

## ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИКТ-КОМПЕТЕНЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ КАДРОВ

А.И. Шемаров, И.Ф. Богданова, Е.Г. Гриневич,  
И.И. Ганчерёнок

Развитие современной цивилизации невозможно представить без развития науки, техники и технологий в целом. Даже в те далекие времена, когда еще не существовало определения науки, «научные процессы» оказывали широкомасштабное воздействие на цивилизационные процессы в целом.

Комплексное развитие науки напрямую связано с развитием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Изобретение и освоение письменности древними цивилизациями позволило накапливать, осмысливать и дополнять эмпирические знания о природе, человеке и обществе, которые развивались, обобщались, и, в конечном итоге, позволили возникнуть началам философии, математики, географии, агрономии, логики, геометрии, астрономии, медицины, истории и других базовых наук. Возникали группы людей, чьим занятием, а не только сферой интересов, становилась постоянная деятельность, направленная на поиск истины и объяснения процессов и явлений, происходящих в окружающем их мире. Предшественниками современных ученых были философы Древней Греции и Рима, как и других древнейших мировых цивилизаций, чьи имена известны нам в меньшей степени.

В позднем средневековье началась складываться наука в современном понимании этого общественного явления. В ходе цивилизационного процесса развития науки происходит ее институализация, когда влияние науки выходит за рамки простого накопления эмпирических знаний, предназначенных для развития техники и технологий. Наука превращается в важнейший социальный, гуманитарный институт, оказывающий значительное влияние на все сферы общества, включая в первую очередь и культуру. Объем научной деятельности с XVII века удваивается примерно каждые 10–15 лет (рост открытий, научной информации, числа научных работников) [1].

Влияние науки на развитие современного общества является основополагающим, его трудно недооценить. Научная деятельность является настолько важной, поэтому постоянно регламентируется действующим законодательством развитых стран, в которых значительное внимание уделяется развитию науки. Так, в Республике Беларусь научная деятельность определяется следующими законами:

Об основах государственной научно-технической политики (Закон Республики Беларусь от 19 января 1993 г. № 2105-ХІІ);

О научной деятельности (Закон Республики Беларусь от 21 октября 1996 г. № 708-ХІІІ);

О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь (Закон Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 425-3).

Аналогичные законы действуют и в Российской Федерации – О науке и государственной научно-технической политике (Федеральный закон от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ с изменениями Федеральным законом от 21 июля 2011 г. № 254-ФЗ и Федеральным законом от 13 июля 2015 г. № 270-ФЗ).

Эти законы определяют научную (научно-исследовательскую) деятельность как деятельность, направленную на получение и применение новых знаний, в том числе:

фундаментальные научные исследования – экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды;

прикладные научные исследования — исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач;

поисковые научные исследования — исследования, направленные на получение новых знаний в целях их последующего практического применения (ориентированные научные исследования) и (или) на применение новых знаний (прикладные научные исследования) и проводимые путем выполнения научно-исследовательских работ.

Научно-техническая деятельность — деятельность, направленная на получение, применение новых знаний для решения технологических, инженерных, экономических, социальных, гуманитарных и иных проблем, обеспечения функционирования науки, техники и производства как единой системы.

Экспериментальные разработки — деятельность, которая основана на знаниях, приобретенных в результате проведения научных исследований или на основе практического опыта, и направлена на сохранение жизни и здоровья человека, создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов и их дальнейшее совершенствование.

Научный и (или) научно-технический результат — продукт научной и (или) научно-технической деятельности, содержащий новые знания или решения и зафиксированный на любом информационном носителе.

Научная и (или) научно-техническая продукция — научный и (или) научно-технический результат, в том числе результат интеллектуальной деятельности, предназначенный для реализации.

Коммерциализация научных и (или) научно-технических результатов — деятельность по вовлечению в экономический оборот научных и (или) научно-технических результатов.

Важнейшей, с точки зрения социально-политического развития государства, является инновационная деятельность.

Инновации — введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях.

Инновационный проект — комплекс направленных на достижение экономического эффекта мероприятий по осуществлению инноваций, в том числе по коммерциализации научных и (или) научно-технических результатов.

Инновационная инфраструктура — совокупность организаций, способствующих реализации инновационных проектов, включая предоставление управленческих, материально-технических, финансовых, информационных, кадровых, консультационных и организационных услуг.

Инновационная деятельность — деятельность (включая научную, технологическую, организационную, финансовую и коммерческую), направленная на реализацию инновационных проектов, а также на создание инновационной инфраструктуры и обеспечение ее деятельности.

Научный проект и (или) научно-технический проект — комплекс скоординированных и управляемых мероприятий, направленных на получение научных и (или) научно-технических результатов, осуществление которых ограничено временем и привлекаемыми ресурсами.

Для успешной деятельности в области современной науки современный ученый должен обладать ярко выраженными современными компетенциями, которые являются необходимыми для проведения научных и (или) научно-технических (технологических) исследований с дальнейшей коммерциализацией научных и (или) научно-технических (технологических) результатов в виде внедрения инновационных проектов, направленных на решение экономических, социальных, военных или иных общественно значимых задач.

Необходимо отметить, что одними из важнейших компетенций, которыми должен обладать современный ученый для успешной научной деятельности, являются компетенции в области информационно-коммуникационных технологий. При этом необходимо учитывать, что эти компетенции являются общими для ученых, представителей всех наук, вне зависимости от рода и вида их научно деятельности. Революции в области информационно-коммуникационных технологий являются следствиями научно-технических революций и, в свою очередь, создают благоприятную почву для обеспечения следующего витка развития научно-технического и технологического уклада цивилизации в рамках общего научно-технического прогресса цивилизации.

Создание письменности в совокупности с изобретением соответствующих носителей информации, предназначенных для долговременного хранения научных знаний и сведений, положило первоначальную основу для информатизации научной деятельности. Появилась возможность передачи, более или менее точной, научных сведений и знаний, так как «человеческий фактор» мог вносить существенную погрешность в процесс тиражирования письменных источников, что иногда могло приводить к полному непреднамеренному или специальному искажению смысла того или иного документа. Небольшой «тираж» письменных научных документов не позволял гарантировано устранять риск утраты полученных человечеством знаний. Однако эта информационная технология позволила перейти на более высокий уровень развития образования, науки, техники и технологий.

Дальнейшее развитие информационных технологий было связано с изобретением книгопечатания, которое успешно позволило решить ряд проблем, присущих предыдущей технологии, связанных с ручным созданием и воспроизведением источников научных знаний. Эта информационная технология внесла свой значительный вклад в осуществление последующей промышленной революции и позволила цивилизации войти в индустриальную эпоху. Существенно повысилась возможность точной, без искажений, передачи научных знаний при их тиражировании, появилась возможность обучения большего количества людей, что позволило обеспечить рост количества ученых и специалистов, обеспечивающих осуществление научной деятельности. Однако проблема точного воспроизведения научных сведений не была полностью решена. Книги, хотя и имели значительно более высокие (в сотни и тысячи раз) тиражи, также как и рукописи, имели ограниченный жизненный цикл. При их перепечатывании научные сведения, воспроизводимые в источниках, часто «творчески пересматривались», вопреки научной этике, в зависимости от господствующей в конкретное время научной теории либо согласно представлениям о мироустройстве того или иного ученого. Однако при этом необходимо отметить, что появившийся комплекс технологий (сумма технологий – по определению, введенному С. Лемом) позволил обеспечить дальнейшее развитие промышленных и научных технологий, что в конечном итоге позволило создать предпосылки для возникновения постиндустриального общества.

Следующей задачей, которую необходимо было решать для осуществления дальнейшего развития информационных технологий, была задача автоматизации вычислений, исходя из того, что число является наивысшей универсальной абстракцией, разработанной и достигнутой человечеством, и обеспечивающей единое представление о методах и законах выполнения преобразований над числами, что являлось существенным преимуществом перед второй абстракцией – алфавитом, обеспечивающим поддержание письменности. По крайней мере, были понятны направления по обеспечению реализуемости и конечности методов и способов технической поддержки работы с числами с целью их хранения и обеспечения математических преобразований. Тем более, что развитие цивилизации, связанной с эпохой великих географических открытий и массовым выходом человечества в океанские просторы, потребовало подготовки значительного количества специалистов, обеспечивающих возможность быстрого и точного вычисления чисел с относительно большой разрядностью по достаточно сложным алгоритмам. Аналогичные задачи возникли чуть позднее и

были связаны с необходимостью осуществления большого количества сложных инженерных и научных расчетов с использованием аналитических методов в эпоху индустриальной революции.

В это время появляется профессия «компьютер», которая предполагала работу в качестве математика-вычислителя. Понятно, что в работе человека всегда присутствует пресловутый «человеческий фактор», который предполагает наличие среднестатистического уровня сложности вычислительных задач, которые могут решать как отдельные специалисты, так и проектные команды, с определенным уровнем погрешности без использования средств механизации или автоматизации вычислений согласно сложным математическим алгоритмам.

В первой половине двадцатого столетия был достигнут предел возможностей коллективной работы математиков-вычислителей. Это было связано с необходимостью решения сложных систем дифференциальных уравнений большой размерности для обеспечения решения физических задач методами вычислительной математики. По сути дела речь шла о математическом моделировании в приемлемых временных интервалах физических задач. Таким образом, была предreshена необходимость создания вычислительной техники. Требовалась только лишь наличие соответствующих технологий, достигнутых цивилизацией. Такие технологии появились в процессе освоения человечеством электрической энергии. При этом развитие электронных технологий во многом определялось необходимостью развития технологий для обеспечения создания и поддержания стремительного прогрессирующего тренда развития вычислительной техники в целом. Развитые цифровые технологии в дальнейшем позволили выполнить замещение существующих аналоговых технологий цифровыми, как это непосредственно произошло в сфере коммуникаций, системах мультимедиа, создании систем управления, электронных системах, оптических системах и т. д.

Первая электронно-вычислительная машина была создана в конце 40-х годов прошлого века. Эти машины породили комплекс уникальных научно-инженерных объектов, эксплуатация которых требовала создания и концентрации крупного научно-инженерного потенциала на базе вычислительного центра, обслуживающего одну или несколько электронно-вычислительных машин. Такие объекты попадают под определение центра коллективного пользования научным оборудованием – структурного подразделения (совокупности структурных подразделений), который создается научной организацией и (или) образовательной организацией, располагает научным и (или) технологическим оборудованием, квалифицированным персоналом и обеспечивает в интересах третьих лиц выполнение работ и оказание услуг для проведения научных исследований, а также осуществления экспериментальных разработок. На начальных этапах создания и внедрения в работу научных организаций такие объекты попадали под определение уникальных научных установок, как комплексов научного оборудования, не имеющего аналогов в стране создания комплекса, функционирующего как единое целое и созданного научной организацией и (или) образовательной организацией в целях получения научных результатов, достижение которых невозможно при использовании другого оборудования.

В связи с этим использование вычислительной техники не являлось возможным для основной массы научных работников. В то же время внедрение новых технологий обычно вызывает неоправданно высокие ожидания со стороны общества, которые обычно не реализуются в ожидаемые большинством населения сроки. Так, вычислительные машины не заговорили с человеком как другие люди, не стали писать музыку, создавать художественные произведения, управлять транспортом, работать вместо человека, но вновь созданная информационная технология имела необычайно высокий потенциал для развития. Так, шаг за шагом нарабатывались научные, инженерные, технологические знания, которые позволили сделать данную технику применимой для решения теоретических и практических научных и инженерных задач.

Особенно сильный толчок, предопределивший возможность массового использования вычислительной техники в области научных исследований, был получен в связи с возможностью создания и выпуска в массовом количестве в восьмидесятых годах прошлого столетия персональных компьютеров. Общедоступность этих устройств, а следовательно, вовлечение в процесс написания программного обеспечения большого количества энтузиастов (как профессионалов, так и любителей) позволило сделать компьютер основным инструментом для проведения научных исследований, тем более, что современный персональный компьютер может превосходить по своим параметрам включая интегральную производительность параметры суперкомпьютеров начала восьмидесятых годов. Такая тенденция еще более будет усиливаться в связи с повсеместным внедрением и использованием глобальных компьютерных сетей; в результате их внедрения, широкомасштабного использования сетевых технологий удаленного доступа к инфраструктуре сетевых ресурсов, получивших названия «облачных».

Использование компьютера как основного инструмента ученого или инженера предполагает формирование новых компетенций в области проведения научных исследований и внедрения результатов исследований в области инновационного управления, что может быть достигнуто за счет использования информационно-коммуникационных технологий. При этом формирование компетенций происходит шаг за шагом на достаточно протяженном периоде времени внедрения новых информационно-коммуникационных технологий. Исходя из этого, при подготовке магистрантов и аспирантов необходимо обеспечить формирование как базовых, так и новых компетенций, которые могут быть использованы в научной деятельности будущих ученых и инженеров (рис. 1).



Рис. 1. Фрагменты учебного пособия

Основной базовой компетенцией, которую требуется сформировать у будущего ученого, является компетенция использования программного обеспечения компьютера в целях профессионального оформления собственных результатов научной работы и представления их на разнообразных научных и учебных мероприятиях, включая конференции, семинары, лекции и иные формы обеспечения учебной деятельности. Для этого требуется обучить ученого профессиональным навыкам использования текстовых процессоров, включая их новые возможности по встраиванию в формируемый текстовый документ разнообразных объектов офисных приложений. Также необходимо приобрести навыки по встраиванию объектов компьютерной графики, растровых и векторных изображений, результатов работы в системах автоматического проектирования и системах компьютерного моделирования предметной области, являющейся сферой интересов проведения научных исследований, таблиц, графиков, диаграмм, сложных математических формул, географических карт, отчетов, извлекаемых из баз данных, и иных объектов, формируемых разнообразными программными системами и средствами.

Для представления результатов исследования современный ученый должен уметь использовать презентационные системы и обладать умением включать в презентацию кроме вышеперечисленных объектов также объекты мультимедиа: видеоизображения, мультипликацию и флеш-анимацию, аудио файлы, фотографии, рисунки и иные объекты.

Второй важной базовой компетенцией, которой необходимо обладать ученому, является формирование умения использования математических приложений, включая навыки использования простых, общедоступных, сопровождаемых большим количеством учебно-методических материалов приложений (рис. 2). К ним относятся разнообразные электронные таблицы, работа с которыми необходима любому ученому вне зависимости от его специальности. В связи с этим некоторые стереотипы, сложившиеся у ученых определенных специальностей, о том, что знание математики не является необходимым для формирования их научных компетенций и научной деятельности, не вполне обоснованы.

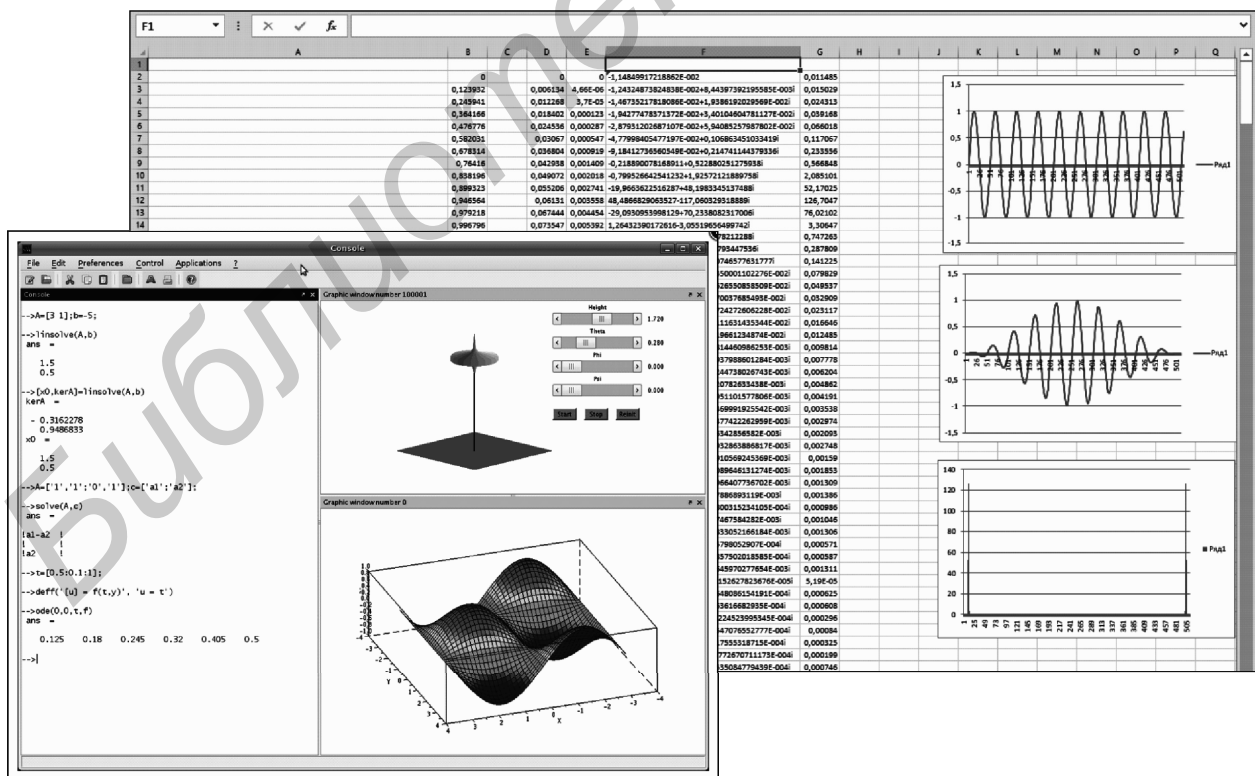


Рис. 2. Использование математических приложений

Для решения более сложных математических задач, в том числе задач математического моделирования, на рынке программного обеспечения представлено большое количество математических систем автоматического проектирования и автоматизированных рабочих мест математиков. В ряду этих программных продуктов многие программы являются свободно распространяемыми и бесплатными продуктами с открытым кодом.

Третья современная компетенция, которой должен обладать ученый новой генерации, является четко сформированная компетенция в области использования информационных систем математического моделирования. Частично эта компетенция поглощает навыки и умения, определяемые второй компетенцией. Однако в современном периоде развития информационных технологий наличие информационной системы математического моделирования объектов и процессов предметной области конкретного направления научного исследования представляет собой возможность серьезного доминирования обладателя подобной системы в конкретной научной области, что в результате приводит к технологическому и техническому доминированию обладателя подобных информационных систем. По мнению ряда ученых, математическое моделирование становится наряду с теоретическими и экспериментальными исследованиями одним из важнейших направлений научной деятельности. При этом оно занимает промежуточное положение между теоретическими и экспериментальными исследованиями. Сдерживающим фактором использования систем математического моделирования является их существенная стоимость. Однако наряду с продуктами, представляющими собой национальное достояние, и дорогостоящими коммерческими продуктами существуют некоммерческие академические продукты, которые могут использоваться научным и образовательным сообществом для проведения научных исследований – как индивидуальных, так и коллективных, в том числе и в международном межнациональном масштабе. В связи со сложностью и многовариантностью современных научных исследований метод математического моделирования может оказаться единственно пригодным на начальных этапах исследования (рис. 3).

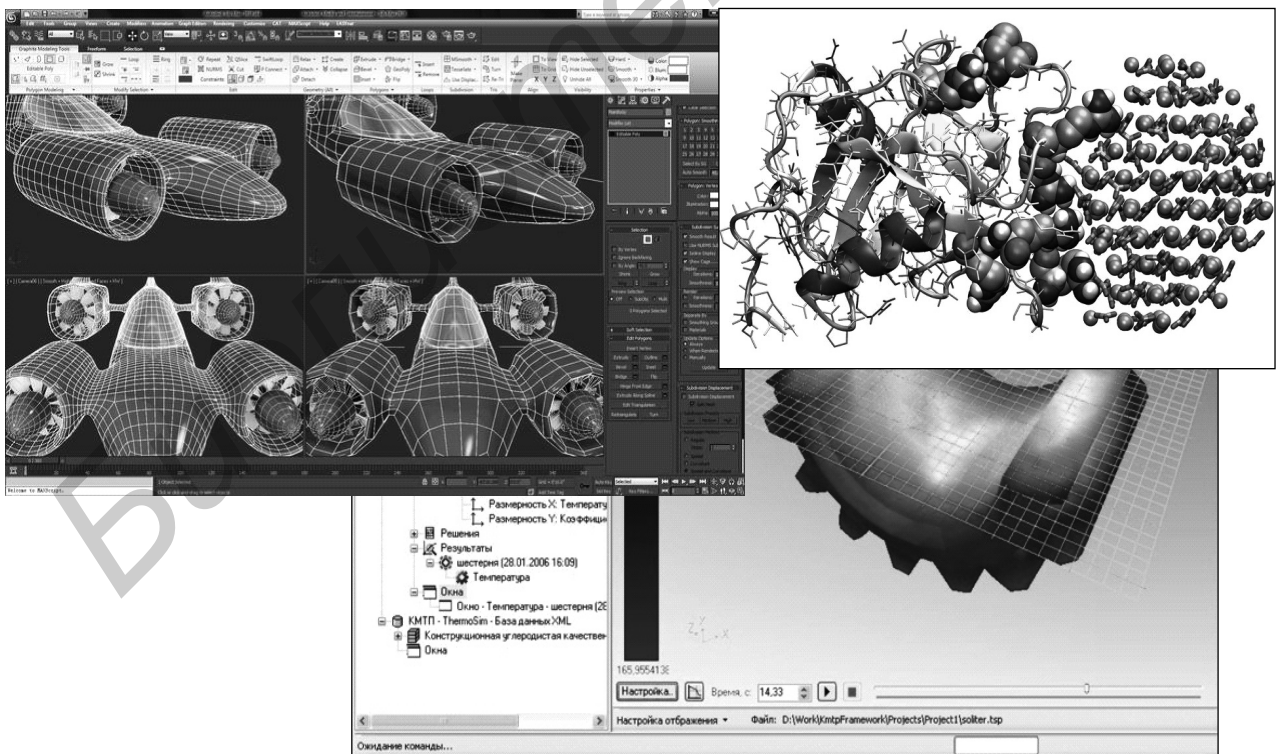


Рис. 3. Использование систем математического моделирования и САПР

Эволюция задач и проблем, решаемых с помощью вычислительной техники, объединенной глобальными сетями передачи данных, привела к созданию глобальных распределенных информационных систем. Компетенция современного ученого, связанного с поиском и анализом информации с использованием современных информационно-коммуникационных систем приобретает новое значение. Таким образом, четвертая компетенция, связанная с умением работать с распределенными информационно-коммуникационными системами, является одной из самых востребованных для современного ученого. Наряду с классическим поиском информации в опубликованных источниках, что занимало много времени и часто не приводило к ожидаемому результату, появилась возможность использования электронных источников в виде электронных библиотек, геоинформационных систем, патентных фондов и т. д. Все это позволило повысить эффективность исследовательской работы и предоставило возможность работы с первоисточниками, представленными в электронном виде, доступ к которым рядовому ученому был затруднен. На рис. 4 показан поиск патента (U.S. Patent № 5,832,530), положенного в основу работы программного продукта, и раритетный план города Минска.

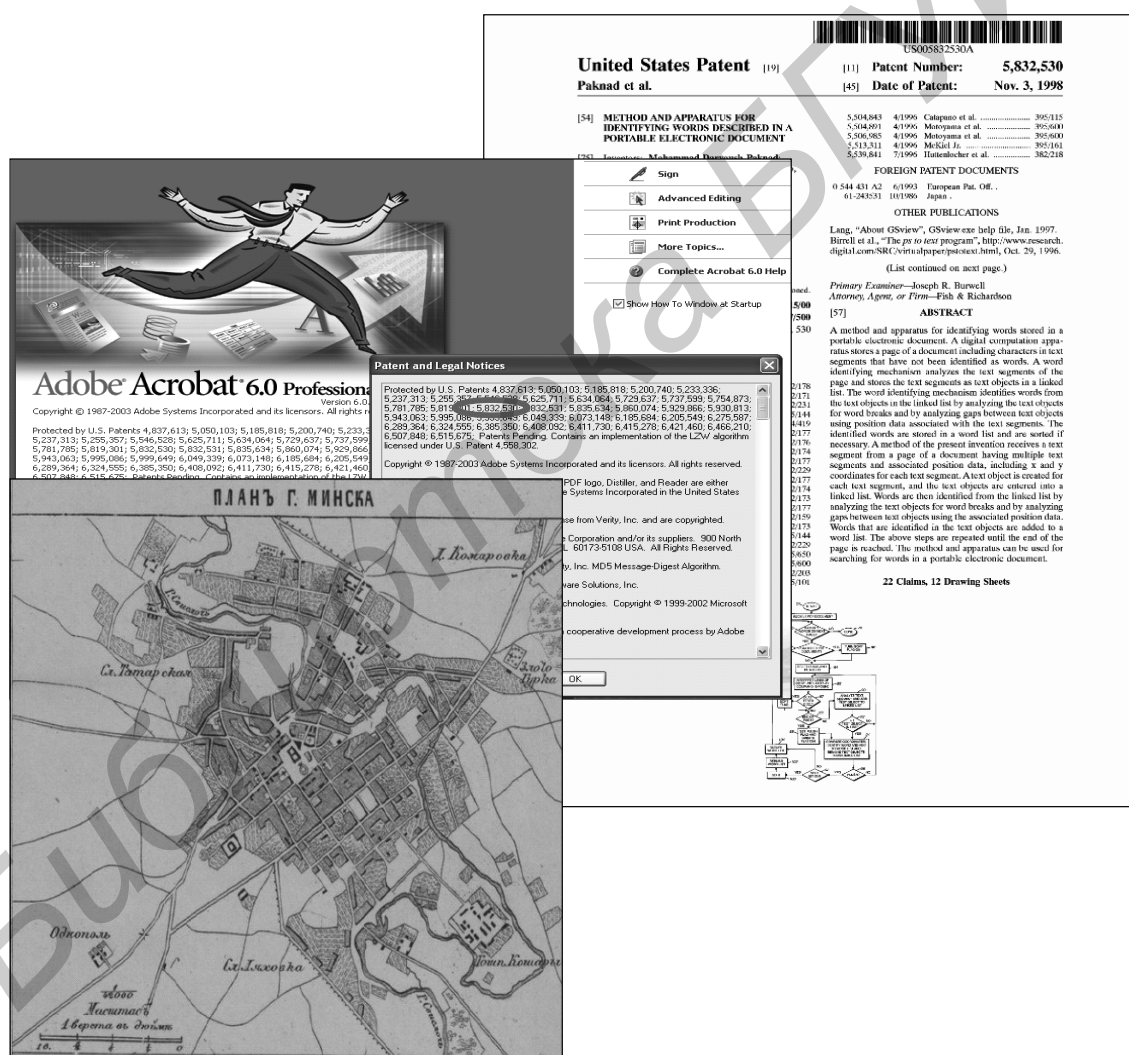


Рис. 4. Использование информационных систем

Развитие технических систем предполагает появление новых прорывных технологий. Такими технологиями компьютерных систем становятся технологии создания 3D-проекций и технологии трехмерной печати. Наличие компетенций в этой области позволит



современному ученому использовать возможность полноценной работы как с историческими артефактами, так и с современными объектами. Несомненно, пятая компетенция, позволяющая работать с 3D-объектами и создавать их, будет в ближайшей перспективе одной из важнейших для современного ученого. Работа с плоскими объектами существенно снижает глубину восприятия объекта (так на копиях может не прослеживаться, например, тайнопись).

Использование возможностей анализа и формирования 3D-объектов представлена на рис. 5.

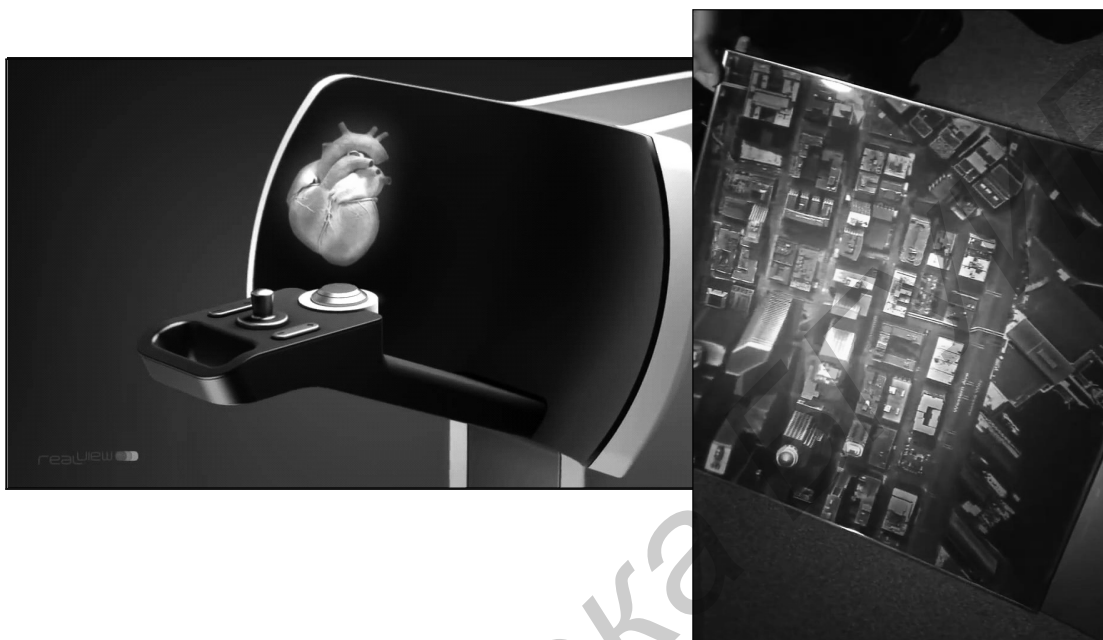


Рис. 5. Использование 3D-объектов

Развитие информационно-коммуникационных систем открывает новые возможности, связанные с удаленным взаимодействием в научных международных сообществах, начиная от простейших возможностей, предоставляемых разнообразными мессенджерами, которые позволяли организовать прямое общение наряду с возможностью передачи изображения, звука и файлов между двумя учеными, заканчивая проведением удаленных коллективных обсуждений, семинаров (вебинаров), конференций, совместной обработки фалов и т. п. Современные инструментальные системы предоставляют уникальные возможности по удаленно командной работе в средствах проектирования и программирования. Также становится возможным проведение удаленных экспериментов на уникальных научных объектах, находящихся за многие тысячи километров от ученого не только на поверхности нашей планеты, но и в глубинах космоса и океана, поэтому шестая компетенция современного ученого, предполагающая эффективное использование коммуникационных систем, является весьма важной и востребованной.

Необходимо отметить, что в этой статье авторы не стремились определить весь спектр компетенций, необходимых современному ученому, но попытались подчеркнуть современные тренды и тенденции, которые необходимо учитывать при подготовке научных кадров.

#### **Список использованных источников**

1. Наука // Большая советская энциклопедия. — 3-е изд. [в 30 т.] / под. ред. А. М. Прохорова. — М., 1969. — 1978. — Т. 17.