

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

**Н. Ю. Бусыгин**

Отмечающая в этом году 50-летний юбилей кафедра инженерной химии и промышленной экологии (ранее кафедра процессов и аппаратов химической технологии, затем процессов и аппаратов химических производств) имеет более чем сорокалетнюю историю активного использования вычислительной техники и компьютерных технологий для обучения студентов и управления учебным процессом.

### **Немного истории**

В 1967 г. в Ленинградском институте текстильной и легкой промышленности им. С. М. Кирова (ЛИТЛП) была введена новая дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» для студентов-химиков. Ассистент кафедры процессов и аппаратов химической технологии Багров Иван Венедиктович, ныне профессор кафедры инженерной химии и промышленной экологии, проявив инициативу, провел мониторинг проблемы и подготовил рабочую программу дисциплины. При обсуждении перспектив преподавания новой дисциплины ректорат закрепил ее за кафедрой процессов и аппаратов.

Так в 1967 г. на кафедре появилась лаборатория моделирования химико-технологических процессов. Всю практическую работу по техническому оснащению лаборатории, постановке преподавания, созданию методического обеспечения провел И. В. Багров.

Первыми вычислительными машинами на кафедре были аналоговые МН-7, ориентированные в основном на решение систем дифференциальных уравнений. Для решения задачи на наборном поле проводниками коммутировались интеграторы, сумматоры и другие электрические элементы, коэффициенты уравнений выставлялись с помощью переменных резисторов, чем по существу формировалась модель решаемой задачи. Результаты решения в графической форме выводились на экран осциллографа. Позже для лаборатории приобрели отечественные цифровые машины «Проминь», имеющие небольшое число ячеек памяти для хранения данных, а программа набиралась посредством установки специальных штекеров с кодами операций или заранее перфорированных металлических карт. Очевидно, что на этих вычислительных машинах решались несложные вычислительные задачи, реализующие разработанные студентами математические модели технологических процессов.

Качественный скачок в расширении использования методов математического моделирования в учебном процессе и научно-исследовательской работе был сделан в 1973 г. с приобретением сначала ЭВМ МИР-1 («Машина для инженерных расчетов»), а позже МИР-2. Эти отечественные вычислительные машины, электрические схемы которых были построены на транзисторах, имели уникальный язык программирования «Аналитик», включающий не только привычные по структуре операторы, но и операции аналитического интегрирования и дифференцирования. Интересно, что служебные слова операторов записывались на русском языке. В качестве основного носителя данных применялась перфолента.

Появление компьютеров с полноценным языком программирования позволило ставить и решать сложные вычислительные задачи по расчету аппаратов, оптимизации, обработке экспериментальных данных.

К середине 70-х гг. на кафедре началась разработка методологии, программного и информационного обеспечения компьютерного тестирования студентов для целей управления учебным процессом. Это направление деятельности связано с именем старшего научного сотрудника кафедры, ныне доцента кафедры математики Майоркина Сергея Гри-

горьевича, возглавившего лабораторию моделирования химико-технологических процессов в 1976 г. Изначально технология массового тестирования студентов заключалась в заполнении ими опросных листов с тестами, затем операторы вводили ответы студентов в ЭВМ для обработки с формированием массивов статистических данных. Программное обеспечение включало оригинальную систему кодирования/декодирования ответов, что исключало механическое дублирование студентами правильных ответов по опросным картам.

ЭВМ МИР-2 уже имела видеомонитор для отображения текста программы и даже графиков. Поскольку при выполнении программы можно было использовать ввод вручную директив со значениями переменных, появилась идея тестирования студентов в интерактивном режиме. Программа тестирования и первые тесты на знание основ программирования были разработаны студентами под руководством С. Г. Майоркина. Осенью 1977 г. во Владивостоке проходила 6 Всесоюзная школа-семинар «Теория и практика программирования на ЭВМ серии МИР», где с сообщением «Обучение алгоритмическим языкам с помощью ЭВМ МИР-2 в режиме диалога» выступил автор этой статьи, который к тому времени окончил только первый курс обучения в ЛИТЛП. Сообщение вызвало интерес, многочисленные вопросы и обсуждение. В практике преподавания это была первая в вузе разработка программного и информационного обеспечения системы тестирования в интерактивном режиме.

Опыт, накопленный преподавателями кафедры процессов и аппаратов химических производств в использовании компьютерных технологий в учебном процессе, лег в основу, вероятно, первой в СССР монографии Л. Я. Терещенко, В. П. Панова и С. Г. Майоркина «Управление обучением с помощью ЭВМ» опубликованной издательством ЛГУ в 1981 г. [1].

Для решения сложных вычислительных задач в учебном процессе и НИР во второй половине 70-х годов кафедра использовала и ресурсы вычислительного центра вуза, где функционировали ЭВМ Odra-1204, ЕС-1020 и затем ЕС-1022. Основным носителем программ и данных на машинах серии ЕС были перфокарты, которые набивались на устройствах подготовки данных вслепую, а затем сформированная пользователем колода перфокарт с управляющими картами, программой и данными обрабатывалась операторами ЭВМ. Такая технология замедляла процесс отладки программ, но, тем не менее, в этот период типовые расчеты аппаратов студентами выполнялись по прикладным программам, созданным на кафедре.

Разработке программ для расчета оборудования и обработки экспериментальных данных в учебном процессе способствовало активизировавшееся использование на кафедре методов математического моделирования в научных исследованиях. В начале 80-х гг. выполнялись научно-исследовательские работы, посвященные проблемам моделирования и расчета элементов сложных химико-технологических систем, в частности с Государственным институтом азотной промышленности в области технологии разбавленной азотной кислоты. Здесь уместно отметить вклад в развитие тематики канд. техн. наук В. Б. Губарева, руководившего группой математического моделирования и, соответственно, лабораторией до 1988 г.

Новое развитие работы по внедрению компьютерных технологий в учебный процесс получили в связи с установкой на кафедре ПАХП в 1983 г. электронно-вычислительной машины семейства малых машин СМ-4. Современная по тем временам операционная система, наличие в комплекте полноценных терминалов впервые позволили непосредственно на рабочем месте редактировать и отлаживать программу, что многократно повысило производительность труда разработчиков программ – программистов и студентов. Наличие магнитных дисков упростило хранение программ и данных в виде файлов, а магнитная лента заменила перфокарты при переносе особенно трудоемких вычислений на большие машины серии ЕС. С приобретением специального коммутирующего устройства – мультиплексора передачи данных – на кафедре оборудовали первый в ву-

зе класс на 10 рабочих мест. Любопытно, что ЭВМ СМ-4, имея всего 128 Кб оперативной памяти, поддерживала одновременную эффективную работу 12 пользователей за счет реализованного в операционной системе механизма круговой диспетчеризации задач.

С появлением ЭВМ СМ-4 были разработаны алгоритм и необходимые программные модули для построения новой системы интерактивного тестирования студентов с использованием процессора косвенных командных файлов, причем была реализована обработка тестов с ответами разнообразного типа, включая ответ в виде произвольно записанной формулы. Преподавателями кафедры созданы тесты по ряду предметов, например, И. В. Багров разработал более 500 заданий по 25 разделам дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии». С этого момента на кафедре внедрено массовое интерактивное тестирование студентов по различным дисциплинам кафедры.

Преподавание дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» для студентов всех химико-технологических специальностей также поднялось на новый качественный уровень: каждая работа предполагала не только составление математической модели, но и ее реализацию на ЭВМ с анализом результатов моделирования и исследованием процесса по модели, увеличилось число и разнообразие тематики лабораторных работ за счет, прежде всего, ускорения процесса отладки студентами разработанных программ. Основным используемым языком программирования являлся FORTRAN, на котором были разработаны обширные библиотеки прикладных программных модулей по численным методам, расчету аппаратов технологических схем и др.

В 1991 г. была издана вторая монография [2], посвященная автоматизации управления обучением, обобщающая опыт применения вычислительной техники в организации учебного процесса. Отметим, что это произошло еще до начала периода повсеместного распространения персональных компьютеров.

Очередной качественный импульс развитие идей компьютеризации учебного процесса получило вновь в связи со сменой материальной базы: на рубеже 80-х–90-х годов в вузе появляются персональные компьютеры, а в 1993 г. на смену терминальному классу на базе ЭВМ СМ-4 пришел первый класс персональных компьютеров, которые вскоре были объединены в локальную сеть, и для кафедры началась эпоха сетевых компьютерных технологий.

Адаптация системы тестирования для новой техники вылилась в переработку программного и информационного обеспечения: по существу был разработан специальный язык для записи тестов и интерпретатор для него, полностью переработаны алгоритмы обработки ответов на тесты разных типов, добавлена возможность накопления статистики тестирования в файлах на сервере, новые интерфейсы системы не только обеспечивали студентам удобный доступ к тестам, но и позволяли преподавателю просматривать статистические данные и автоматизировали разработку новых тестов. В таком виде система тестирования используется по некоторым предметам до сих пор. Основное достоинство программного обеспечения в отличие от современных аналогов в разнообразии форм ответов студентов, в частности, наличие переменных в записи заданий, возможность ввода ответа в виде формулы и заложенный механизм обработки такого ответа позволяет строить тесты в виде небольших задач, причем нет необходимости предлагать студенту варианты ответов, превращающих тестирование в «угадайку».

С переходом на персональные компьютеры и сетевые технологии реализовано много новых идей по эффективному использованию компьютеров в учебном процессе. Ряд разработок можно смело отнести к уникальным:

– еще в середине 90-х годов разработано программное обеспечение по прямому управлению удаленной рабочей станцией (автор Л. В. Панов), позволяющая преподавателю не только получить изображение с монитора любого компьютера в локальной сети, но и напрямую управлять этим компьютером (проброобраз современного механизма удаленного помощника в Windows);

– для персональных компьютеров разработана моделирующая программа для расчета химико-технологических систем сложной структуры, причем структура схемы описывалась набором текстовых директив (аналогом послужила БАСТР – базовая автоматизированная система технологических расчетов, разрабатываемая в НИУИФ и ГИАП для больших ЭВМ серии ЕС), этот программный комплекс используется в учебном процессе и в настоящее время;

– создано программное и информационное обеспечение актуальной и сейчас базы данных по физико-химическим свойствам веществ и их смесей, доступной по локальной сети;

– созданы обучающие программы по планированию эксперимента, интерактивный программный тренажер по управлению сложным технологическим процессом и многое другое.

К настоящему времени в компьютерном классе кафедры проводится уже четвертое обновление парка персональных компьютеров.

Отметим, что все технические работы переоснащению и модернизации, разработке прикладного программного и даже иногда системного обеспечения лаборатории моделирования химико-технологических процессов с начала ее создания до настоящего времени проводились и проводятся преподавателями и сотрудниками своими силами. В связи с этим нельзя не упомянуть И. В. Багрова, организовавшего лабораторию и до сих пор участвующего в учебном процессе по ее профилю, С. Г. Майоркина, В. Б. Губарева, Н. Ю. Бусыгина, руководивших лабораторией в разные годы, инженеров В. И. Беляева, Ю. Л. Бондаренко, Ю. Б. Степанова, Л. В. Панова, Н. Л. Михайлову и других энтузиастов и специалистов своего дела. И, конечно, свою важную роль сыграли руководители кафедры Л. Л. Добросердов, Л. Я. Терещенко и В. П. Панов, всегда поддерживавшие начинания сотрудников лаборатории, и руководство университета и факультета – В. Е. Романов, А. В. Демидов, В. Г. Роот, А. В. Куличенко, Н. П. Новоселов, решавшее финансовые и организационные вопросы.

### **Информационные технологии в современном учебном процессе**

В условиях формирования информационного общества повсеместно внедряются информационные технологии. Компьютерные системы и сети становятся основным инструментом коммуникаций, средством организации управленческой деятельности, хранения и поиска разнообразной информации, в том числе делового характера и т. п. Соответственно, существенным условием востребованности молодых специалистов является повышение их компетенции в области современных информационно-компьютерных технологий.

Кафедра инженерной химии и промышленной экологии СПГУТД впервые выпустила специалистов по инженерной защите окружающей среды в 1996 году. В учебных планах и рабочих программах для этой специальности уделяется большое внимание подготовке в области применения современной вычислительной техники и информационных технологий в обучении и профессиональной деятельности. От курса информатики через дисциплины «Автоматизированные системы химических расчетов», «Моделирование и оптимизация процессов инженерной защиты окружающей среды» к активному использованию современных информационных технологий в дипломном проектировании реализуется концепция непрерывной компьютерной подготовки.

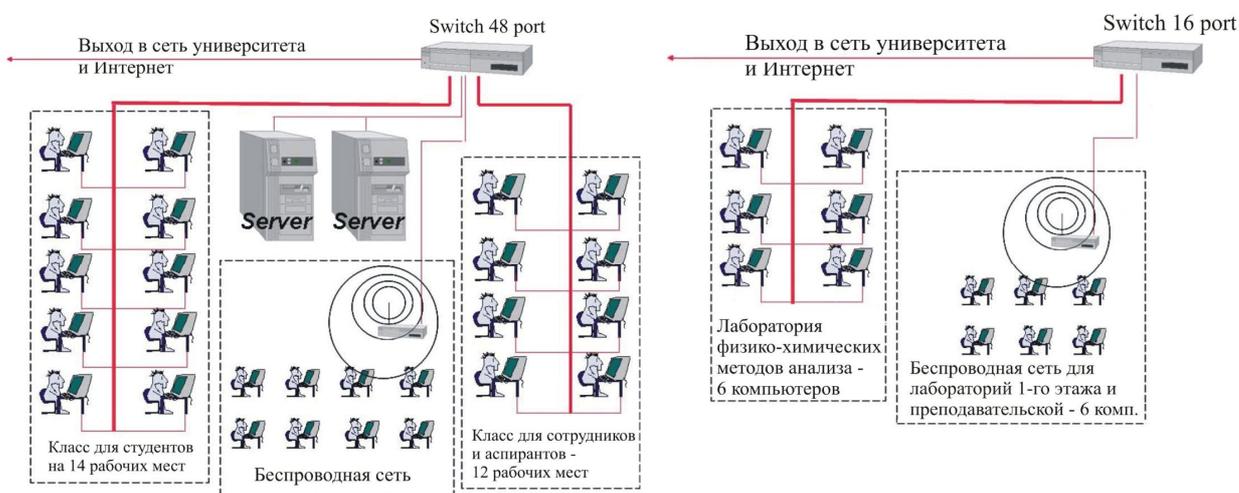
Основными составляющими концепции являются интенсивное изучение студентами современного системного и прикладного программного обеспечения и развитие навыков его использования; предоставление студентам свободного доступа к средствам вычислительной техники и сетевым ресурсам для решения учебных и научных задач; использование компьютеров в различных дисциплинах, в том числе не связанных непосредственно с применением вычислительной техники, для текущего и рубежного контроля знаний и обучения, организации самостоятельной работы; создание и использование современного

информационного и программного обеспечения по профилю специальности; разработка и внедрение в учебный процесс автоматизированных систем технологических и проектных расчетов, в том числе средств для моделирования и расчета сложных химико-технологических систем; привлечение студентов в курсовом и дипломном проектировании к выполнению работ по математическому моделированию технологических процессов и аппаратов в учебных и научных целях; разработка методического обеспечения для всех форм учебного процесса с использованием компьютерной техники.

Реализация концепции привела к существенным практическим результатам, повышающим эффективность учебного процесса.

*Техническая оснащенность* кафедры (около 40 компьютеров разного класса с постоянным подключением к Интернету, в том числе задействованных в системах управления современными аналитическими приборами) действительно позволяет выделить большое количество машинного времени для плановой аудиторной и самостоятельной работы студентов, работы преподавателей, аспирантов и сотрудников.

Построено 2 сегмента локальной сети, связанных между собой через сеть университета, с двумя выделенными файловыми серверами (см. рис.).



**Рис.** Структура локальной вычислительной сети кафедры

Как показано на рисунке, все компьютеры имеют постоянное подключение к Интернету. Во всех основных лабораториях кафедры имеются точки беспроводного доступа к сети, что позволяет нашим студентам и преподавателям использовать на занятиях и для самостоятельной работы собственные ноутбуки.

В правом на рисунке сегменте сети в лаборатории физико-химических методов анализа 4 компьютера работают в контурах управления измерительными приборами. Включение их в общую сеть делает доступным для них использование общего периферийного оборудования и серверов.

Наличие мощных файловых серверов позволяет не только разместить учебно-методические материалы любого объема, но и выделить каждому пользователю (преподавателю, сотруднику и студенту) личные папки на сервере для собственных файлов.

Каждый студент, поступивший на 1 курс по образовательным программам, закрепленным за кафедрой, получает регистрационные данные для входа в локальную сеть и доступа в общие папки и свою персональную. Логин и пароль действуют в течение всего периода обучения в вузе и кроме доступа к серверам позволяют пользоваться электронной библиотекой изданий вуза на сайте <http://publish.sutd.ru>.

Размещение пользовательских данных на файловых серверах решает проблему резервного копирования: фактически в сети регулярно копируется только содержимое пользовательских разделов серверов.

*Базовая подготовка студентов* помимо изучения основ работы на компьютере с типовым программным обеспечением включает изучение языков программирования высокого уровня, знакомство со средой объектного программирования *Delphi* на 1 курсе. Кроме того, рассматриваются подходы к решению математических задач в среде программирования *Delphi* и математической среде *MathCAD* (3 курс). Дисциплиной, объединяющей знания, полученные в области вычислительной математики, компьютерных технологий и специальных предметов, является «Моделирование и оптимизация процессов инженерной защиты окружающей среды» (4 курс).

Общим требованием является представление студентами для защиты курсовых и дипломных работ в виде подготовленных на компьютере документов. Такой подход стимулирует освоение программных продуктов, облегчающих создание пояснительных записок: текстовых и графических редакторов, систем автоматизированного проектирования, математических пакетов.

С первого курса студенты сталкиваются с такой формой самостоятельной работы, как *компьютерное тестирование*. Программное обеспечение для тестирования разработано преподавателями и программистами кафедры и позволяет предлагать студентам разнообразные по форме ответа тесты, результаты тестирования сохраняются в специальной базе данных. Текущая версия программы имеет черты обучающей, так как предусматривает вывод на монитор фрагмента учебного материала или рекомендаций при неверном ответе студента.

*Учебно-методическое обеспечение* включает в себя ряд оригинальных учебных пособий, созданных преподавателями кафедры и учитывающих специфику специальностей и направлений подготовки [3]–[6].

*Информационное обеспечение* учебного процесса представлено доступными по локальной и глобальной сетям разнообразными банками данных, например, по физико-химическим свойствам веществ со встроенными программными средствами для оценки свойств сложных по составу смесей, по предельно-допустимым концентрациям вредных веществ, по параметрам типового оборудования и т. п.

Прикладное программное обеспечение по специальности включает многочисленные *системы для автоматизированного расчета технологического оборудования*. Особенностью разработок является включение в состав информационного обеспечения расчетов баз данных по параметрам оборудования и другим нормативным величинам. К созданию автоматизированных средств расчетов привлекаются студенты-дипломники, что подтверждает высокий уровень подготовки студентов в области информационных технологий.

Постоянное подключение доступных для студентов компьютеров учебных классов к Интернету позволяет широко использовать *поисковые системы глобальной сети* для получения наиболее современных и актуальных знаний по специальности.

Особое внимание в последние годы уделялось разработке информационных ресурсов на базе Интернет-технологий для целей организации учебного процесса.

До 2006 г. на локальном кафедральном сервере функционировал сайт кафедры, содержащий учебно-методические материалы для аудиторной и самостоятельной работы студентов по дисциплинам, непосредственно использующим вычислительную технику. В 2006 г. впервые в нашем университете разработан и введен в эксплуатацию полнофункциональный Интернет-узел кафедры. Сайт <http://eco.sutd.ru> ориентирован на управление учебным процессом, предоставление оперативной учебно-организационной информации и учебно-методических материалов по дисциплинам кафедры. К 70-летию факультета прикладной химии и экологии в 2008 году был создан сайт факультета <http://ctef.sutd.ru>. Для обеспечения учебного процесса разработан электронный ресурс – учебник по численным методам решения уравнений и систем и их реализации в среде Mathcad [3], доступный по адресу <http://eco.sutd.ru/mathcad>.

Наиболее значимой информационной разработкой сотрудников кафедры инженерной химии и промышленной экологии явился сайт издательской деятельности университета <http://publish.sutd.ru>, на котором сформирована *электронная библиотека* учебных и научных изданий вуза, опубликованных с 2007 года. По состоянию на июнь 2011 года в библиотеке зарегистрировано более 750 работ, из них 470 представлено полными текстами. Сайт используется не только в качестве электронной библиотеки, но и как инструмент управления издательской деятельностью университета: на сайте отражается ход выполнения плана изданий и в интерактивном режиме формируется проект плана на очередное полугодие. Администрирует сайт Н. Л. Михайлова, вед. программист кафедры.

Целенаправленная работа кафедры по внедрению в учебный процесс и НИР новых информационных технологий, сложившаяся система компьютерной подготовки студентов не только улучшают качество подготовки специалистов, но и повышают рейтинг выпускников при приеме на работу, способствуют их карьерному росту.

### Список литературы

1. *Терещенко Л. Я., Панов В. П., Майоркин С. Г.* Управление обучением с помощью ЭВМ. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1981. – 168 с.
2. *Терещенко Л. Я., Кутепов А. М., Майоркин С. Г.* Автоматизированное управление обучением (дисциплины химико-технологического цикла). – М.: Высшая школа, 1991. – 235 с.
3. *Терещенко Л. Я., Багров И. В., Бусыгин Н. Ю.* Применение ЭВМ в технологии химических волокон и отделочном производстве. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1993. – 259 с.
4. *Багров И. В.* Модели технологических процессов и их реализация на ПЭВМ. – СПб.: СПГУТД, 2002. – 239 с.
5. *Бусыгин Н. Ю., Багров И. В.* Системный анализ технологических процессов. Автоматизированный расчет сложных химико-технологических систем. – СПб.: СПГУТД, 2002. – 142 с.
6. *Бусыгин Н. Ю.* Автоматизированные системы химических расчетов: решение задач в среде Mathcad: учебное пособие (58 Мб).– СПб.: СПГУТД, 2009.– 1 электрон. опт. диск (CD ROM); <http://eco.sutd.ru/mathcad> (дата обращения 20.06.2011).