

<https://doi.org/10.47612/2791-2841-2022-2-1-5-14>

УДК 001-057.4:004 (476+470)

✉ **А. И. Шемаров, Е. Г. Гриневич**

Формирование ИКТ-компетенций при подготовке научных кадров



Шемаров Александр Иванович,
*кандидат технических наук, доцент,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, кафедра электронных вычислительных средств,*

доцент

Email: al_shemarov@mail.ru



Гриневич Елена Георгиевна,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, кафедра цифровых систем и технологий, старший преподаватель

Email: e_grinevich@sbmt.by

Аннотация. Статья посвящена анализу формирования и развития ИКТ-компетентности при подготовке научных кадров. Показано, что комплексное развитие науки напрямую связано с развитием информационно-коммуникационных технологий вне зависимости от существующей инфраструктуры этих технологий. Рассмотрены тесная связь и взаимовлияние науки и информационных технологий в разные исторические периоды развития человечества. Приведены перечни законов, регулирующих научную деятельность, а также основные положения и определения этой деятельности, закрепленные в законодательствах Республики Беларусь и Российской Федерации. Описаны предпосылки формирования компетенций в сфере информационно-коммуникационных технологий в научной среде. Проанализированы современные компетенции, 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 или иных общественно значимых задач. Перечислены основные составляющие принятой в настоящее время общеевропейской системы компетенций, разделенные на три группы: инструментальные, отражающие уровень развития когнитивных и методологических способностей, технологических и лингвистических навыков личности; межличностные, выявляющие индивидуальные способности (выражение чувств, отношение к критике и самокритике), социальные навыки (межличностные отношения, работа в команде); системные, позволяющие видеть части компетенций в их связи и единстве. Проанализированы основные современные ИКТ-компетенции, важные для научно-исследовательской деятельности и академической карьеры, которые необходимо формировать и развивать у молодых ученых.

Ключевые слова: наука, информационно-коммуникационные технологии, научно-исследовательская деятельность, ИКТ-компетентность, компьютеры.

Для цитирования: Шемаров, А. И. Формирование ИКТ-компетенций при подготовке научных кадров / А. И. Шемаров, Е. Г. Гриневич // Библ.-информ. дискурс. – 2022. – Т. 2, № 1. – С. 5–14. <https://doi.org/10.47612/2791-2841-2022-2-1-5-14>

Статья поступила: 11.04.2022

Статья принята в печать: 24.06.2022

Статья опубликована: 30.06.2022



Alexandr I. Shemarov, Elena G. Grinevich

Developing ICT competencies while training scientific personnel

Alexandr I. Shemarov

Ph.D. in Technology, Associate Professor, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Department of Electronic Computing, Associate Professor

Email: al_shemarov@mail.ru

Elena G. Grinevich

School of Business of the Belarusian State University, Department of Digital Systems and Technologies, Senior Lecturer

Email: e_grinevich@sbmt.by

Abstract. The article analyses the formation and development of ICT competencies when training scientific personnel. It has been shown that the integrated development of science is directly linked to the development of information and communication technologies, regardless of the existing infrastructure for these technologies. The close relationship and mutual influence of science and information technology in different historical periods of human development has been examined. The lists of laws regulating scientific activities have been given, as well as the main principles and definitions of these activities recognized by the legislation of the Republic of Belarus. The prerequisites for the formation of competences in the field of information and communication technologies in a scientific environment have been described. The current competencies that are necessary to conduct scientific and/or scientific-technical (technological) research with further commercialization of scientific and/or scientific-technical (technological) results in the form of implementation of innovative projects aimed at solving economic, social or other socially important tasks have been analyzed. The article presents a list of the main components of the currently adopted pan-European competence framework which have been divided into three groups: instrumental, reflecting the level of development of cognitive and methodological abilities, technological and linguistic skills of an individual; interpersonal, revealing individual skills (expression of feelings, attitude towards criticism and self-criticism), social skills (interpersonal relationships, teamwork); systemic, enabling the parts of the competences to be seen in their connection and unity. The article analyses the key modern ICT competencies important for research and academic careers that need to be developed and shaped by young researchers.

Keywords: science, information and communication technology, research activities, ICT competence, computers.

For citation: Shemarov A. I., Grinevich E. G. Developing ICT competencies while training scientific personnel. *Bibliotechno-informatsionnyi diskurs = Library & Information Discourse*, 2022, vol. 2, no. 1, pp. 5–14 (in Russian). <https://doi.org/10.47612/2791-2841-2022-2-1-5-14>

The article was received: 11.04.2022

The article was accepted for publication: 24.06.2022

Article published: 30.06.2022

Введение

Развитие современного общества 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) вне зависимости от существующей инфраструктуры этих технологий. Изобретение и освоение письменности первыми 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 ученые 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 в. удваивается примерно каждые 10–15 лет (рост открытий, научной информации, числа научных работников) [1, 2].

Научные исследования и технологии дают импульс развитию современной экономики и служат основой для

достижения успехов в использовании знаний в интересах всего человечества. ИКТ являются сегодня основной движущей силой современной информационной революции и глобализации мировой экономики. В то же время информационно-коммуникационные технологии необходимы для самих научных исследований: они дают возможность ученым выполнять фундаментальные и прикладные исследования, осуществлять сотрудничество и формировать научные международные консорциумы, проводить эксперименты, координировать лабораторную деятельность и обмениваться результатами с коллегами [3].

Научная деятельность. Основные положения

Влияние науки на развитие современного общества является основополагающим и его трудно переоценить. Важность научной деятельности подчеркивается тем, что она 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-ХII)»;

– «О научной деятельности. (Закон Республики Беларусь от 21 октября 1996 г. № 708-ХIII)»;

– «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь. (Закон Республики Беларусь от 10 июля 2012 г. № 425-3)» [4].

Аналогичный закон действует 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 определяют:

– фундаментальные научные исследования –

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

– 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. Основные составляющие этой деятельности в вышеуказанных белорусских и российских законах о научной деятельности определяются следующим образом:

– 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 деятельность), 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, которые направлены на получение научных и (или) научно-технических результатов и осуществление которых ограничено временем и привлекаемыми ресурсами [4].

Предпосылки формирования компетенций в сфере ИКТ

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. Именно компетенция представляет собой динамическую сторону профессиональности и позволяет характеризовать возможности личности в социальном контексте, выражая субъективный деятельностный потенциал.

В рамках принятой общеевропейской системы компетенции разделены на три группы: инструментальные, отражающие уровень развития когнитивных и методологических способностей, технологических и лингвистических навыков личности; межличностные, выявляющие индивидуальные способности (выражение чувств, отношение к критике и самокритике), социальные навыки (межличностные отношения, работа в команде); системные, позволяющие видеть части компетенций в их связи и единстве [5].

Необходимо отметить, что одними из важнейших компетенций, которыми должен обладать современный ученый для успешной научной деятельности, являются компетенции в области ИКТ. При этом следует учитывать, что эти компетенции являются общими для ученых-представителей всех наук, вне зависимости от рода и вида их научной 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 более или менее точной передачи 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 существенный 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 большого 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, так же, как и рукописи, имели ограниченный жизненный цикл. При их перепечатывании, научные сведения, воспроизводимые в источниках, зачастую «творчески пересматривались», вопреки научной этике, в зависимости от господствующей в конкретное время научной теории, либо согласно представлениям о мироустройстве того или иного ученого. Но при этом необходимо отметить, что появившийся комплекс технологий (сумма технологий – по определению, введенному С. Лемом [6]) 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, потребовала подготовки значительного количества специалистов, обеспечивающих возможность быстрого и точного вычисления математических выражений с относительно большой разрядностью по достаточно сложным алгоритмам. Аналогичные задачи возникли чуть позднее, и были связаны с необходимостью выполнения большого количества сложных инженерных и научных расчетов с использованием аналитических методов в эпоху индустриальной революции. В это время появляется профессия «компьютер – в русском языке расчетчик [7]», которая предполагала работу специалиста 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 XX 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 физических задач, в приемлемых временных интервалах. Таким образом, была предпринята необходимость создания вычислительной техники. Требовалась только лишь наличие соответствующих технологий, достигнутых цивилизацией. И 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 технологиями, 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. Поэтому 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 80-х годах прошлого столетия персональных компьютеров [8]. Общедоступность этих устройств, и, как следствие, 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 1980-х годов. И эта тенденция еще более будет усиливаться в связи с повсеместным внедрением и использованием глобальных компьютерных сетей, и, как следствием их внедрения, широкомасштабным использованием сетевых технологий удаленного доступа к инфраструктуре сетевых ресурсов, получивших название облачных.

ИКТ-компетенции молодых ученых, необходимые для научно-исследовательской деятельности и академической карьеры

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 ИКТ. 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.

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 профессиональной 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 (рисунок 1).

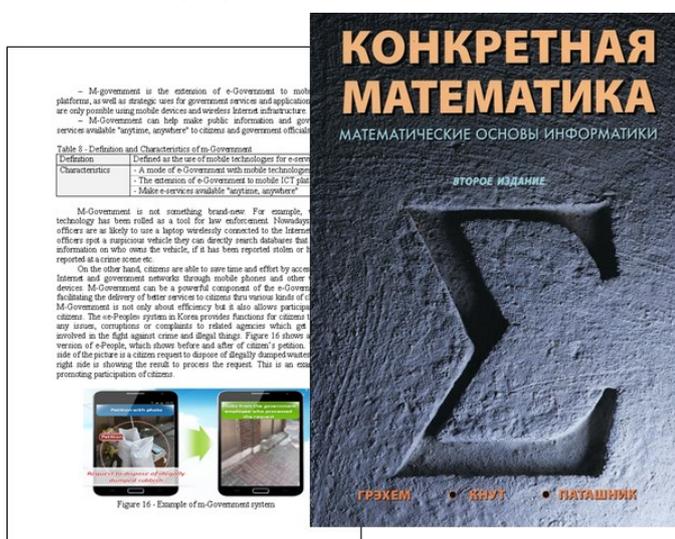


Рисунок 1. – Фрагменты учебного пособия
 Figure 1. – Extracts from the textbook

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. К ним относятся разнообразные электронные таблицы, работа с которыми необходима любому ученому вне зависимости от его специальности. Поэтому, некоторые стереотипы, сложившиеся у ученых определенных специальностей, о том, что знание математики не является необходимым для формирования ученых компетенций, имеющих большое значение для их научной деятельности, являются не вполне обоснованными. Для решения более сложных математических задач, в том числе и 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. Примеры использования математических приложений приведены на рисунке (рисунок 2).

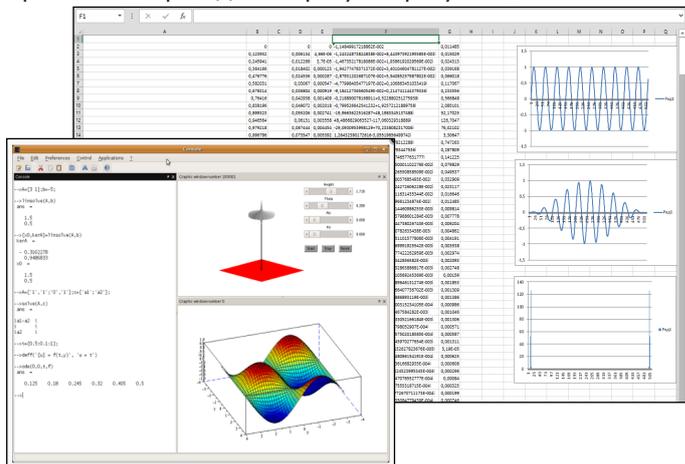


Рисунок 2. – Использование математических приложений
 Figure 2. – The use of mathematical applications

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, на современном этапе 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, как следствие, 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 исследований (рисунок 3).

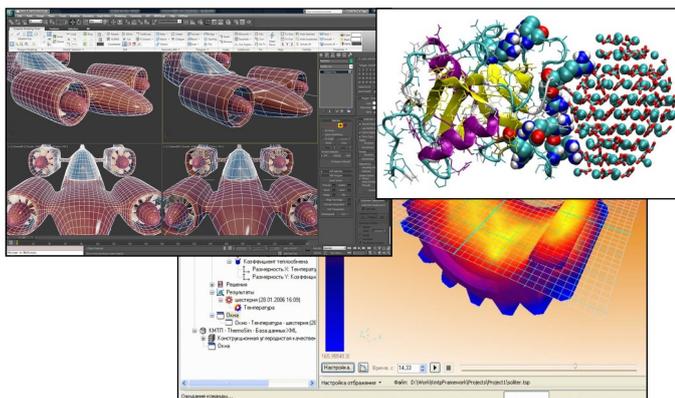


Рисунок 3. – Использование систем математического моделирования и систем автоматизированного проектирования

Figure 3. – The use of mathematical modelling systems and computer-aided design systems

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. Отсюда, четвертая компетенция, связанная с умением работать с распределенными информационно-коммуникационными системами, которая является одной из самых востребованных для современного ученого. Наряду с классическим поиском информации в опубликованных источниках, что занимало много времени и зачастую 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 рисунке 4 в качестве примеров показаны поиск патента (U.S. Patent № 5,832,530), положенного в основу работы программного продукта, и раритетный план города Минска.

Развитие технических систем предполагает появление новых прорывных технологий. Такими технологиями компьютерных систем становятся технологии создания 3D-проекции 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 проследиваться, например, тайнопись.

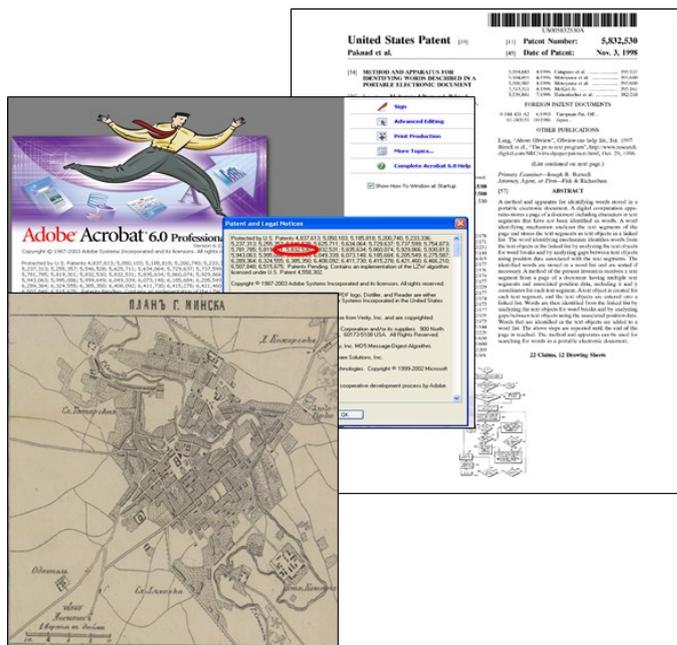


Рисунок 4. – Использование информационных систем
 Figure 4. – The use of information systems

Использование возможностей анализа и формирования 3D-объектов представлена на рисунке 5. Особое значение эти компетенции приобретают для применения их в обеспечении учебного, исследовательского, аналитического процессов, особенно в тех случаях, когда требуется обеспечить получение труднореализуемых или нереализуемых (моделируемых) процессов и объектов физического мира.

Развитие компетенций, связанных с возможностью создания и использования виртуальных 3D-объектов, приобретает важное значение для современного ученого в связи с развитием технологий 3D-печати. Несомненные успехи этих технологий и все большая степень их доступности предоставляет уникальные возможности для прототипирования объектов, в том числе и биологических. Это предоставляет исследователю возможность создания физических прототипов без необходимости использования дорогостоящих услуг мелкосерийного производства.

Развитие информационно-коммуникационных систем открывает новые возможности, связанные с удаленным взаимодействием в научных международных сообществах.

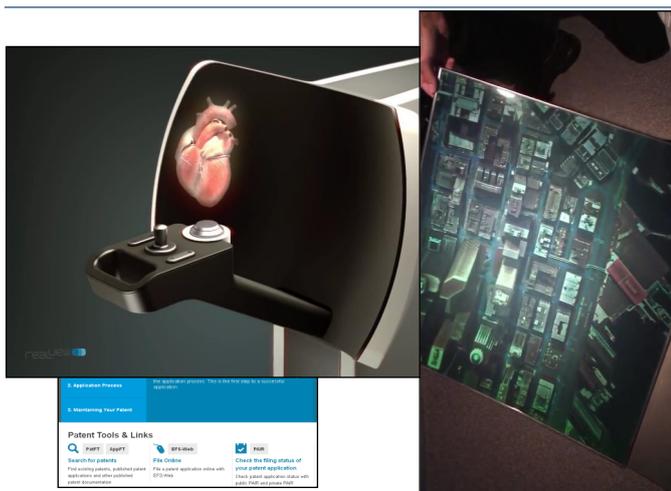


Рисунок 5.– Использование 3D–объектов
Figure 5.– The use of 3D objects

Начиная от простейших возможностей, предоставляемых разнообразными мессенджерами, которые позволяют организовать прямое общение наряду с возможностью передачи изображения, звука и файлов между двумя учеными, до проведения удаленных коллективных обсуждений, семинаров (вебинаров), конференций, совместной обработки файлов и т.п. Современные инструментальные системы предоставляют уникальные возможности по удаленной 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.

Широкое распространение систем для коллективной проектной работы научных, инженерных и IT-коллективов в любых вариациях (рисунок 6) свидетельствует о том, что шестая компетенция современного ученого, предполагающая эффективное использование коммуникационных систем, является весьма важной и востребованной. Неожиданно это компетенция стала исключительно востребованной в период пандемии, связанной с распространением вирусной инфекции COVID-19. Наличие большого количества разнообразных систем, обеспечивающих текстовую, голосовую и видеосвязь посредством глобальной сети между компьютерами (IP-медиа), позволило в этот сложный период не только не прервать научное и учебное взаимодействие в достаточно крупных коллективах, но и перевести взаимодействие на новый уровень. Возможность организации удаленных on-line конференций, обеспечивающих взаимодействие десятков и даже сотен участников с использованием всех возможных сетевых медиаформатов, включая передачу текстовых

сообщений, речевых сообщений, видеосообщений и файлов, организацию параллельного личного взаимодействия участников конференций, возможность комбинирования множества изображений с веб-камер и рабочих столов в одну общую картинку на экране всех участников позволило, без потери качества, продолжить учебные и научно-исследовательские процессы.

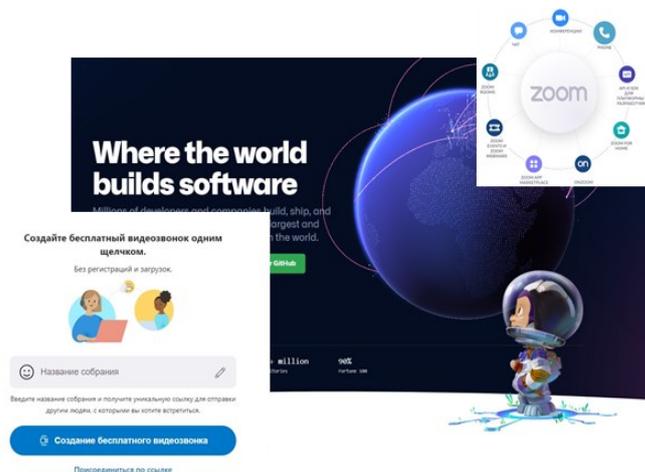


Рисунок 6.– Системы для удаленного взаимодействия
Figure 6.– Remote communication systems

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

Заключение

Таким образом, переход к широкомасштабному применению современных информационных систем в сфере науки обеспечивает принципиально новый уровень получения и обобщения знаний, их распространения и использования. Мировые тенденции быстрого развития новых информационных технологий, в том числе в сфере науки, привели к появлению большого числа разнообразных информационных ресурсов и услуг. Включение ИКТ в инструментарий ученых вносит глубокие изменения в стиль научной работы и ее результаты. Изменяется унаследованный от античности старый рациональный способ научного мышления и доказательства, построенные на абстрактных понятиях и дедуктивных рассуждениях. Изменился сам предмет науки, которой стали доступны решения проблем нового уровня сложности. В науку внедряются методы формализации знаний для строго логической их обработки.

Кроме этого, ИКТ оказывают огромное влияние на проведение научных исследований, создание новых видов

для моделирования процессов и изделий, а также для симуляции их поведения в самых различных условиях. Виртуальные эксперименты заменяют реальные в тех случаях, когда последние по каким-либо причинам невозможны или нерациональны. Благодаря информационным технологиям созданы и используются крупные базы данных, содержащие огромные массивы информации, причем в последние годы многие из них стали общедоступны через Интернет. Современные информационные технологии позволяют совместно использовать вычислительные ресурсы и уникальные исследовательские инструменты людям, находящимся в удаленных друг от друга местах, а также дают возможность вести коллективные исследования очень большим группам специалистов.

Качество современной науки, как в мировом масштабе, так и в рамках отдельно взятых государств, напрямую зависит от кадрового потенциала науки, важной качественной составляющей которого является уровень не только его профессиональной подготовки, но и подготовки в области информационно-коммуникационных технологий.

Список использованных источников

1. Наука // Большая советская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. А. М. Прохоров. – 3-е изд. – М., 1974. – Т. 17. – С. 323–330.
2. Степин, В. С. Философия науки. Общие проблемы : учебник / В. С. Степин. – М.: Гардарики, 2006. – 383 с.
3. Наука в информационном обществе: [сборник: перевод] / М-во культуры и массовых коммуникаций Рос. Федерации, Рос. ком. Программы ЮНЕСКО «Информация для всех», Рос. нац. б-ка. – СПб.: Рос. нац. б-ка, 2004. – 102 с.
4. Правовые акты Республики Беларусь в сферах научной, научно-технической и инновационной деятельности [Электронный ресурс] // Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://gknt.gov.by/rules/pravovye-akty-respubliki-belarus-v-sferakh-nauchnoy-nauchno-tehnicheskoy-i-innovatsionnoy-deyatelnosti/>. – Дата доступа: 24.03.2022.
5. Байденко, В. И. Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (методологические и методические вопросы) : метод. пособие / В. И. Байденко. – Изд. 2-е. – М.: Исслед. центр проблем качества подгот. специалистов, 2005. – 114 с.
6. Лем, С. Сумма технологии / С. Лем; пер. с пол. Ф. В. Широкова. – М.: АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2002. – 668 с.
7. Расчетчик // Толковый словарь русского языка : в 4 т. / под ред. Д. Н. Ушакова. – М., 1939. – Т. 3. – С. 1290.
8. Персональный компьютер: перспективы близкие и далекие [Электронный ресурс] : [круглый стол] / Е. Велихов [и др.] // Boatanchor в России. – Режим доступа: <https://www.boatanchor.ru/modules/articles/item.php?itemid=27>. – Дата доступа: 24.03.2022.

References

1. Science. *Bol'shaya sovetskaya entsiklopediya*. T. 17 [Great Soviet Encyclopedia. Vol. 17]. 3rd ed. Moscow, 1974, pp. 323–330 (in Russian).
2. Stepin V. S. *Philosophy of science. General problems*. Moscow, Gardariki Publ., 2006. 383 p. (in Russian).
3. Russian National Library. *Science in the information society*. St. Petersburg, Russian National Library, 2004. 102 p. (in Russian).
4. Legal acts of the Republic of Belarus in the fields of scientific, scientific, technical and innovative activities. *State Committee on Science and Technology of the Republic of Belarus*. Available at: <http://gknt.gov.by/rules/pravovye-akty-respubliki-belarus-v-sferakh-nauchnoy-nauchno-tehnicheskoy-i-innovatsionnoy-deyatelnosti/> (accessed 24.03.2022) (in Russian).
5. Baidenko V. I. *Competence-based approach to the design of state educational standards of higher professional education (methodological and methodological issues)*. 2nd ed. Moscow, Research Center for Quality Problems in Training Specialists, 2005. 114 p. (in Russian).
6. Lem S. *Summa technologiae*. Krakow, Wydawnictwo Literackie, 1964. 470 p. (in Polish).
7. Calculator. *Tolkoviy slovar' russkogo yazyka*. T. 3 [Explanatory dictionary of the Russian language. Vol. 3]. Moscow, 1939, p. 1290 (in Russian).
8. Velikhov E., Ershov A., Lavrov S., Gromov G. *Personal computer: prospects near and far*. Available at: <https://www.boatanchor.ru/modules/articles/item.php?itemid=27> (accessed 24.03.2022) (in Russian).