контекста, сценариев, иначе отличие от обычного музея не столь ощутимо. Для эффективного использования свойств виртуальной реальности требуется специальная проработка музейного пространства для создания аутентичности, а также подбор артефактов и сценариев.

Дополненная реальность в музее-мастерской была реализована с использованием приложения "3DaVinci\_AR" [7], размещённого в App Store и Google Play. Суть технологии заключается в том, что, вооружившись смартфонами и установив данное приложение, посетители имеют возможность, подведя камеру смартфона к изображениям машин и механизмов да Винчи, увидеть на экране анимированные трёхмерные модели. Для облегчения навигации по музею-мастерской был выпущен каталог экспонатов с факсимильными рисунками Леонардо, которые "оживают" на экранах смартфонов.

Для расширения возможностей посетителей музея-мастерской в одном из холлов размещён "голографический стол" рос-



**Рис. 4** Демонстрация трёхмерной модели "Танк" на трёхмерной установке

сийской компании Nettle, созданный по технологии motionparallax3D [8]. Термин "голографический" используется здесь для обозначения того, что предлагаемые технологии визуализации позволяют точно и реалистично для человека передавать изображения трёхмерных объектов Леонардо да Винчи с разных ракурсов по аналогии со ставшей уже традиционной для специалистов голографией, где для записи и воспроизведения изображения используется высокостабильное лазерное излучение. [9]. В некотором смысле виртуальные отображения на motion parallax 3D дисплея близки к мультимедийным голограммам, предложенным Ллойдом Кроссом [10], но намного полнее представляют демонстрируемый объект, что позволяет рассматривать их как полноценные голограммы в прямом смысле значения этого слова, как полную оптическую информацию об объекте. В итоге посетители музея-мастерской имеют возможность изучать устройства да Винчи с высокой степенью детализации моделей, использовать функцию масштабирования, производить декомпозицию объекта, сборку/разборку на элементы. И имеют возможность посмотреть на механизм в процессе его работы, в том числе визуально "погрузившись" в его внутренние области.

Проекция виртуальных объектов машин и механизмов да Винчи на "голографическом" столе рассчитывается таким образом, что изображение, которое видит посетитель, полностью совпадает с изображением, которое он увидел бы, если бы виртуальный объект был реальным и находился в соответствующей точке реального пространства. Для построения и отображения корректных проекций виртуальных объектов системе виртуальной реальности требуются актуальные координаты, из которых осуществляется наблюдение виртуального мира (положение глаз пользователя). Для просмотра используются специализированные затворные 3D очки с активными трекерами, по которым система с высокой точностью отслеживает положение пользователя в пространстве. На основе данных о положении глаз зрителя система рассчитывает проекцию виртуального объекта на плоскость экрана. В отличие от стереодисплеев, задействующих только бинокулярное зрение [11], motion parallax 3D столы и дисплеи задействуют такой механизм восприятия объёма, как параллакс движения, т.е. смещение частей изображения друг относительно друга с угловой скоростью, пропорциональной разнице расстояния между ними и наблюдателем, при изменении их взаимного расположения. Этот механизм восприятия объёма задействуется путём постоянного перестроения изображения, исходя из актуальных координат глаз пользователя. Благодаря этому, виртуальные объекты смещаются друг относительно друга и относительно видимых реальных объектов по тем же законам и принципам, что и объекты реального мира. Это позволяет мозгу выстраивать целостную картину, содержащую одновременно реальные и виртуальные объекты с визуальной неотличимостью поведением. Но за счёт перестроения проекции в режиме реального времени в данном случае объекты воспринимаются как имеющие определённую форму, объём, и расстояние от глаз пользователя и, тем самым, реалистичными со всех ракурсов. При этом управление положением и масштабом изображения на экране осуществляется с помощью: традиционной компьютерной "мыши"; беспроводной сенсорной панели (тачпада), планшетов и смартфонов под управлением различных мобильных ОС. В системе трекинга используются уникальные камеры российской разработки с частотой считывания в штатном режиме до 900 кадров в секунду. Система из четырёх камер гарантирует миллиметровую точность и устойчивость работы даже в агрессивных условиях по освещённости. Практический опыт применения данной технологии в музее-мастерской "3DaVinci" позволяет сделать заключение о том, что у учащихся (посетителей экспозиции) достаточно быстро формируется "объёмное" мышление, весьма полезное для дальнейшей проектно-исследовательской деятельности.

Одна из главных задач, которую ставили перед собой создатели музея-мастерской "3DaVinci", это мотивация молодых людей к проектной деятельности с использованием новейших цифровых

производственных технологий.

Для поддержки такого рода работы был создан образовательный видеокурс "Леонардо да Винчи в 3D" [12], который можно было бы позиционировать как интеллектуальный познавательный квест, шаг к более глубокому изучению культурологических проблем, к расширению своих знаний в исторической,

научно-технической и культурной области. Кроме того, видеокурс нацелен на то, чтобы возбудить интерес молодых людей, прийти в "мастерскую да Винчи" - в Центр технологической поддержки образования (ЦТПО) РГУ [13] и реализовать свой творческий проект, придуманный по мотивам впечатлений от посещения музея и просмотра видео материала. Образовательный курс "Леонардо да Винчи в 3D", снят в 2D и в стерео формате. По структуре он состоит из четырёх модулей: "Зарождение идеи", "От идеи к проектированию", "От проекта к конструкции" и "От чертежей к цифровому производству". Авторы так определили цель курса: "Попытайтесь "поговорить" с Леонардо, попытайтесь понять его, его целостность как великого Мастера, его величие и его трагедию. Узнайте о том, как с помощью 3D-сканеров, 3D-принтеров, лазерных каттеров можно создавать, реконструировать сложные объекты, придуманные в далёком прошлом". Необходимый уровень подготовки для обучения по данному курсу - это знания и навыки, приобретённые в рамках усвоения общеобразовательных программ: мировая художественная культура, физика, математика, история, черчение и рисование. Авторы призывают уйти от стереотипов, не бояться задавать "детские" вопросы и делать собственные выводы. Результатом изучения курса - понимание связи исторических научных изобретений с современностью. Понимание, а возможно и постижение, связи личного, индивидуального с наукой, искусством и культурой в целом. Изучение видеокурса предполагается в ЦТПО в течение 8 недель и включает в себя не только просмотр в стерео формате, но и выполнение тестов, задач, домашних заданий, при достаточно строгом графике. Занятия проходят в стерео визионариуме, где после каждой видео лекции учащихся ждёт группа тестов на внимание и понимание материала. В курсе "Леонардо да Винчи в 3D" были использованы задания для тестов, ответы на которые надо искать не только в просмотренных видеоматериалах, но и привлекать информацию со специального Интернет ресурса <http://www.vinci.ru> [1] и справочно-информационной системы о жизни и творчестве гения эпохи Возрождения на DVD-ROM [3]. Таким образом, главная задача - проверить не внимательность слушателя, а его понимание обсуждаемого материала. Такой подход оказался совсем непривычным для молодых людей, имеющих опыт работы с подобными курсами. Один из важнейших компонентов - это возможность практической работы с материалом. Каждому учащемуся приходится работать с большим объёмом дополнительной информации. Конечно, большую помощь в осмыслении и эмоциональном закреплении материала оказывает и музейная экспозиция, концептуально связанная с видеокурсом.

В качестве практической части освоения материала учащиеся в цифровых производственных мастерских с использованием 3D принтеров, машин лазерной резки и гравировки, 3D сканеров и станков с ЧПУ создают свой материальный трёхмерный объект, связанный с творчеством Леонардо да Винчи. Часть молодых исследователей идёт дальше. "Опираясь на Леонардо", они не только проходят инженерный путь, который да Винчи не



Рис. 5 Фотография посетителя экспозиции с объектом дополненной реальности (сделана в приложении "3DaVinciAR")

проходил в своих проектах, но и предлагают новые решения, в которых присутствует "дух Леонардо" и современные идеи. Одна из выставленных в музее-мастерской моделей - модель идеального города - как раз относится к такому удивительному соединению прошлого и будущего, великого Мастера и Ученика. Таким образом, работа в экспозиции музея-мастерской "трёхмерное стерео освоение" теоретического материала, тесным образом сопрягаются с практической деятельностью по формированию трёхмерного материального объекта, и тем самым делается существенный шаг к формированию творческого проектно-исследовательского мышления.

Очередной "ступенью" развития аудиовизуального музейно-образовательного пространства Леонардо да Винчи в РРГУ станет видеографическая инсталляция хронологии жизни и деятельности Мастера. Метод давно известен и очень нагляден, позволяет буквально с первого взгляда устанавливать совсем нетривиальные связи имён, событий, различных взаимодействий, в том

вать целостность мира, как в историческом, так и в логическом измерениях.

Разработчики Музея-мастерской "3DaVinci" работают в общеобразовательной и просветительской парадигме с соответствующими целевыми установками, задачами, методическим обеспечением и формами подачи материалов. Это позволяет широко использовать музей-мастерскую в педагогическом процессе профессионального образования.

Оценка применения технологий визуализации на примере музея-мастерской "3DaVinci" свидетельствует об эффективности данного подхода, по крайней мере, в двух главных направлениях. Первое - более глубокое, системное, причинно-следственное восприятие значения научно-инженерных работ Леонардо да Винчи в широком социокультурном контексте. Второе - освоение цифровых технологий не как самоцели, а как эффективного средства, позволяющего глубоко и всесторонне исследовать сложнейшие процессы научно-инженерного творчества и убедительно представлять полученные результаты. **П**

**Рис. 6 Демонстрация виртуальных голографических изображений трёхмерных моделей машин и механизмов на столе по технологии MotionParallax3D**



числе и весьма отдалённых, как во времени, так и в пространстве. Новым в разрабатываемой инсталляции являются два обстоятельства. Первое - центром хронологии является, естественно, линия жизни и деятельности Леонардо. Затем выделяется "ближний круг" тех, кто непосредственно был знаком с Леонардо и мог оказывать на него (как и он на них) творческое воздействие (Вероккио, Микеланджело, Браманте, Альберти, Макиавелли и др.) Затем идёт более отдалённый круг, в который попадают художники и инженеры непосредственно с да Винчи не связанные, как, например, Брунелески, Дюрер, Рафаэль, миланские, венецианские, римские и другие создатели культуры Возрождения. Инсталляция "Хронология" позволяет представить и совсем уж экзотические связи. Так, "война" Леонардо с турками в период его пребывания в Венеции может подтолкнуть к размышлению о "восточных мотивах" в творчестве Леонардо, связать его со Святой Софией времён Юстиниана, и совсем за дальними пределами хронологии - с Синаном, Сулеймание, Голубой мечетью. Инсталляция "Хронология" будет размещаться на большой стене в фойе перед входом в музей. Второе обстоятельство - "хронология" будет "привязана" к обширному электронному ресурсу, что позволит устанавливать, детализировать и анализировать любые связи между людьми и событиями в границах хронологии, в том числе и не прямые. По мысли разработчиков у посетителей появится ещё одна возможность пробудить свою познавательную мотивацию, попробовать применить и развить свои навыки стратегического мышления и аналитического подхода и, самое главное, ещё и ещё раз почувство-

образований в кинематографе и других областях: VI Международная конференция, Москва, 17-18 апреля 2014 г.: Материалы и доклады. - М.: ВГИК, 2014, с. 239-245.

7. Кувшинов С.В., Харин К.В. Применение технологии дополненной реальности в образовательной и культурно-экспозиционной деятельности / Инновационные технологии в кинематографе и образовании: IV Международная научно-практическая конференция, Москва, 26-29 сентября 2017 г.: Материалы и доклады. - М.: ВГИК, 2017. С. 224-235.

8. MotionParallax3D [эл. ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/MotionParallax3D>

9. Голография [эл. ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/Голография>

10. Кувшинов С.В., Харин К.В. Образование XXI века: от трёхмерного восприятия к трёхмерному мышлению / Миртехники кино, № 2 (10), 2016, с. 15-21.

11. Кувшинов С.В., Усков Г.Н. Применение технологий виртуальной реальности и комплексных стереоскопических 3D-систем в образовательных процессах / Международный научный журнал, № 4, 2013, с. 57-64.

12. Леонардо да Винчи в 3D.HD и 3D стереоверсия. DVD- ROM, МИНОТ, Российский государственный гуманитарный университет, 2018.

13. Концепция центра технологической поддержки образования/РРГУ.Институт новых образовательных технологий и информатизации. М.: РРГУ, 2013.

**Связь с автором: [kuvshinovs58@mail.ru](mailto:kuvshinovs58@mail.ru)**

**Литература:**

1. Образовательный портал "Леонардо да Винчи: жизнь и творчество" [Эл. ресурс] <http://vinci.ru>

2. Кувшинов С.В. EduBrication - инновационный тренд европейского образования / Инновационные технологии в кинематографе и образовании: Научно-практическая конференция. Москва, 29-31 октября 2014 г. : Материалы и доклады. - М.: ВГИК, 2014, с. 178-184.

3. 3Da Vinci - "Гений, неподвластный времени".DVD-ROM, Российский государственный гуманитарный университет, 2017.

4. Гелб Майкл Дж. Научитесь мыслить и рисовать как Леонардо да Винчи. М.: Попурри, 2004.

5. Дополненная реальность [Эл. ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная\\_реальность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная_реальность)

6. Кувшинов С.В. Технологии трёхмерной визуализации для преподавания гуманитарных дисциплин / Запись и воспроизведение объёмных