

УДК 378.14

## Основные направления совершенствования профессиональной подготовки в области компьютерных наук и технологий

А.Я. Аноприенко

Донецкий национальный технический университет  
anoprien@gmail.com

*Аноприенко А.Я. Основные направления совершенствования профессиональной подготовки в области компьютерных наук и технологий. Рассматривается и обобщается 40-летний авторский опыт в подготовке профессионалов в области компьютерной инженерии и рассматриваются наработанные за прошедшие десятилетия и апробированные в учебном процессе направления и пути совершенствования данной подготовки. Рассматриваются некоторые педагогические и психологические рекомендации, а также отдельные вопросы мотивирования студентов и использования различных соревновательных стимулов. Особое внимание (с многочисленными примерами) уделяется использованию компьютерного моделирования как объекта разработки и как средства обучения для повышения эффективности образовательного процесса. В этом же контексте рассматривается использование Интернет-технологий и опыт создания уникального портала магистров ДонНТУ. Поиск и использование в учебном процессе закономерностей имеет также большое значение для совершенствования профессиональной подготовки в области компьютерных наук и технологий, сравнимое со значением периодической системы элементов Д.И. Менделеева в изучении химии.*

### Введение

Профессиональная подготовка в области компьютерных наук и технологий в Донецком национальном техническом университете (ДонНТУ) ведется уже более 50-ти лет. За это время подготовлены тысячи профессионалов, сделавших успешную карьеру как непосредственно в Донбассе, так и в более чем 70-ти странах мира. Вопросы совершенствования профессиональной подготовки компьютерщиков постоянно находились в центре внимания автора и неоднократно докладывались на многочисленных форумах, конференциях и семинарах [1-4].

В данной публикации анализируется и обобщается 40-летний авторский опыт в подготовке профессионалов в области компьютерной инженерии и рассматриваются наработанные за прошедшие десятилетия и апробированные в учебном процессе направления и пути совершенствования данной подготовки.

Инженерное образование практически во всех случаях отличается заметно повышенной сложностью по сравнению с гуманитарными и некоторыми другими направлениями подготовки. Особенно это актуально для компьютерных наук и технологий, где объекты изучения отличаются не только повышенным уровнем сложности, но и беспрецедентной динамикой развития. Достаточно красноречиво об этом, в частности, свидетельствует такой факт: смена поколений

микропроцессорной и другой компьютерной техники происходит, как правило, с периодичностью в 3-5 лет. При этом каждое последующее поколение зачастую отличается в разы большей сложностью, чем предыдущее. Так, например, в соответствии с законом Мура сложность микропроцессоров на протяжении последних десятилетий удваивается каждые 2 года. Сложность различных видов программного обеспечения удваивается с периодичностью от 2-х до 6-ти лет [5]. Соответственно, организация учебного процесса должна адаптироваться к этим темпам как путем систематического обновления учебных материалов, так и постоянной работой по выделению в них фундаментальной составляющей и выявлению наиболее общих закономерностей.

Далее рассматриваются следующие апробированные автором направления и пути совершенствования профессиональной подготовки в области компьютерных наук и технологий:

1. Следование ряду рекомендаций педагогического и психологического характера, описанных далее в разделе «Общие наблюдения и рекомендации».

2. Мотивирование и использование различных соревновательных стимулов.

3. Использование компьютерного моделирования как объекта разработки и как средства обучения для повышения эффективности образовательного процесса.

4. Общее повышение эффективности, а также апробация и накопление результатов на базе технологий Интернет.

5. Поиск и использование закономерностей.

### **Общие наблюдения и рекомендации**

В разных вариантах и зачастую с разным авторством в педагогике упоминается древняя мудрость, гласящая, что «ученик – это не сосуд, который нужно наполнить, а факел, который надо зажечь» (поиски истоков этой мудрой мысли уводят нас, как минимум, в античность, где ее авторство приписывается древнегреческому философу и моралисту Плотарху). При этом в полной версии данного высказывания присутствует очень важное дополнение: «Для того, чтобы сделать это, учитель сам должен быть горящим факелом».

В случае компьютерных наук и технологий это особенно важно ввиду чрезвычайно интенсивного и объемного потока инноваций и стремительного развития систем, что приводит к быстрому устареванию любой конкретной информации и к довольно низкой эффективности попыток «просто наполнить сосуд». В этой ситуации для студента особенно важно «научиться учиться», т.к. делать это придется, скорее всего, на протяжении всей последующей профессиональной карьеры.

В идеале для максимально эффективного и быстрого профессионального обучения в учебном процессе крайне желательно использовать новейшее оборудование, которое не успевало бы устареть на протяжении хотя бы тех лет, которые потребуются выпускнику для окончательно профессионального становления. Но в реальной жизни, особенно в компьютерных технологиях, это труднореализуемо. Особенно в той ситуации, в которой, как известно, оказались украинские вузы: последние десятилетия были крайне осложнены недостаточным финансированием высшей школы в Украине, резким замедлением темпов обновления учебного оборудования и другими проблемами аналогичного характера.

Частично это компенсировалось все большей доступностью для студентов приобретения в личную собственность все более совершенного компьютерного оборудования. Но, естественно, дефицит такого оборудования в учебных лабораториях отнюдь не способствует достижению максимальной эффективности образовательной деятельности.

Однако, как показывает практика, даже в таких условиях при правильном и творческом подходе к учебному процессу можно демонстрировать весьма высокую результативность. Можно уверенно утверждать,

что за прошедшие десятилетия в ДонНТУ накоплен опыт подготовки профессиональных компьютерщиков высочайшего класса, ни в чем не уступающих выпускникам наиболее престижных и преуспевающих университетов.

Естественно, главными условиями успеха являются высокий уровень профессионализма и самоотдачи преподавателей, а также целеустремленность самих студентов и их готовность преодолевать любые сложности на пути к профессиональному становлению.

Очень важным является также стремление преподавателя заинтересовать студента своим предметом (а не просто загрузить заданиями своего курса до предела, а иногда и за пределами), увлечь и повести за собой, что, к сожалению, удается далеко не каждому. Типичной, к сожалению, зачастую становится ситуация, когда студент не чувствуя достаточной мотивации к изучению конкретного предмета, вынужден уделять ему непропорционально много времени, которое тратится на выполнение заданий, чрезмерно объемных и перегруженных излишними, не имеющими принципиального значения, деталями. Преподаватель, не сконцентрировав внимание студента на главных и принципиальных вопросах курса, в то же время перегружает его массой излишней и неусваиваемой студентом информации, тем самым заводя его в такие дебри, что «за деревьями лес становится уже не виден». У студента наступает стадия фрустрации, когда надежда на понимание излагаемого материала теряется полностью, а посещение занятий теряет всякий смысл. Если в какой-либо учебной группе количество таких студентов возрастает и достигает половины и более, то это очень тревожный сигнал преподавателю, требующий существенных изменений и в изложении материала, и в организации учебного процесса.

В действительности, самое ценное, что наставник и преподаватель может дать обучаемому, это вселить в него уверенность в своих силах и зажечь в нем огонь познания. Если же все происходит с точностью до наоборот, то учебный процесс не только превращается в пустую трату времени, но и наносит ощутимый вред обучаемому. С этой точки зрения очень ценной является предоставляемая студенту возможность выбора преподавателя, что обеспечивается во многих ведущих университетах мира. В украинских реалиях нехватка и хроническая перегруженность преподавателей профильных дисциплин делала такую практику, к сожалению, или чрезвычайно труднореализуемой или невозможной. Но даже в таких условиях необходимый результат, все-таки, вполне достижим. Все в конечном итоге зависит от

преподавателя!

### **Мотивирование студентов**

Хороший студент – это практически всегда хорошо мотивированный студент. Эффективная мотивация – это и наука, и искусство. В общем случае, сколь бы сложными ни были занятия и сколь бы требовательным ни был преподаватель, студент должен быть глубоко заинтересован в посещении занятий и в усвоении соответствующих знаний и навыков.

Процесс в идеале должен быть организован так, чтобы занятия было заведомо гораздо выгоднее и интереснее посещать, чем не посещать. С этой точки зрения важными (кроме естественной очевидности и пользы такой стратегии поведения) являются разного рода бонусы, которые в явном и неявном виде может получить студент, регулярно посещающий занятия и активно на них работающий, и которых в принципе лишаются те, кто без уважительной причины минимизирует свои встречи с преподавателем. Автор в этой связи практикует объявление на первом же занятии о возможности получения активными и интенсивно работающими студентами таких бонусов в виде дополнительных плюсов в журнале, которые в совокупности с регулярным посещением занятий ведут к получению в той или иной форме т.н. «автоматов» и/или становится возможной упрощенная форма сдачи экзаменов по курсу.

Очень эффективными могут быть различные элементы соревновательности, но только если они тщательно продуманы и на практике показывают свою действенность. Характерным примером такого рода может быть практиковалось автором в 2003-2006 гг. использование в курсе «Интернет-технологии» возможностей сайта [neuron.ru](http://neuron.ru), организованного на базе ресурсов Московского государственного университета имени М. Ломоносова. Данный ресурс (NEYRON) – это по сути интеллектуальная онлайн-игра в стиле «Что? Где? Когда?», но обладающая рядом ценных для учебного процесса возможностей: широкий набор вопросов самого различного характера, на которые в большинстве случаев трудно ответить без поиска в Интернет, дает студентам возможность интенсивно совершенствовать свои поисковые навыки, так как очки даются и за правильность, и за скорость ответа. Важно также, что на данном ресурсе студенты регистрируются как студенты конкретного вуза, что позволяет организовать захватывающее соревнование как между отдельными участниками, так и между вузами.

На протяжении трех лет в качестве одного из элементов самостоятельной работы по курсу

«Интернет-технологии» магистрантам ДонНТУ зачитывались особые достижения на данном ресурсе. В итоге они добились тотального доминирования среди тысяч других студентов из десятков стран и сотен университетов. Так как за три года все вершины были достигнуты, то учебные бонусы за достижения в этой интеллектуальной онлайн-игре выдаваться перестали. Но и сегодня, по прошествию 10-ти лет, ДонНТУ находится в первой десятке лидирующих вузов (среди более чем 500-г зарегистрированных), а студенты, когда-то участвовавшие в этой беспрецедентной «битве вузов» или продолжающие участвовать, будучи уже выпускниками, испытывают чувство гордости за свои достижения и умеют быстро находить в Интернет практически все то, что большинству других пользователей, не прошедших такую школу интенсивной тренировки, дается далеко не всегда.

Еще одним хорошим проверенным средством вовлечения студентов в интенсивный учебный и исследовательский процесс является также использование какой-либо парадоксальной и/или проблемной ситуации. Например, известен так называемый пример Румпа, который при вычислениях на самых разных компьютерах на протяжении уже нескольких десятилетий продолжает во многих случаях выдавать совершенно неправильный, практически абсурдный результат. Эксперименты с таким примером, и подобными ему, позволяют достаточно глубоко вникнуть в особенности организации вычислений в компьютерных системах и понять те недостатки, которые еще по-прежнему до конца не преодолены, несмотря на весь тот колоссальный прогресс, который мы наблюдаем в последние десятилетия [6].

### **Компьютерное моделирование**

Современный компьютер при умелом использовании является уникальным образовательным инструментом. Главная его ценность заключается на сегодня в 2-х возможностях: в глобальном доступе буквально «на кончиках пальцев» в считанные секунды к колоссальным массивам информации, а также – в возможности наглядно и удобно моделировать все что угодно и как угодно. В сочетании с доступом в Интернет, где на сегодня накоплены и продолжают накапливаться самые различные интерактивные моделирующие системы, программы и совсем простые на первый взгляд приложения, моделирование может существенно изменить содержание учебного процесса и заметно повысить его эффективность [7].

В процессе профессиональной подготовки в

области компьютерных наук и технологий важно не только и не столько быть умелым пользователем уже существующих моделей, но и разрабатывать свои. Польза при этом как минимум тройная: во-первых, многообразие моделей и технологий их реализации позволяет формировать практически неограниченное множество заданий самой различной сложности; во-вторых, студент естественным образом вовлекается в постижение всей глубины и сути моделируемых систем и процессов, имеет возможность наглядно увидеть результаты своего труда и проявить при этом все свои творческие способности; в-третьих, из удачных разработок такого рода постепенно формируется фонд самых разнообразных моделей для последующего использования в учебном процессе.

Такого рода учебная деятельность полностью соответствует новейшим подходам к организации инженерного образования, в числе которых, например, CDIO (Conceiving, Designing, Implementing and Operating), когда учебный процесс максимально включается в контекст инженерной деятельности, включающей планирование, проектирование, производство и применение, т.е. полный жизненный цикл инженерных процессов, продуктов и систем [8-10].

Следует отметить, что в свое время компьютерные науки и технологии в ДонНТУ начинались именно с компьютерного моделирования [1]: 12 апреля 1961 года самое первое занятие с использованием компьютера было посвящено моделированию динамических систем на аналоговой вычислительной машине МН-7. Такие машины широко использовались в учебном процессе почти до начала 80-х годов. Впоследствии их сменили более совершенные аналоговые вычислительные комплексы АВК-31 [11], а в дальнейшем – и программные цифровые модели, имитирующие использование аналоговых вычислительных комплексов на практически любых современных компьютерных системах [12]. Традиции компьютерного моделирования получили в ДонНТУ интенсивное развитие и в дальнейшем, как в научных исследованиях, так и в учебном процессе. Одним из наиболее значимых результатов в этом контексте можно считать разработку и реализацию концепции универсальных моделирующих сред [13].

В качестве наиболее ярких и характерных примеров, разработанных и реализованных автором совместно со студентами или при участии студентов, можно также привести следующие работы и технологии:

Разработка и использование в учебном процессе наглядных компьютерных моделей функционирования микропроцессоров [14].

Разработка и реализация концепции

когнитивного компьютерного моделирования [15-16], которая в дальнейшем эволюционировала в концепцию ноографики и ноомоделирования [17].

Разработка моделей компьютерных систем и их различных подсистем для исследования эффективности различных вариантов их организации, в том числе различных архитектур кэш-памяти [18].

Моделирование процессов обработки информации в интегрированных цифровых навигационных системах [19-20].

Разработка тренажерных систем различного назначения и их модельного обеспечения [21-23].

Реинжиниринг систем управления и моделирования сложных технологических процессов [24-25].

Создание фотореалистичных трехмерных моделей [26-27].

Разработка графических оболочек и сред для систем моделирования, в частности, для сетевого стимулятора [28].

Разработка концепции и реализация для использования в учебном процессе когнитивных альбомов [29].

Разработка и реализация портала компьютерного моделирования с уникальным комплексом интерактивных моделей, посвященных археомоделированию [30-33].

Реализация систем моделирования для мобильных пользователей [23, 34].

Моделирование клеточных автоматов, в том числе инновационных типов на базе различных вариантов гиперкодов [35].

Использование трехмерного интерактивного моделирования угольных шахт, в том числе для создания тренажеров по безопасности и охране труда [36-37].

Более детальная информация по перечисленным примерам приведена в публикациях по указанным ссылкам: тексты большинства из них доступны через Интернет и имеются в электронном архиве ДонНТУ.

### **Использование Интернет**

Появление Интернет и формирование «Всемирной информационной паутины» WWW к рубежу тысячелетий создали предпосылки для существенных изменений в организации учебного процесса. Новые информационные технологии начали играть роль «Великого уравнивателя»: все меньшее значение стал иметь тот факт, где учится студент, в столице или на периферии, в ведущем большом университете или в относительно компактном и малоизвестном, – во всех случаях объемы и качество доступной информации и учебных материалов начали постепенно уравниваться. Очень многое стало зависеть в

основном от того, насколько хороший компьютерный инструментарий и насколько устойчивый и широкополосный доступ в Интернет предоставляется обучаемому, а также от того, насколько широко и умело он им пользуется. Изменения начались настолько глубокие, что многие заговорили о грядущей революции в обучении [38].

В ДонНТУ активное использование возможностей Интернет в учебном процессе началось со второй половины 90-х годов [39-40].

В частности, с 2000 года для магистрантов практически всех специальностей ДонНТУ был введен курс «Интернет-технологии», основной акцент в котором был сделан на повышении эффективности пассивного (например, для целевого поиска информации) и активного (для профессионального роста и распространения собственной профессиональной информации) использования современных сетевых информационных технологий [41-42].

За полтора десятилетия сформировался уникальный портал магистров, содержащий результаты работы многих тысяч магистрантов, прошедших обучение в рамках данного курса. В настоящее время данный портал настолько активно используется, что тематические сайты каждого из магистров имеют минимум по несколько ежедневных посещений, а портал в целом обеспечивает до 80-ти процентов всех посетителей информационных ресурсов ДонНТУ [43]. Одним из главных результатов функционирования данного портала является, то, что в настоящее время само понятие магистр в русскоязычном пространстве ассоциируется в первую очередь с ДонНТУ [41, 43].

На базе данного портала реализован также ряд значимых коллективных студенческих проектов [44]. Например, модульная система инженерных расчетов и моделей на базе технологий JavaScript, на базе которой организован специальный раздел на портале магистров ДонНТУ [45].

### ***Поиск закономерностей***

Как уже отмечалось, сложность и многообразие компьютерных систем и технологий растет экспоненциально. В целом может быть выделено 6 основных скоростей роста, которые в работе [5] предложено обозначать через  $L_j$ , где  $j$  принимает целочисленное значение и может изменяться от 1 до 6-ти. По сути  $j$  соответствует десятичному порядку роста соответствующих показателей компьютерных систем и технологий за характерный период в 20 лет. Например, закону Мура с удвоением каждые 2 года соответствует  $j=3$ , что означает рост в тысячу раз (10 в 3-й

степени) за 20 лет. Росту производительности компьютерных систем соответствует  $j=5$ , что означает увеличение в 100 тысяч (10 в 5-й степени) раз за период в 20 лет.

При таких темпах роста успевать учебному процессу за фактическим развитием и усложнением объектов изучения крайне сложно. Чрезвычайно актуальным в этой ситуации является знание базовых закономерностей такого роста и усложнения. Широко известен так называемый закон Мура и некоторые другие эмпирические закономерности, количество которых достигло критического уровня, требующего специального анализа с целью уточнения их достоверности и взаимосвязей, а также – обобщения достигнутых в этой области результатов.

Исследования в данном направлении были начаты автором еще в 90-е годы [46], а с началом нового тысячелетия они значительно интенсифицировались. В частности, были выявлены и исследованы закономерности кодологической и алгоритмической эволюции [47-49], суть которых сводится к тому, что нынешний двоичный (бинарный) этап развития компьютерных технологий, характерный для последних столетий и на базе которого произошла нынешняя компьютерная революция, является лишь одной из стадий развития. Данной стадии предшествовал прабинарный (пребинарный, монокодовый и монологический) этап [50-51], а следующим будет постбинарный этап [52].

С 2009 года поиск закономерностей развития компьютерных систем и технологий значительно углубился и расширился, что позволило получить целый ряд важных и интересных результатов, представленных в работах [53-60]. В большинстве случаев речь идет о самых различных процессах экспоненциального роста, включающих в качестве частного случая закон Мура и подобные ему.

Один из наиболее характерных примеров экспоненциального роста в компьютерных технологиях приведен на рисунке 1, который можно считать своего рода периодической таблицей роста производительности компьютерных систем: по горизонтальной оси размечены четырехлетние периоды, за которые производительность всех классов компьютерных систем растет примерно в 10 раз.

Всего выделено 12 классов систем, начиная с суперкомпьютеров и заканчивая перспективным классом нанокompьютеров. Вертикальная шкала является логарифмической и соответствует производительности компьютерных систем, которая может изменяться в диапазоне от Мегафлопс (MFLOPS – аббревиатура соответствующая миллионам операций с

плавающей запятой в секунду) для систем самого малого класса до Эксафлопс для самых производительных суперкомпьютерных систем (соответствует тысяче миллиардов Мегафлопс).

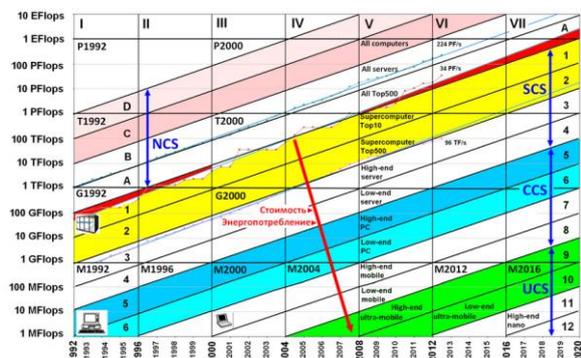


Рисунок 1 – Периодическая система роста производительности различных классов компьютерных систем с начала 90-х годов до 2020 года (детальнее см. в работе [5])

Существенным дополнением к представленной на рисунке 1 периодической системе роста производительности являются закономерности изменения стоимости и распространенности различных классов компьютерных систем (рис. 2).

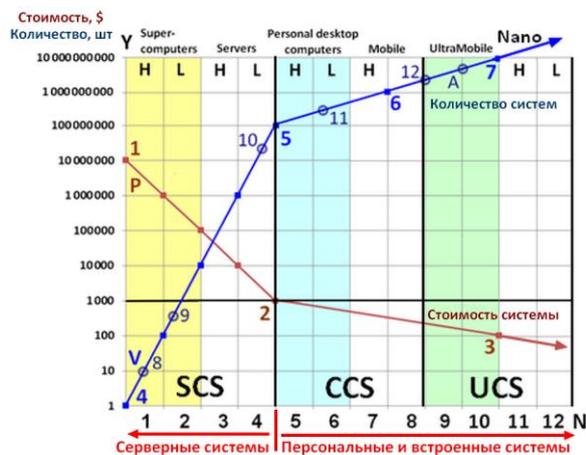


Рисунок 2 – Закономерности изменения стоимости (нисходящая ломаная) и распространенности (восходящая ломаная) различных классов компьютерных систем

Представленные на рисунке 2 графики изменения стоимости (нисходящая ломаная P 1-2-3, для которой значения оси Y соответствуют долларовой эквивалентности) и примерных объемов ежегодного производства (восходящая ломаная V 4-5-6-7, для которой значения оси Y соответствуют объемам производства в шт.) для

различных классов компьютерных систем имеют одну точку перелома (при переходе от 4-го класса к 5-му), которая определяется переходом от серверных систем к клиентским и встроенным системам. Графики представляют усредненные значения соответствующих величин, реальный разброс которых может составлять плюс/минус порядок соответствующего значения (детальнее см. в работе [57]).

На рис. 2 в качестве примеров обозначены объемы производства различных классов компьютерных систем в 2010 году: 8 – Top10 суперкомпьютеров, 9 – Top500 суперкомпьютеров, 10 – 20 миллионов серверов, 11 – 350 миллионов настольных персональных компьютеров, 12 – 1,8 миллиарда мобильных устройств (90% которых могут быть отнесены к ультрамобильным в виде смартфонов и других устройств). Символом А обозначены 6 миллиардов ARM-процессоров, что в 20 раз больше общего количества произведенных в 2010 году 80x86-процессоров, большинство из 300 миллионов которых были использованы в серверных и настольных персональных системах. Большинство ARM-процессоров (со сложностью порядка 100 тысяч транзисторов против миллиарда в 80x86-процессорах) использованы во встроенных компьютерных системах, объем производства которых приблизился в 2010 году к 20 миллиардам.

Для классов компьютерных систем 5-10 действует правило массового производства: удвоение общего производства приводит к снижению стоимости на 10-15%. В ближайшем будущем в рамках развития «Интернета вещей» ожидается появление «разумной пыли» – десятков и сотен миллиардов беспроводных сенсорных нанокomпьютерных систем классов 11 и 12.

Закономерностей, подобных представленной на рис. 1 к настоящему времени выявлено десятки. И все они выстраиваются в довольно изящную систему [54-57].

В целом выявленная система закономерностей достаточно цельно и полно описывает системодинамику ноотехносферы [5] (т.е. всей современной совокупности «разумных технологий») и в дальнейшем может быть обобщена применительно к развитию техносферы в целом.

В определенной степени эффект от учета такого рода закономерностей в организации разного рода учебных материалов для студентов компьютерных специальностей можно сравнить с эффектом периодической системы элементов Дмитрия Ивановича Менделеева в изложении основ современной химии.

### Выводы

Рассмотренные примеры и направления совершенствования профессиональной подготовки в области компьютерных наук и технологий можно считать достаточно адекватными ответами на те вызовы, которые обусловлены беспрецедентно высокими темпами развития компьютерных систем на протяжении последних десятилетий. Естественно, что данная работа может и должна продолжаться, расширяться и углубляться, так как замедления наблюдаемых темпов развития пока не отмечается и не ожидается в обозримом будущем.

В перспективе будет также продолжаться постепенное слияние технологий компьютерного моделирования и Интернет-технологий, что позволит сделать средства моделирования существенно более доступными для студентов, а значит – и более интенсивно используемыми в учебном процессе.

Предполагается также, что выявленная система закономерностей в области развития компьютерных систем и технологий может быть в той или иной степени обобщена применительно к другим техническим системам и технологиям, которые также (хотя и существенно более медленно) развиваются экспоненциально.

### Литература

1. Анопrienко А.Я. Научная работа и учебный процесс на факультете компьютерных наук и технологий: прошлое, современность и будущее // Инженерное образование в развитии современного общества: Материалы международной научно-практической конференции 30 мая – 1 июня 2011. – Донецк, ДонНТУ, 2011. С. 243-262.
2. Анопrienко А.Я. Компьютерные науки и технологии: следующие 50 лет // Материалы научно-технической конференции «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ 2011)» – 12-13 апреля 2011 г., Донецк, ДонНТУ, 2011. Т.1. С. 7-22.
3. Анопrienко А.Я. Подготовка IT-профессионалов в украинских университетах: 50-летний опыт и следующие 50 лет // Материалы первого форума «Индустрия информационных технологий». – Донецк, 18-21 сентября 2012 г. С. 91-96.
4. Анопrienко А.Я. Вызовы и перспективы развития высшего образования в области компьютерных наук и технологий // Материалы III всеукраинской научно-технической конференции «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ 2012)» – 17-18 апреля 2012 г., Донецк, ДонНТУ, 2012. С. 12-15.
5. Анопrienко А.Я. Системодинамика ноотехносферы: основные закономерности // «Системный анализ в науках о природе и обществе». – Донецк: ДонНТУ, 2014, №1(6)-2(7). С. 11-29.
6. Анопrienко А.Я., Гранковский В.А., Иваница С.В. Пример Румпа в контексте традиционных, интервальных и постбинарных вычислений // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП-2011). Выпуск 9 (179): Донецк: ДонНТУ, 2011. С. 324-343.
7. Алексеев Г.В., Бриденко И.И. Иммитационное моделирование как фактор повышения экономичности образовательного процесса // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент», 2014. - №1. – 10 с. <http://www.economics.ihbt.ifmo.ru>
8. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной; Том. политехн. ун-т. – Томск, 2011. – 17 с.
9. Похолков Ю.П., Толкачёва К.К. Инициатива CDIO и проблемы реализации активных методов обучения в инженерном образовании // «Инженерное образование», 2016, № 16. С. 120-125.
10. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / Э. Ф. Кроули, Й. Малмквист, С. Осслунд, Д. Р. Бродер, К. Эдстрем; пер. с англ. С. Рыбушкиной; под науч. ред. А. Чучалина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. — 504 с.
11. Анопrienко А.Я., Дранный В.А., Новосельцев В.Б. Лабораторные работы по применению аналоговых вычислительных комплексов АВК-31 для моделирования динамических процессов. – Донецк: ДПИ. – 1983. – 52 с.
12. Святный В.А., Цайтц М., Анопrienко А.Я. Реализация системы моделирования динамических процессов на параллельной ЭВМ в среде сетевого графического интерфейса // Вопросы радиоэлектроники, серия «ЭВТ», вып. 2. – 1991. С. 85-94.
13. Анопrienко А.Я., Святный В.А. Универсальные моделирующие среды // Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Вып.1. – Донецк: ДонНТУ. – 1996. С. 8-23.
14. Анопrienко А.Я., Башков Е.А., Коба Ю.А.,

- Кухтин А.А. Использование в учебном процессе наглядных компьютерных моделей функционирования микропроцессоров // Тезисы докладов Всесоюзной научно-методической конференции «Педагогические и психологические аспекты компьютеризации образования (высшая школа)». – Рига. – 1988. С. 152-153.
15. Аноприенко А.Я. От вычислений к пониманию: когнитивное компьютерное моделирование и его практическое применение на примере решения проблемы Фестского диска / «Информатика, кибернетика и вычислительная техника». Сборник научных трудов ДонГТУ. Выпуск 6. Донецк, ДонГТУ, 1999, с. 36-47.
16. Соболева А.Г., Аноприенко А.Я. Применение средств когнитивного моделирования в управлении проектами // Материалы II международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии», 13 декабря 2006 года, Донецк, ДонНТУ, 2006. С. 406-407.
17. Аноприенко А.Я. Ноографика и ноомоделирование // Материалы четвертой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 5-8 октября 2011 года, Донецк, ДонНТУ, 2011. С. 321-324.
18. Петренко А.В., Аноприенко А.Я. Модельные исследования различных архитектур кэш-памяти // Сборник трудов VI международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера на рубеже XXI века» 13-18 сентября 1999 г. Том 2. – Донецк, 1999. С. 249-252.
19. Аноприенко А.Я., Кривошеев С.В., Потапенко В.А. Моделирование процесса обработки информации в интегрированной навигационной системе // Тезисы докладов международной научно-методической конференции «Компьютерное моделирование», 30 июня – 2 июля 1999 г., Днепропетровск, 1999. С. 114-115.
20. Аноприенко А.Я., Кривошеев С.В., Потапенко В.А. Моделирование процесса обработки информации в интегрированной навигационной системе // «Математическое моделирование», №1 (4), 2000, с. 72-75.
21. Аноприенко А.Я., Забровский С.В., Потапенко В.А. Современные тенденции развития тренажерных систем и их модельного обеспечения // «Прогрессивные технологии и системы машиностроения»: Международный сборник научных трудов. Вып. 10. – Донецк: ДонГТУ, 2000, с. 3-7.
22. Аноприенко А.Я., Кривошеев С.В. Тренажерный комплекс на базе интегрированной навигационной системы // Материалы международной конференции «Информационные технологии в управлении энергетическими системами», г. Киев, 18-19 октября 2005 г., Киев, 2005. С. 17-19.
23. Галкин А. В., Аноприенко А. Я. Разработка универсальной плоскостной тренажерно-обучающей системы // Информатика и компьютерные технологии / Сборник трудов IX международной научно-технической конференции 4-6 ноября 2013 г., Донецк, ДонНТУ. – 2013. С. 173-180.
24. Аноприенко А.Я., Забровский С.В., Каневский А.Д. Опыт реинжиниринга системы моделирования сложных технологических процессов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Выпуск 20. Серия «Вычислительная техника и автоматизация». – Донецк, ДонГТУ, 2000. С. 139-148.
25. Waschler R., Kienle A., Anopriyenko A., and Osipova T. Dynamic plantwide modelling, flow-sheet simulation and nonlinear analysis of an industrial production plant // Computer Aided Chemical Engineering, Volume 10, 2002, pages 583–588.
26. Аноприенко А.Я., Бабков В.С., Корявец И.А., Мищенко Е. Разработка трехмерной компьютерной модели корпусов ДонНТУ и особенности ее визуализации в Интернет // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП-2005). Выпуск 78: Донецк: ДонНТУ, 2005. С. 64-75.
27. Грищенко А.В., Аноприенко А.Я. Создание фотореалистичных трехмерных моделей // Материалы международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии 2006», 13 декабря 2006 года, Донецк, ДонНТУ, 2006. С. 390-391.
28. Ерыгина Т.П., Аноприенко А.Я. Разработка графической среды для сетевого стимулятора NS2 // Материалы II международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии – 2006», 13 декабря 2006 года, Донецк, ДонНТУ, 2006. С. 185-186.
29. Мальхина Д.А., Аноприенко А.Я. Когнитивные FLASH-альбомы в учебном процессе // Материалы II международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии – 2006», 13 декабря 2006 года, Донецк, ДонНТУ, 2006. С. 191-192.
30. Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Самойлова

- Т.А. Портал компьютерного моделирования: цели, задачи и особенности организации // *Материалы первой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика»*, г. Донецк, 04-07 октября 2005 г., Донецк, 2005. С. 16-20.
31. Самойлова Т.А., Аноприенко А.Я. Разработка редактора скинов с помощью технологии FLASH для единого комплекса «Археомоделирование» // *Материалы II международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии – 2006»*, 13 декабря 2006 года, Донецк, ДонНТУ, 2006. С. 199-200.
32. Аноприенко А.Я., Ушакевич В.В., Соловей О.О., Бурлака Е.В. Особенности модернизации модулей портала археомоделирования // *Материалы V всеукраинской научно-технической конференции «Компьютерный мониторинг и информационные технологии» (КМИТ-2009)*, 11-15 мая 2009 г. – Донецк, ДонНТУ, 2009. С. 141-142.
33. Ушакевич В.В., Соловей О.О., Бурлака Е.В., Аноприенко А.Я. Создание трехмерных моделей на портале археомоделирования // *Материалы V международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии»* – 24-26 ноября 2009 г., Донецк, ДонНТУ, 2009. С. 322-329.
34. Anopriyenko A., John S., Al-Ababneh H. Simulation Tools and Services for Mobile Users: History, State-of-the-art and Future // *Proceedings of the International Conference & Workshop on 3G GSM & Mobile Computing: An Emerging Growth Engine for National Development*, 29-31 January, 2007. – College of Science and Technology, Covenant University, Cnaan Land, Ota, Nigeria. 2007. P. 9-20.
35. Коноплева А.П., Аноприенко А.Я. Игра «Жизнь» Дж. Конвея на базе гиперкодов // *Материалы III международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии»*, 11-13 декабря 2007 года, Донецк, ДонНТУ, 2007. С. 254-257.
36. Бабенко Е.В., Аноприенко А.Я. Организация модульного моделирования угольных шахт // *Материалы III всеукраинской научно-технической конференции «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ 2012)»* – 17-18 апреля 2012 г., Донецк, ДонНТУ, 2012. С. 680-684.
37. Трофимов В.А., Николаев Е.Б., Аноприенко А.Я., Бабенко Е.В., Оверчик О.М., Использование трехмерного интерактивного моделирования угольной шахты для создания тренажера по безопасности и охране труда // *Материалы всеукраинской научно-технической конференции «Современные проблемы охраны труда и аэрологии горных предприятий»*, 24 ноября 2011 г., - Донецк, ДонНТУ, 2011. С. 80-84.
38. Драйден Г., Вос Дж. Революция в обучении. Научить мир учиться по-новому. – М.: Экономика, 2003. – 672 с.
39. Минаев А.А., Аноприенко А.Я. Сеть УРАН и перспективы компьютеризации высшего образования в Донбассе // «Стратегия управления социально-экономическим развитием региона на период до 2010 года»: *Материалы региональной научно-практической конференции*. 28-30 сентября 1999 г. Секция «Приоритеты научно-технического и инновационного развития». – Том 2. – Донецк: ДонГТУ Минобразования Украины, ИЭПИ НАН Украины, Юго-Восток, 1999. С. 43-49.
40. Аноприенко А.Я. Студенческий потенциал ДонНТУ в разработке электронных образовательных ресурсов и сервисов // *Современные технологии обучения в высшем техническом образовании*. Сборник трудов научно-методической конференции ДонНТУ. – Донецк: ДонНТУ, 2002. С. 81-84.
41. Аноприенко А.Я. Разработка и продвижение информационных ресурсов учебно-научного назначения: феномен портала магистров ДонНТУ // *Научные труды Донецкого национального технического университета*. Выпуск 70. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2003): – Донецк: ДонНТУ, 2003. С. 251-272.
42. Методические указания к самостоятельной работе по курсу «Интернет-технологии» (для магистрантов всех специальностей ДонНТУ). Составители: Аноприенко А.Я., Завадская Т.В. – Донецк: ДонНТУ, ООО «Технопарк ДонГТУ УНИТЕХ», 2009. – 40 с.
43. Аноприенко А.Я. Университет в современном информационном пространстве: тенденции, рейтинги и опыт развития портала магистров ДонНТУ // *Научные труды Донецкого национального технического университета*. Серия: «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2011). Выпуск 13 (185). – Донецк: ДонНТУ, 2011. С. 224-235.
44. Джога А.С., Аноприенко А.Я. Повышения эффективности компьютерной поддержки учебного процесса в университете на базе современных Интернет-технологий // *Материалы V международной научно-*

- технической конференции «Информатика и компьютерные технологии» – 24-26 ноября 2009 г., Донецк, ДонНТУ, 2009. Т.2. С. 88-91.
45. Аноприенко А.Я., Акименко Е.Г. Основные концепции функционирования и анализ требований к системе инженерных расчетов на базе инфраструктуры Интернет // Сборник трудов магистрантов. Выпуск 2. – Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки Украины, 2003. С. 421-426.
46. Аноприенко А.Я. Пределы информатики // «Информация и рынок». Теоретический и научно-практический журнал. – 1993. – №2-3. С. 10-14.
47. Аноприенко А.Я. Обобщенный кодо-логический базис в вычислительном моделировании и представлении знаний: эволюция идеи и перспективы развития // Научные труды ДонНТУ. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника». Выпуск 93. – Донецк: ДонНТУ, 2005. С. 289-318.
48. Аноприенко А.Я. Эволюция алгоритмического базиса вычислительного моделирования и сложность реального мира // Научные труды Донецкого национального технического университета. Выпуск 52. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП-2002): Донецк: ДонНТУ, 2002. – С. 6-9.
49. Аноприенко А.Я. Будущее компьютерных технологий в контексте технической и кодо-логической эволюции // Вестник Инженерной Академии Украины. Теоретический и научно-практический журнал Инженерной Академии Украины. Выпуск 3-4, 2011. С. 108-113.
50. Аноприенко А.Я. Археомоделирование: Модели и инструменты докомпьютерной эпохи. – Донецк: УНИТЕХ, 2007. – 318 с.
51. Аноприенко А.Я. Археомоделирование: доцифровая эпоха в вычислительном моделировании и ее значение в контексте обобщенного кодо-логического базиса // Материалы второй международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 10–12 октября 2007 года, Донецк, ДонНТУ. – 2007. С. 29-34.
52. Аноприенко А.Я. Постбинарный компьютеринг: развитие представлений о многомерном логическом пространстве и связь с ноокомпьютерингом // Информатика и компьютерные технологии / Сборник трудов IX международной научно-технической конференции 4-6 ноября 2013 г., Донецк, ДонНТУ. – 2013. С. 488-509.
53. Аноприенко А.Я. Компьютерные науки и технологии в прошлом, настоящем и будущем // Материалы V международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии» – 24-26 ноября 2009 г., Донецк, ДонНТУ, 2009. С.15-26.
54. Аноприенко А.Я. Модели эволюции компьютерных систем и средств компьютерного моделирования // Материалы пятой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 24-27 сентября 2013 года, Донецк, ДонНТУ, 2013. С. 403-423.
55. Аноприенко А.Я. Основные закономерности эволюции компьютерных систем и сетей // Научные труды ДонНТУ. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования». Выпуск № 1 (12) – 2 (13): Донецк: ДонНТУ, — 2013. С. 10–32.
56. Аноприенко А.Я. Закономерности развития компьютерных систем // «Научная дискуссия: инновации в современном мире». №10 (18): Сборник статей по материалам XVIII международной заочной научно-практической конференции. – М.: Изд. «Международный центр науки и образования», 2013. – С. 19-29.
57. Аноприенко А.Я. Система закономерностей развития средств и методов компьютеринга // Материалы V всеукраинской научно-технической конференции «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ 2014)» – 22-23 апреля 2014 г., Донецк, ДонНТУ, 2014. В 2-х томах. Т. 1. С. 11-23.
58. Аноприенко О.Я., Варзар Р.Л., Иваница С.В. Закономерности развития аналого-цифровых преобразователей и перспективы использования постбинарного кодирования // Научные труды ДонНТУ. Серия: «Информатика, кибернетика и вычислительная техника». Выпуск 1 (19). – Донецк: ДонНТУ, 2014. С. 5-10.
59. Аноприенко А.Я. Четыре концепции будущего: «Зеленый рост», «Индустрия 4.0», нооинфраструктура и космоантропная перспектива // Донбасс-2020: Материалы VII научно-практической конференции. Донецк, 20-23 мая 2014 г. – Донецк, Донецкий национальный технический университет, 2014. С. 6-11.
60. Аноприенко А.Я. Периодическая система развития компьютерных систем и перспективы нанокompьютеризации // Инновационные перспективы Донбасса: Материалы международной научно-практической конференции. Донецк, 20-22 мая 2015 г. Том 5. Компьютерные науки и технологии. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2015. С. 14-22.

---

*Anopriyenko A. Main directions of professional training improvement in the field of computer science and technology. The author's experience (over 40 years) in the preparation of professionals in the field of computer engineering is the basis of this publication. The main directions and ways to improve this training are reviewed and analyzed. Numerous examples are given. Some pedagogical and psychological advice as well as specific issues of motivating students and using various competitive incentives are also considered. Special attention (with many examples) on the use of computer simulation as an object of design and as a learning tool to improve the efficiency of the educational process. The use of Internet technology and experience of creating a unique DonNTU Masters portal also described in the same context. Search and use in the classroom of laws is also important to improve training in the field of computer science and technology. This value can be compared with the value of Dmitri Mendeleev periodic system of elements in the study of chemistry.*

Статья поступила в редакцию 20.09.2015

Рекомендована к публикации доктором технических наук В.Н. Павлышом

---

**Как правильно сослаться на данную статью:**

Аноприенко А.Я. Основные направления совершенствования профессиональной подготовки в области компьютерных наук и технологий // «Информатика и кибернетика» (Вестник Донецкого национального технического университета), №1 (1), 2015. С. 5-15.



**Информация об авторе:**

Аноприенко Александр Яковлевич, заведующий кафедрой компьютерной инженерии Донецкого национального технического университета (ДонНТУ). Основные направления научных исследований: закономерности развития средств и методов компьютеринга, компьютерное моделирование и компьютерная графика, интернет-технологии, постбинарный компьютеринг.