

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. Ломоносова**

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБИРНЕТИКИ

**VI Международная
научно-практическая конференция**

**Современные
информационные технологии
и ИТ-образование**

СБОРНИК ИЗБРАННЫХ ТРУДОВ

**Под редакцией
проф. В.А. Сухомлина**

**Москва
2011**

УДК [004:377/378](063)
ББК 74.5(0)я431+74.6(0)я431+32.81(0)я431
С56

Печатается по решению редакционно-издательского отдела факультета Вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета

Рецензенты: профессор, д.ф.-м.н. А. Н. Томилин

профессор, д.ф.-м.н. Л. А. Калининченко

С56 Современные информационные технологии и ИТ-образование.
Сборник избранных докладов научно-практической конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В. А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2011. – 1052 с.

ISBN 978-5-9556-0129-8

В сборник трудов включены доклады IV Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование», прошедшей в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова 12-14 декабря 2011 г. Целью конференции являлась интеграция усилий университетов, науки, индустрии и бизнеса в решении актуальной задачи построения востребованной национальной системы ИТ-образования.

Материалы сборника предназначены для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, интересующихся проблемами ИТ-образования, теоретическими, методологическими и прикладными вопросами в области информационных технологий.

Издание сборника поддержано Фондом содействия развитию интернет-медиа, ИТ-образования, человеческого потенциала «Лига интернет-медиа».

УДК [004:377/378](063)
ББК 74.5(0)я431+74.6(0)я431+32.81(0)я431

ISBN 978-5-9556-0129-8

Информационные технологии в шестом технологическом укладе мировой экономики

*В.Н. Пишков, НИИ «Высоких технологий», директор, nitvt@udm.ru;
В.И. Родионов, ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный
университет», декан факультета, rodionov@uni.udm.ru.*

В очередной раз тенденции развития нашей цивилизации предопределяют интерес к информационным технологиям, причем на этот раз им уготовано кардинальное изменение жизни общества. Человеческая история прекрасно иллюстрирует подобную закономерность. Тысячелетиями люди использовали каменные орудия труда, ничего принципиально не меняя в укладе жизни, однако с появлением металла был сделан огромный шаг вперёд – на качественно новую ступень развития человечества. Аналогичный эволюционный прорыв был совершён на рубеже заката европейского средневековья, в эпоху промышленной революции. Развитие технологий в разы повышало производительные силы общества, увеличивало число активных участников экономических отношений. Шаг за шагом степень внедрения инновационных технологий в хозяйственную жизнь становилась главным условием экономического развития любого государства.

Но экономической системе характерны как периоды бурного подъёма, так и периоды падения, условно называемые экономическим кризисом. Регулярно подтверждается известная закономерность – каждый новый подъём имеет стартовую позицию выше, чем предыдущий, благодаря чему результирующее направление остаётся положительной величиной, и это обеспечивает поступательное развитие всей экономической системе.

Взаимосвязь экономических кризисов и господствующих в экономике технологий производства была рассмотрена в рамках теории инновационного развития – концепции технологических укладов. Эту концепцию предложил российский экономист Сергей Глазьев, представитель «новой парадигмы в экономической науке», которая развивает работы Н.Д. Кондратьева и Й. Шумпетера в рамках деятельности международной исследовательской сети ГЛОБЭЛИКС.

Другими словами, концепция технологических укладов является продолжением теории «длинных волн» выдающегося российского ученого Николая Дмитриевича Кондратьева. Благодаря обработке экономических показателей наиболее развитых стран за продолжительный промежуток времени, он эмпирически установил, что есть короткие и длинные циклы капиталистического производства. Теорию российского ученого продолжил развивать австрийский экономист Й. Шумпетер. Им

было введено понятие «инновация» – это создание новых технологий, задающих колебания всей мировой экономики. Согласно его инновационной теории каждый цикл делится на две части: инновационную – создание и внедрение новых технологий, и имитационную – их распространение.

Тогда же и было дано определение понятия технологического уклада как совокупности технологий, характерных для определенного уровня развития производства.

Смена технологических укладов совпадает со сменой инновационных волн Й. Шумпетера. Согласно этой концепции передовые страны мирового сообщества в настоящее время находятся на рубеже зарождения нового – шестого технологического уклада, базой для которого служат технологии пятого технологического уклада (ныне действующего), связанные с интенсивным развитием электронной промышленности, вычислительной, оптико-волоконной техники, программного обеспечения, телекоммуникации, роботостроения, информационных услуг.

Ниже приведена схема современных технологических укладов:

Пятый технологический уклад	Шестой технологический уклад
1. IT технологии	1. биотехнологии
2. фармацевтика	2. нанотехнологии
3. медицинские технологии	3. роботика
4. электромашин	4. новая медицина
5. цифровая связь	5. новое природопользование
6. телекоммуникации	6. полномасштабные технологии виртуальной реальности

Одним из определяющих процессов развития мировой экономики на рубеже XX-XXI веков является усиление интеграционных тенденций во всех сферах человеческой деятельности, названных американским социологом Р. Робертсоном процессом «глобализации», что является качественно новым этапом в развитии экономических отношений. Глобализация характеризуется формированием единого мирового рынка, усилением взаимосвязи и взаимозависимости национальных экономик, что приводит к образованию специализированных производственных регионов, ориентирующих свое производство на наиболее конкурентоспособный вид продукции.

Многие государства оценивают свои возможности и своё место в рамках новой экономической системы, и в соответствии с этим принимают долгосрочные стратегии развития, поскольку очевидным становится тот факт, что лидирующее положение в ближайшей перспективе прочно будут удерживать те страны и экономические регионы, которые будут заняты в высокотехнологичном производстве.

В настоящее время соотношение высокотехнологичного и энергосырьевого рынков уже составляет 4:1, а в будущем произойдет масштабное изменение этого соотношения, которое по некоторым оценкам составит 10:1. Руководители развитых государств понимают, что дальнейшее развитие возможно только на путях освоения новых технологий, поэтому ориентируют свои стратегии на освоение мировых сегментов рынка высоких технологий. В связи с этим лидерами мировой экономики (США, Европейский союз, Япония, Китай) было объявлено о переходе к технологиям шестого технологического уклада.

Основой экономики России является добыча энергетических ресурсов, незначительную долю занимает выпуск высокотехнологичной продукции. Как было отмечено академиком В.А. Черешневым, в настоящее время наша страна на 80% находится в четвёртом технологическом укладе, и только 10 – 15 процентов составляют пятый технологический уклад (журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство», №1 (8), 2011, статья «Возврата не будет, произойдёт системная трансформация экономики»). Поэтому, учитывая сложившуюся неблагоприятную ситуацию, перед Россией стоит сложная задача – пройти путь от сырьевой экономики к высокотехнологичной в предельно сжатые сроки.

Президентом России Д.А. Медведевым в 2009 году на официальном сайте kremlin.ru под заголовком «Россия, вперёд» была опубликована статья, в которой перечислены стратегические задачи, стоящие сегодня перед страной, и обозначен курс на модернизацию: «В течение ближайших десятилетий Россия должна стать страной, благополучие которой обеспечивается не столько сырьевыми, сколько интеллектуальными ресурсами: «умной» экономикой, создающей уникальные знания, экспортом новейших технологий и продуктов инновационной деятельности».

По инициативе Президента в России формируется «экономика благосостояния», основанная на реализации Концепции «Пяти И»: Институты, Инновации, Инвестиции, Инфраструктура, Интеллект, также определены приоритетные направления экономического развития страны, призванные обеспечить инновационный прорыв – это медицина, космос, энергоэффективность и энергосбережение, создание суперкомпьютеров и программного обеспечения, развитие ядерной энергетики.

Таким образом, государство сделало акцент на развитие инновационной экономики, направив усилия на те сферы, которые имеют стратегическое значение для всей страны, что выразилось в принятии целого ряда национальных программ по переходу экономики на качественно новый уровень, повышение её конкурентоспособности. Первые практические шаги по некоторым направлениям будущего технологического прорыва уже сделаны, что мы можем видеть в реализации таких проектов как создание Российской корпорации нанотехнологий, инновацион-

ного центра в подмосковном городе Сколково, а также в принятии ряда федеральных программ. Речь идёт об авиации, ракетно-космической технике, судостроении.

Такой подход, когда государство инициирует грандиозные программы, целью которых является сокращение отставания от передовых, в технологическом и экономическом плане, держав, а в некоторых случаях и достижения лидерства, принято называть преобразованиями «сверху». Для истории России это характерное явление, поскольку, уже со времён Петра I, государство, мобилизуя свои силы по конкретным направлениям, добивалось значительных успехов, что позволяло находиться в числе сильнейших стран, а, как известно, ни одно государство не может считаться сильным, обладая слабой экономикой. В то же время в стране всегда находились регионы, которые самостоятельно инициировали и проводили в жизнь идеи по развитию инновационных технологий и добивались значительных успехов, тем самым гармонично вписываясь в общее направление развития, обозначенное руководством страны.

В настоящее время в ряде передовых регионов России активно проводятся исследования по приоритетным направлениям, обозначенным Президентом РФ, используется накопленный опыт, задействуются интеллектуальные и материальные ресурсы.

Удмуртская Республика находится в числе таких передовых регионов, поскольку ещё с 2002 года в Научно-исследовательском институте «Высоких технологий» разрабатываются основы **полномасштабных технологий виртуальной реальности** на уровне объявленного шестого технологического уклада, – что является одним из немногих направлений, по которому у России нет отставания от развитых стран.

Полномасштабные технологии виртуальной реальности разрабатываются с использованием графических суперкомпьютеров отечественной разработки на базе многопроцессорных распределённых кластерных систем и специального программного обеспечения. Научное сопровождение проекта с 2006 года осуществляется кафедрой вычислительных машин, многопроцессорных кластерных систем и 3D графики факультета информационных технологий и вычислительной техники Удмуртского государственного университета. Исследования поддержаны учеными факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Российской академией наук, Российским фондом фундаментальных исследований и другими ведущими научными центрами страны.

Проводится активная научная работа по применению высокополигонального эргономического 3D моделирования, одним из направлений которого является поиск ответа на вопрос о принципиальной возможности и путях реализации задачи построения сложных систем с заданными

параметрами. На этот вопрос призваны дать ответ, в частности, моделирование, макетирование и стендовые испытания на всех этапах проектирования. При этом совмещение математического аппарата моделирования, аппаратного макетирования, а также стендовых испытаний монтажных и сборочных систем в рамках виртуального моделирования позволяет упростить решение задач по следующим направлениям:

- стратегическое планирование изменения конфигурации (монтажа) сложных систем;
- оперативное решение возникающих вопросов в процессе монтажа;
- разработка методов сборки и наращивания постоянно действующих сложных систем;
- проектирование последовательности выполнения сборочных, монтажных и пуско-наладочных операций;
- построение сложных конструкций на основе ограниченного числа конструктивных элементов;
- моделирование динамических процессов взаимодействия подвижных деталей и узлов сложных систем;
- создание технологической цепочки применения систем моделирования в виртуальных 3D средах для создания справочно-ориентированного мультимедиа контента;
- разработка методики высокополигонального виртуального моделирования кибернетических процессов;
- разработка технологических подходов к созданию систем «глубокого погружения» на основе научных визуализаций и виртуального моделирования;
- разработка методики стерео моделирования для обеспечения повышенного уровня восприятия знаний.

Еще одно из направлений шестого технологического уклада – **роботика** – также находит свое воплощение в Удмуртской Республике. Совместно с учеными «МАТИ» – Российского государственного технологического университета им. Э.К. Циолковского в НИИ «Высоких технологий» создаются модели современных робототехнических систем, в основу которых положены самые последние достижения эргономики – науки о человеко-машинных системах.

Созданная трехмерная модель «робота будущего» обошла многие страны, получила европейское признание, дипломы на международных форумах и выставках. Уже разработаны роботизированные системы на околоземных орбитах для сборки модулей будущих межпланетных кораблей. Робототехнические системы в скором будущем начнут освоение поверхности Луны в соответствии с российскими космическими планами.

Исследователи совершили поступательное движение вперед и решают новые задачи в современном информационном обществе, что по-

лучило подтверждение в научной и образовательной среде России. Возросший авторитет института и университета и высокий уровень работ в области полномасштабных технологий виртуальной реальности сделали возможным проведение в 2009 году в Удмуртском государственном университете I международной конференции «Трёхмерная визуализация научной, технической и социальной реальности. Кластерные технологии моделирования». В частности, на этой конференции были представлены работы по виртуальному моделированию сложнейших космических систем, выполненные специалистами и учёными НИИ «ВТ».

Успешное проведение I конференции, а также значительный рост интереса к 3D графике в России и в Удмуртской Республике, обусловил проведение II международной конференции «Трёхмерная визуализация научной, технической и социальной реальности. Технологии высокополигонального моделирования» в два этапа. Первый этап прошёл в июне 2010 года, второй этап был проведён в ноябре.

Практические результаты проводимых в Удмуртии научных исследований прошли апробацию на базе ведущих научно-технических организаций страны, таких как Центральный научно-исследовательский институт машиностроения и Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева. Разработанные технологии нашли применение в выполненных для Федерального космического агентства «РОСКОСМОС» проектах по 3D моделированию сложнейшей космической техники, осуществляемых в рамках контракта с Правительством Российской Федерации.

Высокий уровень 3D моделирования и развитие нового научного направления предпроектирования и постпроектирования изделий на основе высокополигонального моделирования послужило основой для получения в 2010 году НИИ «Высоких технологий» лицензии от ФКА «РОСКОСМОС» на космическую деятельность в части разработки «цифровых графических 3D модулей высокого разрешения для использования в ракетно-космической деятельности».

Это явилось знаменательным событием не только для научно-исследовательского института, но и для Удмуртской Республики в целом, поскольку инициативы, проводимые «сверху», по развитию инновационных направлений в экономике страны, к которым, бесспорно, относится космическая индустрия, встретились с технологическими достижениями региона. С этого момента можно начинать отсчёт активного развития ещё одного перспективного для страны направления – разработки полномасштабных технологий виртуальной реальности, которые могут непосредственно применяться в наукоёмких отраслях экономики.

В частности, использование 3D объектов в космической индустрии возможно при проектировании космических систем. Используя такие

виртуальные модели, созданные с высокой степенью детализации, можно получить наглядные визуализации различных операций. Кроме того, виртуальные модели можно применять в интерактивных тренажерах для отработки разного рода манипуляций, как до экспедиции в космос, так и непосредственно перед проведением работ на орбите. В таких тренажерах на основе виртуальных моделей оборудования Международной космической станции (МКС) в перспективе можно мобильно создавать сценарии тренировок, приближенных к реальности. Наглядность, адекватность, интерактивность, мобильность, возможность создания стерео образов делают тренажеры на основе виртуальных моделей модулей МКС весьма эффективными на сегодняшний день, а с учетом роста производительности многопроцессорных рабочих станций и высоким качеством виртуальных моделей – весьма перспективными.

В результате проводимой научно-исследовательской деятельности в Удмуртии разработаны и апробированы в проектах с ведущими научно-техническими организациями страны инновационные технологии шестого технологического уклада мировой экономики – полномасштабные технологии виртуальной реальности на базе графических суперкомпьютеров, которые по праву могут считаться одними из инновационных стратегий развития, способных обеспечить повышение технологического уровня экономики страны, выход на значительную долю шестого технологического уклада. При этом стоит отметить, что если в реализации остальных стратегий инновационного развития (таких как нанотехнологии) сделаны только первые шаги, то развитие технологий виртуальной реальности имеет относительно большую историю в нашей Республике и соответствует самым высоким мировым стандартам. Такое положение дел позволяет сделать заключение, что Удмуртская Республика по одному из показателей уже вступила в эпоху шестого технологического уклада, несколько опередив своё время.

Успехи и достижения учёных Удмуртии в развитии инновационных технологий позволяют утверждать, что полномасштабные технологии виртуальной реальности могут стать «визитной карточкой» – брендом Удмуртской Республики.

Россия находится в сложной ситуации, и от того, насколько эффективными будут результаты реализации национальных программ, зависит не только будущее положение нашей страны на мировой арене, но и то, сможем ли мы встать на один уровень с развитыми странами.

В свое время выдающийся ученый Михаил Васильевич Ломоносов произнес на века ключевую фразу о России, которая, безусловно, актуальна и для сегодняшнего состояния страны: «Несмотря на угрозу извне, несмотря на всевозможные распри изнутри, не было такого, чтобы Россия своих сил не возобновила».