

Информационные технологии в учебном процессе и НИР

Начало освоения вычислительной техники на кафедре Э-2 приходится на 1965 год. В этот год П.К. Кузьмик организовал на факультете «Э» студенческий вычислительный центр и в этом центре стал обучать основам программирования для одноадресных вычислительных машин «Урал-2». Такая машина была установлена в лаборатории кафедры П-6. Члены СВЦ получили на кафедрах задачи и по мере освоения основ программирования писали свои компьютерные программы. На кафедре Э-2 профессор Мизернюк Г.Н. поручил студентам Крайникову В.С. и Иващенко Н.А. создать программу расчета рабочего процесса дизеля по методике Гриневецкого-Мазинга. Такая программа была написана, перенесена на машинный носитель информации (36-миллиметровую засвеченную киноленту) и началась ее отладка. Для отладки потребовались многократные выходы на ЭВМ с пошаговой проверкой результатов, корректировкой программы, исправлением кодов на киноленте (заменой дефектных участков ленты методом вклеивания участков с исправленными кодами). Программа была успешно отлажена и по ней были выполнены многовариантные расчеты по поиску оптимальных параметров рабочего процесса дизеля Д-49. Вслед за первой задачей пошли следующие, более сложные. Вслед за обыкновенными многовариантными расчетами циклов двигателей были созданы программы моделирования замкнутого цикла двигателя с моделированием всех его процессов, программы обработки индикаторных диаграмм. Совершенствовалась и вычислительная техника. Ламповая ЭВМ «Урал-2» была заменена на полупроводниковую «Минск-2». К тому времени увеличилось количество пользователей ЭВМ в МВТУ им. Баумана и активным пользователям пришлось арендовать машинное время в ВЦ других организаций (ЦСУ РСФСР, ЦСУ СССР и др.). Быстро менялись внешние устройства ЭВМ, носители информации, появились алгоритмические языки программирования (Автокод инженера, Алгол, Фортран и др.). Но неизменным оставался принцип выделения времени – нам в других организациях предоставляли ночное время.

Поскольку выезд в «ночное» время скоро стал сильно утомлять всех, начали предприниматься попытки оснастить кафедру собственной вычислительной техникой. Начало положила вычислительная лаборатория кафедры, в которой была установлена машина «Наири».

По нынешним меркам машина была крайне слабая, но зато - своя. Многие расчетные работы были выполнены на этом компьютере. И ничего, что она могла решать системы не более 25 линейных алгебраических уравнений. При попытках решить систему большего порядка «Наири» вежливо отвечала: «не в силах». Однако переход к более сложным задачам, связанных с использованием мощных численных методов механики жидкости и газа и численных методов моделирования теплового и напряженно-деформированного состояния деталей вынуждал по-прежнему арендовать значительное количество машинного времени в сторонних организациях. Именно в сторонних организациях были отлажены первые программные комплексы моделирования ТНДС деталей ДВС методом конечных элементов (1970 г., машина «Минск-22»), программы моделирования рабочего процесса комбинированных двигателей. В связи с быстрым развитием средств вычислительной техники эти комплексы были реализованы на ЭВМ серии ЕС и АСВТ.

Новым этапом в использовании вычислительной техники в НИР и учебном процессе явилось создание факультетского вычислительного центра, оснащенного ЭВМ серии ЕС, а также несколькими компьютерами серии малых ЭВМ. Это позволило отказаться от аренды машинного времени и все работы по созданию и совершенствованию математических моделей сосредоточить в ВЦ факультета. Правда, для решения задач, связанных с необходимостью выполнения большого объема вычислений, например при решении нелинейных задач механики сплошной среды по-прежнему арендовать время в ВЦ АН СССР и Гидрометеоцентра СССР.

В 1978 г. были начаты работы по созданию кафедрального вычислительного центра (ВЦ Э2). Созданием ВЦ Э2 занимался Беляев А.И. На кафедре было оборудовано поме-

шение для ВЦ и была введена в эксплуатацию серийная мини ЭВМ СМ4 (ОЗУ 256 кбайт, 2 дисководов 2*2.5 Мбайт, два алфавитно-цифровых дисплея «Видеотон», АЦПУ) . Работы велись одновременно по двум направлениям: увеличение вычислительных возможностей (наращивание мощности ЭВМ, подключение дополнительного оборудования, приобретение системного программного обеспечения и библиотеки стандартного математического обеспечения с документацией) и комплектование автоматизированных систем сбора и обработки экспериментальных данных в стандарте КАМАК.

В 1982 году руководителем ВЦ Э-2 был назначен Сячинов А.В. Усилиями небольшого коллектива сотрудников ВЦ и аспирантов (Светлов В.А., Маркелов А.Б., Кузнецов А.Е., Грибкова С.Н., Петрухин Н.В.) было создано программное обеспечение по основным дисциплинам учебного плана специальности учебного процесса и началось систематическое использование студентами библиотеки учебных программ при выполнении домашних заданий, лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов.

В 1985 году была введена в строй мини-ЭВМ СМ 1420, и был организован дисплейный класс на 8 рабочих мест, кроме того было организовано еще 6 рабочих мест в помещениях ВЦ и кафедры. Это позволило на новом уровне организовать работу студентов кафедры в ВЦ. Впервые на кафедре проводилась обработка данных с применением системы символьных вычислений (аспирант Грызов С.Н.), адаптированной к использованию на мини ЭВМ . Эта система позволяла получать результат обработки данных (интегрирование, дифференцирование, разложение в ряд Фурье) в виде формул. Наличие дисплейного класса позволило проводить обработку лабораторных работ, рассчитывать курсовые и дипломные работы по предметам кафедры Э2. Под руководством заведующего кафедрой были выполнены работы по переносу программного обеспечения прочностных расчетов методом конечных элементов на ЭВМ СМ 1420.

Параллельно сотрудники ВЦ и аспиранты Грызов С.Н., Науменко А.П. активно и с энтузиазмом работали в направлении автоматизации экспериментальных исследований.

В 1984 году была введена в эксплуатацию первая автоматизированная система сбора и обработки данных экспериментальных исследований двигателей Стирлинга В создании этой системы участвовали Гармай А.С., Новохатний А.И., Сячинов А.В., Светлов В.А.. Система была разработана на базе КАМАК-МЭРА (Электроника 60), имела 4 канала быстродействующих синхронных АЦП, 2 канала ЦАП, графический самописец, магнитограф на 8 каналов и спецоборудование стенда. Впервые появилась возможность получить обработанные параметры двигателя (переменные температуры, давления и перепады давлений в полостях ДВПТ) во время испытаний, а также после испытаний анализировать изменение параметров в течение одного цикла, а также получать параметры, усредненные за серию циклов. Результаты обработки результатов испытаний можно было сразу подшивать в отчет, т.к. были представлены в виде таблиц и графиков, построенных в масштабе и с надписями на самописце. Таким образом, сотрудники лаборатории были освобождены от рутинной ручной работы по оформлению отчетов. Скорость и качество результатов испытаний позволило получить начальные и граничные условия по расчету термодинамических параметров рабочего тела (температуры и давления) во внутреннем контуре ДВПТ по углу поворота коленчатого вала на установившихся режимах.

Одновременно создавалась 2-я автоматизированная система испытаний на стенде динамических испытаний ДВС, где проводились работы по исследованию крутильных колебаний коленчатого вала, а также по исследованию процессов трения поршневых колец о гильзу цилиндра. В этой работе большое значение имело привлечение для проведения научно-исследовательских работ аспирантов Грызова С. Н. и Науменко А. П. , выпускников радиотехнических специальностей Омского политехнического института. Их усилиями при активном участии А.В. Сячинова и В.А. Светлова в 1985-1986 году завершено создание автоматизированной системы на динамическом стенде. Были внедрены специализированные электронные блоки: электронный коммутатор для вывода сигналов от тензодатчиков , расположенных на вращающемся коленчатом валу дизеля, и умножителя частоты.

Умножитель частоты позволял размножить отметки угла поворота и регистрировать быстро протекающие параметры (давления в цилиндре, сигналы с тензодатчиков) через 2-0.5 градуса угла поворота коленчатого вала. Была внедрена система визуализации через цветной телевизор, так как терминалы в то время были только алфавитно-цифровые. Это позволило выявлять неполадки в настройках дизельной установки в реальном времени и резко повысило качество экспериментальных данных. Совместимость операционных систем и аппаратного обеспечения позволяла отлаживать программное обеспечение по обработке экспериментальных данных на более мощной центральной ЭВМ ВЦ Э2.

Полученный опыт работ на двух созданных автоматизированных системах позволил приступить к созданию автоматизированной системы с наличием до 250 измерительных каналов, предназначенной для термометрирования и тензометрирования деталей ДВС (Вишневецкий И.В., Сячинов А.В., Светлов В.А.). Эта система использовалась на стенде натуральных исследований теплового и напряженного состояния головки цилиндров ДВС с 40 датчиками.

В 1987-1988 годах после внедрения быстродействующих блоков КАМАК ФК4225 с буферной памятью были сняты ограничения по скорости сбора данных индикаторной диаграммы связанные с пропускной способностью системной шины ЭВМ. Приобретение пьезодатчиков давления позволило испытывать топливную аппаратуру дизельных двигателей, получая данные по давлению впрыска топлива в цилиндр и индикаторному давлению в цифровом виде.

С появлением ЭВМ типа IBM PC (PC), были начаты работы по переводу программного обеспечения с СМ ЭВМ на PC. Автоматизированные системы были подключены к PC. Использование PC позволило сделать мощный рывок в качестве программного обеспечения, особенно на визуализации расчетов. Применение стандартных графических библиотек позволило визуализировать термпрочностные расчеты деталей ДВС как 2-х мерной так и 3-х мерной постановках. Визуализация расчетов была внедрена в программные комплексы ТДН-2 и ТДН-3 термпрочностных расчетов, созданные под руководством Иващенко Н.А. В эти программные комплексы были добавлены препроцессоры, позволяющие автоматизировать подготовку данных для конечноэлементных моделей. В дополнение к генераторам конечноэлементных моделей, созданных М.Н. Гавриловым, В.А. Светлов со студентами реализовал интерфейс связи комплексов с Автокадом. Пользователи комплекса после конструирования детали в Автокаде задавали первичную информацию и конечноэлементной модели, которую использовали генераторы сеток комплекса.

В 1999 году была получена ЭВМ CDC 2420 на RISC процессоре. Ее освоил начальник ВЦ кафедры А.В. Сячинов. Впервые сотрудники кафедры смогли запускать расчетные задачи, требующие большого времени (до 10 суток непрерывно). К таким задачам прежде всего относились трехмерные задачи гидромеханики и термпрочности (задачи, решаемые с использованием МКЭ, МГЭ, методом контрольных объемов и методом крупных частиц). На базе CDC 2420, была создана первая компьютерная сеть на Энергомашиностроительном факультете и вычислительными ресурсами этой ЭВМ могли пользоваться все кафедры факультета.

На базе ВЦ Э2 выполнялись работы по созданию комплексов САПР ДВС, с помощью которых по заданиям промышленности выполнялись проекты. Так, под руководством Ефимова Севера Ивановича В.А. Светловым, А.В. Сячиновым и А.Г. Шуваловым был выполнен проект двигателя Стирлинга оригинальной конструкции по заказу корейской фирмы 'GOLD STAR'. Этот двигатель был изготовлен на фирме 'GOLD STAR' и испытан с участием А.В. Сячинова.

В последние годы неизмеримо возросли возможности вычислительной техники, парк ПЭВМ кафедры увеличился до 40, что с учетом мощного факультетского отдела вычислительной техники и наличия у большинства студентов собственных ЭВМ, позволил по-новому организовать использование современных информационных технологий в

учебном процессе и НИР на кафедре. На преподавателей, научных сотрудников и аспирантов возложена задача создания и сопровождения собственных уникальных программных комплексов и лицензионных универсальных и специализированных пакетов программ, обеспечивающих проведение учебного процесса на современном уровне, подготовку методической литературы, обучение студентов навыкам работы с этими пакетами программ и обеспечение их консультациями. Студентам в соответствующих курсах читаются разделы по применению кафедральных пакетов программ «Дизель-РК», «Впрыск», «НКИ», «ВИСТ», лицензионных пакетов «FIRE», «Boost», лицензионных пакетов ANSYS, KATIA, SolidWorks, MatLab и др.

Качественно новым этапом в использовании информационных технологий в учебном процессе и НИР на кафедре стало создание виртуальной лаборатории моделирования процессов в ДВС, основанной на системе удаленного доступа к программе ДИЗЕЛЬ-РК. Виртуальная лаборатория позволяет широкому кругу пользователей по всему миру выполнять расчетные исследования через сеть Интернет. Основными компонентами виртуальной лаборатории являются:

Ядро программы ДИЗЕЛЬ-РК, выполняющее расчет и оптимизацию рабочих процессов в ДВС (дизельных, бензиновых, газовых, с наддувом и без наддува) на основе термодинамической модели. Ядро функционирует на сервере кафедры «Поршневые двигатели» и осуществляет:

Расчет газообмена с учетом теплообмена во всем газозоудушном тракте и нестационарного течения в клапанных каналах. Расчет системы рециркуляции отработавших газов.

Расчет смесеобразования и тепловыделения в дизеле с учетом: формы камеры сгорания; интенсивности вихря; количества, диаметра и направленности сопловых отверстий; формы характеристики впрыска, включая расщепленный или многофазный впрыск, учет взаимодействия струй со стенками КС и между собой.

Расчет эмиссии оксидов азота выполняется по схеме Зельдовича с рассмотрением равновесия по 18 компонентам, а расчет эмиссии сажи - на основе модели Н.Ф. Разлейцева.

Клиентская часть программы загружается с вебсайта и устанавливается на локальном компьютере. Программа имеет простой и понятный интерфейс пользователя, включающий эскизы, схемы и подсказки в окнах ввода данных, систему контекстной справки и систему «Мастеров настройки», позволяющую сформировать файл данных на основе минимума информации об объекте. Дружелюбная система отображения и анализа результатов позволяет строить графики. Постпроцессор включает программу визуализации развития топливных струй.

Сервер удаленного доступа создает независимую расчетную сессию для каждого подключения и обеспечивает обмен данными между ядром и удаленным компьютером.

Для удаленной работы с программой достаточно загрузить необходимое программное обеспечение с URL: www.diesel-rk.bmstu.ru, установить его на компьютере, подключенном к Интернет, сформировать файл данных с помощью Мастера создания проектов, выполнить расчет и получить результаты.

Система запущена в эксплуатацию с осени 2004 г. В настоящее время она активно набирает популярность, число пользователей растет, причем не только за счет студентов из МГТУ, где с ее помощью выполняются домашние задания, курсовые и дипломные проекты, но и за счет пользователей из других университетов и исследовательских организаций России, Украины, Германии, Италии, Иордании, Таиланда, Бразилии, США, Великобритании, Швеции, Китая, Испании, Польши, Финляндии.

Сотрудниками кафедры организована служба технической поддержки пользователей по электронной почте: support@power.bmstu.ru.