

Практическая ценность исторических исследований (научные доклады Ю. М. Батурина в Президиуме РАН и МГУ)

17 апреля 2012 г. директор ИИЕТ РАН, член-корреспондент РАН Ю. М. Батурин на заседании Президиума Российской академии наук сделал научное сообщение «Моделирование как вспомогательный инструмент истории науки и техники». Его цель состояла в том, чтобы продемонстрировать научную и практическую значимость моделирования в истории науки и техники на примере некоторых работ, проводимых возглавляемым им институтом.

В первой части доклада было дано определение модели, используемое в докладе, обозначена роль моделиро-

вания в истории знания, в связи с чем были затронуты особенности истории техники. В частности, было отмечено, что для ученого, работающего в этой области, количество объектов достаточно для статистической обработки. Каждый объект характеризуется множеством количественных параметров. Таким образом, источников данных достаточно для достоверного описания, в том числе и в виде модели. А модель дает результаты, которые важны не только для историков техники, но и для специалистов-практиков в других областях.



Весьма часто технические параметры или характерные показатели процесса, системы или механизма (например, мощность силовых установок) изменяются во времени по

S-образным кривым или по кривым с довольно четко выраженными точками перегиба, или экстремумами. Вначале система развивается медленно, при достижении некоторого уровня

развитие ускоряется, при достижении достаточно высокого уровня скорость роста уменьшается, а затем может уменьшаться из-за физического или морального старения, ухудшения параметров системы. При достижении некоторого предела совершается качественный скачок, и все повторяется сначала.

Этот цикл характерен и для рынка: от опытно-конструкторских разработок – к демонстрационным образцам, затем к серийному выпуску и коммерциализации. В подтверждение сказанного приводились примеры из истории тепловой и атомной энергетики, развития железнодорожного транспорта, которые подвели к вопросу о волнах активности в развитии новых технологий и их отличительных особенностях.

Сегодня систематических исследований процессов трансформации научных идей в промышленную продукцию не так много, причем они рассеяны по отдельным отраслям науки и хозяйственной деятельности. Тем не менее, отдельные закономерности установлены.

Исследования (Ю. М. Батулин, О. В. Доброчеев) показывают, что для полной смены технологий требуется около 140 лет. При этом глобальная волна содержит в себе фазы отраслевых технологических революций с периодом в 17–18 лет.

Чтобы понять дальнейшие перспективы развития космонавтики, докладчик предложил рассмотреть, что происходило с предшествующими технологиями освоения окружающего пространства, например, с железнодорожным транспортом, глобальная волна которого давно завершилась, и его история – от первых изобретательских идей в этой

области, возникших в 1712 г., до полномасштабного распространения железнодорожного транспорта в Англии в 1856 г. – может быть проанализирована.

Глобальная волна развития железнодорожного транспорта в Англии близка к теоретическому 140-летнему значению – 141 год. Она разбивается на четыре крупные 35-летние фазы с резко выраженными качествами – творческого воображения, научных исследований, первых инженерных решений и полномасштабного освоения.

Первая фаза. В 1712 г. была изобретена паровая машина Ньюкомена, с появлением которой связывают начало промышленной революции в Англии.

Вторая фаза. В середине XVIII в. на рудниках научились использовать деревянные рельсы, по которым двигались тележки с рудой, каждую тянули три лошади. В 1768 г. на металлургических заводах Дерби в графстве Йоркшир заменили деревянные брусья чугунными пластинами с направляющей колеей для колес. По новым путям лошади могли тащить уже 19 тележек с 15 центнерами груза.

В 1769 г. Джеймс Уатт получил патент на паровой двигатель. Уатт добавил к двигателю Ньюкомена несколько важных деталей: поместил внутри цилиндра поршень для выталкивания пара и преобразовал возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение приводного колеса.

Третья фаза. В 1789 г. Уатт изобрел регулятор – устройство, позволяющее контролировать скорость работы паровой машины. Это позволило поддерживать постоянную скорость,

не зависящую от температуры котла, и облегчило работу. Двигатели Уатта стали в три раза производительнее паровой машины Ньюкомена.

В 1804 г. Ричард Тревитик построил первый в мире паровоз для заводской Мертир-Тидвилской чугунной дороги (Южный Уэльс), а в 1808 г. сделал паровоз более совершенной конструкции, развивавший скорость до 30 километров в час.

Четвертая фаза. В 1825 г. начала действовать первая рельсовая дорога между Стоктоном и Дарлингтоном, предназначенная для перевозки грузов.

В 1842 г. в Шотландии на линии Глазго – Эдинбург прошли испытания локомотива с автономным питанием от электрических батарей, который можно считать одним из прототипов электровоза. В 1856 г. Англия была опоясана сетью железных дорог.

В точке бифуркации технологического развития, возникшей после окончания глобальной волны освоения пространства с помощью железных дорог, дальнейшее развитие транспортных технологий пошло по нескольким направлениям. Первое – инерционное – было связано с радикальными технологическими усовершенствованиями локомотивов, последовавшими вслед за изобретением двигателя внутреннего сгорания практически сразу за окончанием глобальной волны. Двигатель внутреннего сгорания породил также два новых неизвестных ранее вида транспортных средств – автомобиль и самолет. Это обусловило второе направление (в свою очередь, расходящееся на две ветви) развития транспортных средств на Земле. В развитии авиации тоже произошло ветвление, стали использоваться реактивные двигатели.

В силу ограниченного объема надежно документированных наблюдений определить на их основе период самой низкочастотной (глобальной) волны чрезвычайно трудно. Поэтому длинные волны можно оценить лишь основываясь на тех или иных гипотезах. Докладчик сделал это на основе гипотезы А. Н. Колмогорова 1962 г. о подобию характера законов вариаций экономических индикаторов и скорости турбулентных флуктуаций потоков воды, которые не зависят ни от частиц экономической среды, ни от физических свойств частиц воды, и по формуле Колмогорова получил оценку, близкую к 140 годам.

Затем докладчик перешел к возможностям использования моделирования в истории космонавтики и продемонстрировал слайд, на котором в графической форме были представлены данные по числу значимых для космонавтики событий: во-первых, творческих и организационных событий в тот или иной год (статьи, книги, организация КБ, институтов), во-вторых, значимых испытаний ракетной техники. Статистические данные, представленные в логарифмических координатах, показали начало увеличения числа событий около 1908 г., который и был принят докладчиком за начало координат космической эры. В этот год был дважды покорен Северный полюс – вершина эпохи земных путешествий. Самолеты перевезли первых авиапассажиров. Появились теоретические статьи К. Э. Циолковского, Ф. А. Цандера. Но реальная работа по созданию ракетной техники началась много позже. Первый пуск ракеты с жидкостно-реактивным двигателем на высоту 12 метров Р. Годдард осуществил в США только в 1926 г., т. е. с отставанием от найденной точки отсчета

как раз на 18 лет. Бурный рост ракетной промышленности начался с ракеты «Фау-2» Вернера фон Брауна в 1943 г., т. е. еще через 17 лет. К началу 1960-х гг. (т. е. еще через 17–18 лет) число ракетных пусков взрывным образом достигло своей наивысшей точки, и начался период, который обычно и рассматривают как историю космонавтики.

Любопытно, что в 1891 г., 17 годами ранее виртуальной точки начала космической эры и 35 годами ранее первого полета ракеты, вышла первая статья Циолковского по аэродинамике (часть книги «К вопросу о летании посредством крыльев»). Однако серьезный интерес к освоению космического пространства с помощью технических средств появился еще раньше: например, романы Жюль Верна «Из пушки на Луну» и «Вокруг Луны». Таким образом, от Жюль Верна до высадки человека на Луну в 1969 г. прошло 104 года, из которых большую часть времени (около 70 лет) человечество потратило на сугубо интеллектуальную работу – рождение безумных идей и их инициативную опытную проработку. Основываясь на этой ритмике, докладчик распределил критические события в рамках глобальной волны мировой космонавтики на четыре фазы:

1. «Идеи» (1856–1891), к которой относятся наиболее ранние записи Циолковского по межпланетным полетам, проект пилотируемого летательного аппарата Кибальчича, повесть «Путешествие в космическом пространстве» народовольца Н. А. Морозова, монография К. Э. Циолковского «Свободное пространство».

2. «Научные исследования» (1891–1926), в которую вошли все основополагающие научные труды, а также патенты Годдарда.

3. «Инженерные решения» (1926–1961), охватившую практическое создание ракет от годдардовской до первых космических, создание РНИИ, ГИРД, различных ОКБ, а также межпланетных обществ во многих странах.

4. «Полномасштабная реализация» (1961–1996), завершившую цикл.

Таким образом, на рубеже XX и XXI вв. завершилась 140-летняя глобальная волна мировой космонавтики. Именно этим объясняется кризис космонавтики и в США, и в России. В дальнейшем, после прохождения точки бифуркации, развитие космонавтики пойдет двумя путями – инерционным (Китай, Индия) и инновационным, который возможен только после осознания новых научных идей и открытий, на которых будет строиться будущая космонавтика.

Затем докладчик перешел к описанию базы технических данных (БД) самолетов, охватывающей период с Первой мировой войны до современности (Ю. В. Кузьмин, ИИЕТ РАН). Учитывая, что количество модификаций самолетов в мире – более 20 тыс., БД позволяет находить конструкции определенного вида, рассчитывать средние и средневзвешенные показатели, их динамику. БД можно использовать также для поиска корреляций отношений «техника – техника», «история – техника», «экономика – техника» и т. д. Основываясь на графиках развития авиационной техники, составленных по БД, Юрий Батурин сделал нетривиальные выводы о авиастроительных доктринах Германии и СССР накануне и в ходе Второй мировой войны, в связи с чем им были высказаны некоторые соображения относительно закономерностей освоения техники промышленностью.

Заключительная часть доклада была посвящена виртуальным моделям, виртуальной реальности и виртуальному окружению. Обсуждалась интерактивная графика с трехмерными моделями, когда комбинируется специальная технология отображения, погружающая пользователя в виртуальное окружение с прямым манипулированием моделями. Визуальное погружение достигается за счет создания стереоэффекта наблюдаемой искусственной сцены. Были представлены некоторые работы Центра виртуальной истории науки и техники ИИЕТ РАН (руководитель – А. В. Леонов), где создаются подобные модели. В основном речь шла о виртуальной модели знаменитой Шуховской башни на Шаболовке, созданной 90 лет назад. Сегодня гиперболоидные конструкции можно встретить по всему миру – от Лондона до Сингапура. Первым, кто придумал и воплотил их в железе, был русский инженер В. Г. Шухов, 160-летие со дня рождения которого будет отмечаться в следующем году.

Основа модели башни была получена с помощью трехмерного лазерного сканирования, осуществленного сотрудниками ЦВИНТ ИИЕТ РАН, что позволило получить «облако точек» – 100 миллионов точек. Затем по этому «облаку» началось построение виртуальной модели. При этом оказывается возможным индивидуально моделировать каждый элемент конструкции. После завершения работы можно будет оценить среднее отклонение для всей модели. На сегодняшний день есть оценки точности «вписывания» только для отдельных элементов в каждой секции башни. На основе этих оценок можно доста-

точно обоснованно утверждать, что точность модели составляет около 1 см.

Сохранение виртуальных моделей технического наследия представляется чрезвычайно важным для истории науки и техники, а для Шуховской башни, которую в ближайшем будущем ждет реставрация, особенно актуально. Как известно, сохранились всего четыре чертежа Шухова для отдельных элементов башни (два в Архиве РАН, два в Российском государственном архиве научно-технической документации). Кроме того, есть результаты обмеров, проводившихся в 1947 и 1971 гг. Центральным научно-исследовательским и проектным институтом строительных металлоконструкций им. Н. П. Мельникова. На основе виртуальной модели становится возможным воссоздание всех чертежей башни, что является важным научным результатом для истории техники. Видимо, поэтому пресса живо откликнулась на работы ИИЕТ РАН.

Юрий Михайлович привел примеры сделанных в ИИЕТ РАН интерактивных виртуальных моделей, с помощью которых исследователь может задавать параметры, менять режимы, таким образом, используя модель в своей научной деятельности. Он сослался на недавний доклад члена-корреспондента РАН Л. Б. Бойнович, сделанный на заседании Президиума РАН, в котором упоминалось о модели супергидрофобного покрытия, созданной совместно ИФХЭ РАН и ИИЕТ РАН. Космический эксперимент «Плазменный кристалл», который под руководством академика В. Е. Фортова уже больше 10 лет проводится на Международной космической станции, также получил свою исследовательскую виртуальную мо-

дель (В. Е. Фортов, В. И. Молотков, Б. А. Клумов (ОИВТ РАН)); Ю. М. Батури́н, А. В. Леонов, А. Е. Бобков (ИИЕТ РАН). Данные о сейсмической активности, пополняемые в реальном масштабе времени, позволяют использовать модель «Виртуальный глобус», созданную ИИЕТ РАН, Геофизической службой РАН и Камчатским филиалом ГС РАН как для научных исследований, так и для целей популяризации.

Три последние модели не относятся напрямую к работе историков науки и техники. Примеры их использования были приведены для того, чтобы пригласить академические институты, заинтересованные в показе своих достижений, ближе познакомиться с возможностями демонстрационных и исследовательских моделей, создаваемых в ИИЕТ РАН и представить их, в том числе и на постоянно действующей выставке РАН в здании президиума, которую курирует ИИЕТ РАН.

В заключение докладчик подчеркнул, что, моделирование позволяет:

- выявлять закономерности развития науки и техники;
- соотносить историю науки и техники с общим ходом истории;
- разрабатывать рекомендации по направлениям развития техники;
- использовать прежде не учитываемые результаты при конструировании новых образцов техники;
- хранить информацию об объектах истории техники;
- воссоздавать утраченные чертежи.

По окончании доклада прошло его обсуждение, в котором приняли участие академики С. М. Алдошин, А. С. Бугаев, А. А. Дынкин, Ю. А. Израэль, Ю. С. Осипов, В. Е. Фортов, Е. П. Челышев, д. ф.-м. н. Н. Н. Ан-

дреев (Математический институт им. В. А. Стеклова РАН). В заключение президент РАН Ю. С. Осипов поблагодарил Ю. М. Батурина за очень интересное научное сообщение и пожелал дальнейших успехов в работе» (постановление Президиума РАН № 89 от 17 апреля 2012 г.).

После успешного выступления Ю. М. Батурина в Президиуме РАН и положительных отзывов коллег он был приглашен ректором МГУ, вице-президентом РАН В. А. Садовничим выступить 25 апреля с тем же докладом на Научном семинаре Института математических исследований сложных систем МГУ, руководителем которого является сам Садовничий.

Учитывая иной регламент семинара, Ю. М. Батури́н расширил рамки изложения, дополнив его другими примерами. В аудитории имени А. Н. Колмогорова не осталось свободных мест, к выступлению директора ИИЕТ проявили интерес и профессор, и студенты. Доклад «Моделирование в истории науки и техники» длился вдвое больше сообщения в Президиуме РАН и продолжался более часа. В нем докладчик остановился на важности постоянного мониторинга в масштабе десятилетий и даже веков памятников техники мирового значения (таких как Шуховская башня) с помощью виртуального моделирования, созданием интерактивных сцен с ландшафтом и документальными (включая фото и видео, иногда аудио) комментариями всех значимых изменений. Появляется возможность снабдить памятник техники системой датчиков, с заданной периодичностью регистрирующих характеристики его старения: напряжения элементов, деформации и т. п. Это даст возможность проводить анализ изменения характери-

стик процессов во времени. Старение объекта нагляднее видеть, управляя временным параметром. Рассматривая планы реставрации памятника техники, можно провести анализ сценариев развития событий, возможных аварийных ситуаций и последствий аварии. Можно представить, как будет выглядеть объект после реставрации, отслеживать, как меняется сочетание памятника техники с окружающим ландшафтом, и более того, смотреть, как могут повлиять изменения ландшафта (строительство близлежащих зданий, прокладка дорог и коммуникаций и т. д.) на состояние изучаемого объекта и его сохранность.

В конце прозвучали вопросы и выступления. В частности, в связи с одним из примеров доклада В. А. Садовничий прокомментировал зарождение теории приближенных вычислений. После постройки парового двигателя элементы системы, преобразующей давление пара в поступательное движение, рассчитывались эмпирическим способом без построения четкой модели изделия и теоретических расчетов, что отрицательно сказывалось на надежности парового двигателя. Устройство паровых машин привлекло внимание П. Л. Чебышева. Занявшись вопросом математическо-

го обоснования выбора наилучших пропорций деталей в паровом двигателе, Чебышев создал оригинальную как по сути вопроса, так и по методу решения, работу «О функциях, наименее уклоняющихся от нуля», которая считается первой из работ теории приближений. Тем самым ректор МГУ продемонстрировал, что исторический анализ должен проводиться не только в предположении того, что наука порождает технические изобретения, но зачастую бывает так, что технические проблемы играют роль катализатора новых научных открытий и даже создания новых теорий.

В ходе обсуждения аудитория отмечала актуальность задачи доклада – «продемонстрировать научную и практическую значимость моделирования в истории науки и техники». Студенты интересовались математическими аспектами моделирования, такими как вопрос о сжатии технологических волн развития, профессора спрашивали о вещах концептуального характера, предлагали свои идеи. Например, было предложено учитывать в анализе экономические показатели, а не только научно-техническую составляющую.

Д. А. Сумкин

2-я Международная конференция по истории отечественной вычислительной техники и информатики *SORUCOM-2011*

С 12 по 16 сентября 2011 г. в Великом Новгороде на базе Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого проходила 2-я Международная конференция по истории отечественной вычислительной техники и информатики. Ее официальное название «Развитие вы-

числительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР (*SORUCOM-2011*)». Конференция проходила под эгидой Международной федерации по обработке информации (*IFIP*) и при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).