

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

А.В. Соловов, В.Т. Мищук

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ И ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

Учебное пособие

САМАРА
СГАУ
2007

УДК 681.3
ББК 76.17
С 60



Инновационная образовательная программа "Развитие центра компетенции и подготовка специалистов мирового уровня в области аэрокосмических и геоинформационных технологий"

Рецензенты: д-р. техн. наук, проф. С. А. П и я в с к и й
д-р. техн. наук, проф. В. Е. Г о д л е в с к и й

Соловов А. В.

С 60 **Интеллектуальные тренажеры и виртуальные лаборатории:** учеб. пособие /
А. В. Соловов, В. Т. Мищук. – Самара:

Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 59 с.: ил.

ISBN 978-5-7883-0486-1

Рассматривается методика разработки интеллектуальных тренажеров и виртуальных лабораторий, предназначенных для формирования практических умений, развития профессионально-ориентированной интуиции.

Пособие входит в комплекс учебно-методических материалов четвертого модуля курса «Методы и технологии электронного дистанционного обучения». Подготовлено на кафедре общей информатики и в центре новых информационных технологий (ЦНИТ) СГАУ для факультета повышения квалификации преподавателей. Может быть полезно студентам, изучающим дисциплины, связанные с применением информационных и коммуникационных технологий в образовании.

УДК 681.3
ББК 76.17

ISBN 978-5-7883-0486-1

© Соловов А. В., Мищук В.Т., 2007
© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2007

Аннотация

Рассматривается методика разработки интеллектуальных тренажеров и виртуальных лабораторий, предназначенных для формирования практических умений, развития профессионально-ориентированной интуиции.

Пособие входит в комплекс учебно-методических материалов пятого модуля курса «Методы и технологии электронного дистанционного обучения». Подготовлено в центре новых информационных технологий (ЦНИТ) СГАУ для факультета повышения квалификации преподавателей. Может использоваться студентами, изучающими курсы по применению электронных технологий в образовании.

Предисловие

Широкое использование компьютерной техники практически во всех сферах деятельности человека, предъявляет к квалификации современного специалиста ряд дополнительных требований, заключающихся в овладении новыми информационными технологиями профессионального труда. Поэтому важной составляющей профессиональной подготовки является применение в учебном процессе компьютерных систем автоматизации труда в соответствующей отрасли: систем автоматизации проектирования, производства, инженерного анализа, экономических расчетов, документооборота, научных исследований, экспертно-диагностирующих систем и др.

Однако сущность профессиональной квалификации остается прежней и заключается не только и даже не столько во владении формализованными методами решения профессиональных задач, сколько в развитой интуиции, так называемом профессиональном чутье, опирающемся на знание фундаментальных физических свойств объектов и процессов в соответствующей отрасли и умение глубоко анализировать эти свойства. Такие профессиональные качества всегда ценились в специалистах, а к настоящему времени их роль, в связи с широким внедрением компьютеров, еще более возросла. Чтобы строить адекватные математические модели, необходимо глубоко понимать физическую природу объектов и процессов моделирования. Чтобы принимать грамотные решения при работе с человеко-компьютерными комплексами, необходимо уметь правильно воспринимать и осмысливать результаты вычислений, учитывать трудно формализуемые факторы, всегда имеющиеся в любой профессиональной деятельности.

Для развития этих важных профессиональных качеств в состав учебных мультимедиа комплексов по дисциплинам профессиональной подготовки включают наряду с традиционными средствами компьютерной поддержки процесса обучения (электронными учебниками и пакетами прикладных программ) программно-информационные системы, называемые интеллектуальными тренажерами и виртуальными лабораториями. Рассматриваемые в данном модуле принципы построения таких компьютерных систем учебного назначения были сформулированы в процессе многолетних исследований по компьютеризации обучения в Самарском государственном аэрокосмическом университете.

1. Двойственный характер компьютеризации профессиональной подготовки

Важную роль на протяжении всей профессиональной подготовки, особенно в техническом вузе, играют многочисленные задания и учебные проекты с большим объемом вычислительной работы. Так, например, при подготовке инженера по самолетостроению трудоемкость 12 курсовых работ и проектов составляет 1300 ч, т.е. около 15% общего бюджета учебного времени студента. Поэтому значительные усилия в области компьютеризации учебного процесса в техническом вузе направляются на автоматизацию трудоемких или, как их иногда называют, "рутинных" учебных работ. В ряде случаев эта автоматизация создает предпосылки для более глубокого изучения свойств технических объектов на математических моделях, проведения в учебном процессе параметрических исследований и оптимизации. Более того, развитие новых информационных технологий в некоторых инженерных дисциплинах достигло такого высокого уровня, что позволяет, как бы это ни звучало парадоксально, перенести акцент в обучении с освоения формализованных методов инженерного труда на углубленное изучение физических закономерностей. Так, появление и развитие в механике твердого деформированного тела метода конечных элементов, разработка на его основе универсальных программных комплексов, постепенно переходящих в разряд стандартных сертифицированных программных средств, поставляемых в составе CALS-систем, заставляет по-новому взглянуть на содержание таких классических и существенно формализованных инженерных дисциплин, как сопротивление материалов и строительная механика, перенести акцент в их изучении с многочисленных частных "формульных" методик расчета внутренних усилий в конструкциях на "физику" силового взаимодействия и общие закономерности.

Автоматизация учебных работ профессионального характера создает предпосылки для глубокого познания свойств изучаемых объектов и процессов на математических или имитационных моделях, проведения параметрических исследований и оптимизации. Но осмысленное применение систем автоматизации требует достаточно высокой профессиональной квалификации, которой учащиеся еще не обладают. Нередко они успешно овладевают лишь аппаратными и программными компонентами автоматизированных систем. Профессиональная же квалификация в предметной области, связанная с вопросами построения математических моделей и анализа результатов компьютерных расчетов, растет медленно или не растет совсем.

В итоге учащиеся не получают в полном объеме даже тех предметно-ориентированных знаний и умений, которые им давало традиционное докомпьютерное обучение. К тому же относительная легкость получения результата с применением компьютера снижает интерес к самому результату. Так, целеустремленный поиск путем ряда проб оптимального или рационального решения в проектных задачах гораздо интересней и поучительней для будущего инженера, чем получение с помощью системы автоматизированного проектирования только одного оптимального проекта, который нельзя улучшить и не с чем сравнить.

Плохую услугу профессиональной подготовке иногда оказывает и скрытность расчетов, выполняемых на компьютере. Многие вычисления, которые нередко объявляются рутинной работой, обладают большим дидактическим эффектом, так как позволяют проследить и понять связь значений варьируемых переменных изучаемых объектов или процессов с их характеристиками.

Любопытным примером двойственного влияния компьютеризации обучения (позитивного и негативного) на профессиональную подготовку является применение систем автоматизированного проектирования (САПР). Эксплуатация САПР в промышленности приводит, как показывают наблюдения, к ускоренному расслоению инженеров, пользователей этих систем, на две группы. Первая, к сожалению, меньшая

группа инженеров быстро повышает свою квалификацию в предметной области благодаря заинтересованному анализу машинных расчетов. При большом количестве вариантов проекта такой анализ позволяет выявить основные закономерности изменения характеристик проекта от варьируемых проектных переменных и способствует тем самым быстрому и глубокому изучению свойств объектов проектирования. Для этой группы инженеров САПР является не только решателем задач, но и своеобразным интеллектуальным тренажером, способствующим ускоренному накоплению профессионального опыта.

Квалификация второй группы пользователей, в основном из молодых специалистов, развивается интенсивно в престижной сфере овладения сложными техническими и программными средствами САПР. При этом осваиваются преимущественно формализованные методы и средства автоматизированного проектирования, а анализ результатов расчетов оказывается на втором плане, вследствие чего профессиональный опыт в предметной области, несмотря на большое количество решаемых задач, накапливается медленно, и инженер порой перерождается в своего рода инженера-оператора ЭВМ.

Следовательно, применительно к предметной области системы автоматизации профессионального труда обладают как обучающими, так и противоположными свойствами. Именно это обстоятельство и является в ряде случаев причиной осторожного отношения преподавателей специальных дисциплин к использованию компьютеров в учебном процессе. Существует опасность, что компьютеризация профессиональной подготовки может негативно повлиять на развитие таких важных качеств, как профессионально-ориентированная интуиция, способность к глубокому анализу свойств объектов и процессов предметной области. Традиционная же методика развития этих профессиональных качеств, основанная на выполнении учебных заданий и проектов без привлечения компьютера, в силу ее недостаточной интенсивности и малой престижности, уже не удовлетворяет современным требованиям.

Резюмируя сказанное, можно сделать вывод, что, наряду с освоением будущими специалистами новых информационных технологий в профессиональной деятельности, в ходе компьютеризации обучения необходимо не только сохранить, но и с помощью средств ИКТ усилить профессиональную подготовку в конкретной предметной области, опирающуюся на знание и понимание фундаментальных физических принципов построения и функционирования изучаемых объектов и процессов.

2. Дидактический анализ пакетов прикладных программ

Возможности применения электронных обучающих средств декларативного типа (электронных учебников, тестовых систем и т.п.) ограничиваются, в основном, этапом репродуктивного обучения ($\alpha = 1, 2$), в ходе которого учащиеся осваивают артикулируемую часть знания, подготовленную в виде информации.

Поэтому нередко компьютерную поддержку учебного процесса в специальных дисциплинах, особенно технических, осуществляют только с помощью пакетов прикладных программ (ППП). Это либо промышленные разработки, либо их учебные копии. Учебные ППП имеют обычно ряд упрощений по сравнению с их промышленными аналогами, обусловленных, в основном, экономическими соображениями. Учитывая двойственный характер компьютеризации обучения, о котором говорилось выше, во многих разработках делаются попытки усилить обучающий потенциал учебных ППП и ослабить их негативное влияние. Но эти попытки нередко не имеют четкой психолого-педагогической основы и носят преимущественно полуэмпирический характер. Поэтому большое количество учебных ППП, за небольшим исключением действительно удачных разработок, порой не удовлетворяют по своим дидактическим характеристикам даже самих разработчиков.

2.1. Типовая сценарная схема

В большинстве случаев сценарии работы учащихся с ППП копируют технологию работы специалистов-профессионалов. Обучающие функции в этих сценариях реализуются преподавателем. Рассмотрим общую схему таких сценариев (рис. 2.1).

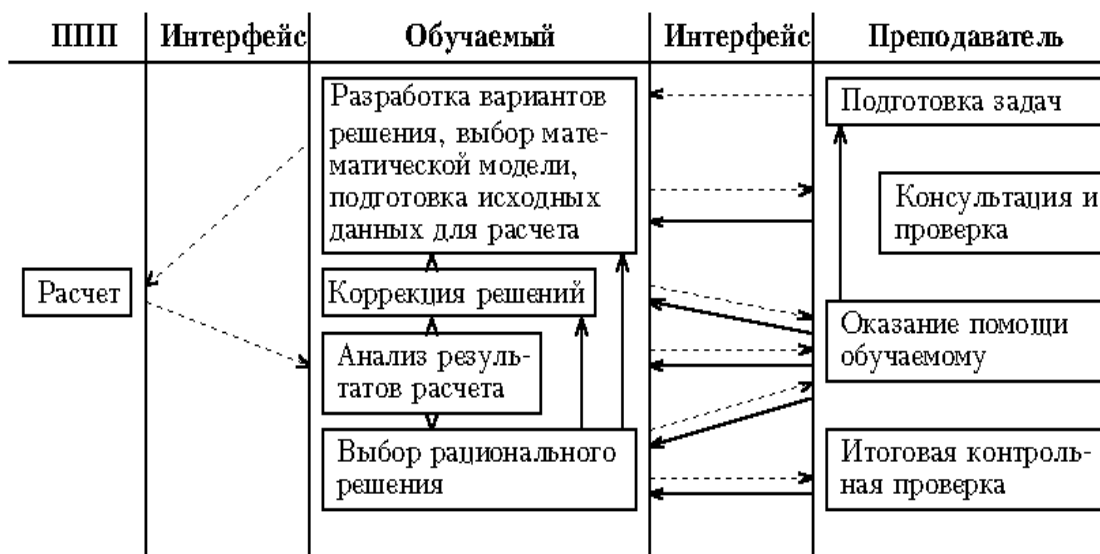


Рис. 2.1. Схема типового сценария учебной работы с ППП

2.2. Подготовка математической модели

На начальном этапе работы с ППП (см. [рис.2.1](#)) учащийся уясняет задачу и разрабатывает варианты ее решения: генерирует проекты в проектно-конструкторских задачах, выдвигает гипотезы в учебном исследовании. Здесь же выбираются математическая модель объекта или процесса и соответствующая программа из пакета, готовятся исходные данные для расчета. Этот этап очень важен с точки зрения профессиональной подготовки. Он позволяет учащемуся применить накопленные ранее знания, проявить творческие способности и интуицию. На данном этапе вполне допустимы неэффективные и, даже, ошибочные решения. Человеку свойственно учиться на своем опыте. Важно только, чтобы в ходе дальнейшей учебной деятельности допущенные ошибки были вскрыты, проанализированы и исправлены.

При использовании промышленных ППП дидактический потенциал начального этапа работы с ППП не всегда удается реализовать в полной мере. Трудоемкость подготовки исходных данных в промышленных ППП, их громоздкость и высокая стоимость нередко таковы, что в рамках массового учебного процесса можно позволить учащемуся произвести лишь однократный расчет (например, при использовании суперкомпьютеров и уникальных дорогостоящих ППП в центрах коллективного доступа). Поэтому неэффективные решения и ошибки корректируются в ходе предшествующей расчету консультации-проверки преподавателя, что лишает учащегося возможности проведения по-настоящему самостоятельного исследования.

Во многих учебных ППП обычно предусматривается возможность проведения повторных расчетов, следовательно, корректировки, вносимые преподавателем в ходе консультации-проверки, могут быть ограничены лишь явными ошибками.

2.3. Ввод исходных данных и расчет

Следующий этап работы с ППП включает ввод исходных данных, собственно расчет и вывод результатов расчета (см. [рис.2.1](#)). Эта работа выполняется в диалоговом или близком к пакетному режиме взаимодействия учащегося с ППП. Обучение на этом этапе ограничивается освоением техники работы с ППП (что, безусловно, важно для современного специалиста), но не затрагивает сущности профессиональной подготовки.

2.4. Анализ результатов расчета

Основная учебная деятельность, имеющая исключительно высокую значимость для профессиональной подготовки, выполняется на этапах анализа результатов расчета, выбора рационального решения, корректировки ранее принятых решений (см. [рис.2.1](#)). Но выполнение этой деятельности ($\alpha = 3, 4$) вызывает, как правило, у учащихся значительные затруднения, так как они не обладают еще достаточной квалификацией. В лучшем случае, они освоили теоретический материал на уровне воспроизведения ($\alpha = 1, 2$). Поэтому на этапах осмысливания результатов расчета, как при работе с промышленными ППП, так и со многими учебными ППП, требуется существенная помощь преподавателя. Это и усиление мотивации к критическому анализу результатов, и выделение каких-либо особенностей, разъяснение, оценка принятых решений и т.д.

Однако в условиях реального учебного процесса количество консультаций преподавателя ограничено небольшим числом, причем консультации могут быть значительно отдалены по времени от получения результатов расчета. Нередко учащийся имеет возможность проконсультироваться у преподавателя тогда, когда он уже сам слабо помнит, какие решения принимались на этапе подготовки к расчету. Кроме того, помощь преподавателя не всегда может быть полной. Например, оценить эффективность проектного решения преподаватель, даже опытный, может только качественно, поскольку количественные параметры оптимального решения априори могут быть неизвестны даже в учебных задачах.

Указанные недостатки (неоперативность, малая интенсивность и неполнота помощи преподавателя) порой приводят к тому, что студент, получив распечатку результатов, вкладывает ее в отчет о лабораторной работе, пояснительную записку к курсовому проекту, не утруждая себя серьезным анализом. В итоге на защите подобных учебных работ можно слышать бездумные ответы типа: "Так посчитала ЭВМ". Заметим, что именно это обстоятельство и является в ряде случаев причиной, мягко говоря, осторожного отношения преподавателей специальных дисциплин к использованию компьютеров в профессиональной подготовке.

2.5. Резюме

Таким образом, значительный учебный потенциал ППП, заключающийся в возможности изучать свойства различных объектов и процессов с помощью математического моделирования и вычислительных экспериментов, во многих случаях оказывается нереализованным, поскольку осмысленная учебная работа с ППП требует определенной профессиональной квалификации, которой учащиеся в большинстве своем еще не обладают.

Подводя итог сказанному, сделаем краткие выводы:

1) электронные учебники позволяют освоить учебный материал на уровне знакомства и воспроизведения ($\alpha = 1, 2$);

2) познавательный потенциал ППП гораздо выше ($\alpha = 3, 4$);

3) при использовании в профессиональной подготовке ЭУ и ППП возникает пробел (разрыв) в дидактической логике обучения, который необходимо заполнить;

4) предлагается заполнить этот пробел с помощью специальных обучающих программ, создаваемых так же, как и ППП, на основе математических или имитационных моделей изучаемых объектов или процессов и называемых *интеллектуальными тренажерами*.

3. Принципы построения сценариев интеллектуальных тренажеров

В данном разделе не рассматриваются тренажеры для развития операторских навыков, например, тренажеры по работе с клавиатурой, вождению автомобиля, управлению самолетом и т.п. Здесь обсуждается особый класс тренажеров, предназначенный для формирования интеллектуальных умений, развития интуиции и творческих способностей в сфере профессиональной деятельности. Такие тренажеры так же, как и ППП, базируются на математических моделях изучаемых объектов и процессов. Существенной их частью является дидактический интерфейс, позволяющий проводить интерактивную учебную работу по решению специально подобранных учебных задач в режиме детерминированного учебного исследования.

3.1. Выбор типовой учебной задачи

Первый принцип, реализуемый в построении тренажеров, - выбор типовой интересной и поучительной задачи или класса задач. Это ключевая и наименее формализуемая проблема разработки тренажера. Нет задачи - нет тренажера! Удачный выбор задачи предопределяет успех при реализации остальных принципов построения тренажера.

Учебные задачи должны соответствовать профилю учебного курса, иметь реальные прототипы и четкий физический смысл, обладать предсказуемостью результатов решения лишь в самых общих чертах. К сожалению, более четких рекомендаций дать невозможно. Внимательное изучение примеров тренажеров позволит пробудить профессиональную интуицию, на основе которой разработчик тренажера сможет подобрать подходящую задачу или класс задач.

3.2. Обратные связи в тренажерах

Второй принцип, реализуемый в построении тренажеров, — организация циклического, замкнутого управления познавательной деятельностью учащихся. Этот фундаментальный принцип общей теории управления уже обсуждался ранее (см. модуль 3) Рассмотрим его применительно к тренажерам.

Напомним, что циклической, замкнутой системой управления называют систему с обратными связями. В педагогических системах ОС делят на **внутренние и внешние** (рис.3.1). Информация **внутренней ОС** поступает к учащемуся и используется им для самокоррекции своей деятельности. Информация **внешней ОС** поступает к педагогу и используется им для коррекции деятельности учащегося и обучающей программы.

Понятие внутренней ОС имеет исключительно важное значение для построения тренажеров. Внутренняя ОС призвана частично заменить помощь преподавателя на этапах анализа результатов и принятия решений. Работая с тренажером, учащийся должен оперативно получать информацию о правильности (или эффективности) своих действий. Строго говоря, результаты расчетов с использованием математических моделей изучаемых объектов или процессов сами по себе являются основной информацией внутренней ОС. Но, как уже отмечалось выше (см. раздел 2), их анализ не всегда доступен учащемуся. Необходимо давать ему дополнительную информацию, которая бы стимулировала и помогала проводить вдумчивое изучение результатов расчета (рис.3.2).

Простейшим дополнительным сообщением, которое, как показывает опыт, стимулирует интерес к анализу результатов расчета, является сообщение об оценке действий, выполненных учащимся на этапе подготовки к расчету. Это может быть оценка правильности выдвинутой гипотезы в учебном исследовании, оценка эффективности проектного решения, оценка качества построения математической модели и т.п. Кроме оценки, учащемуся может предоставляться и определенная вспомогательная информация для анализа и коррекции принятых решений. Степень развернутости этой информации, помогающей учащемуся принимать рациональные решения, определяется результатами оценки его деятельности.

Выделим ряд общих требований к внутренней ОС:

- оперативность,
- наглядность,
- вариантность по степени оказания помощи,
- продуктивно-творческий характер вспомогательной информации,
- дружественная форма человеко-машинного диалога.

Существенный вклад в реализацию этих требований вносит применение в тренажерах интерактивной машинной графики. Известно, что скорость восприятия информации, представленной в графическом виде, на несколько порядков выше, чем скорость чтения и осмысления символьных данных. Говорят, что, например, инженеры мыслят образами. Поэтому применение машинной графики, особенно интерактивной, заметно интенсифицирует и повышает качество познавательной деятельности.

Требование продуктивно-творческого характера вспомогательной информации означает, что внутренняя обратная связь должна быть не в виде заранее подготовленных подсказок, разъяснений, как это часто бывает в электронных учебниках, а в виде такой информации об изучаемых объектах или процессах (преимущественно в наглядной графической форме), которая побуждала бы обучаемого к размышлению и рефлексии. Эта возможность появляется за счет математического моделирования, обеспечивающего высокую степень полноты и достоверности получаемых данных об изучаемых объектах или процессах.

При проектировании сценариев тренажеров для изучения объектов или процессов целесообразно использовать так называемые коэффициенты чувствительности, которые представляют собой частные производные какой-либо важной характеристики объекта

или процесса по различным параметрам. Коэффициенты чувствительности являются сами по себе внутренней ОС высокого дидактического качества. Анализ коэффициентов чувствительности в ходе работы на тренажере позволяет выявить активные и пассивные параметры, исследовать их влияние на характеристики изучаемого объекта или процесса.

Требование дружественной формы человеко-машинного диалога предполагает естественность языка диалога, наличие ободряющих реплик в лексиконе тренажера, быстрый отклик на запрос учащегося (не более 2-3 секунд задержки), наличие подсказок по технике ведения диалога. Словом, задачи могут быть сложными и трудными, но общение с тренажером должно быть простым и приятным для учащегося. Следует избегать фамильярности в репликах. "Живость" в положительных или отрицательных оценках, конечно, разнообразит диалог, но может неадекватно восприниматься разными людьми. Лучший способ сохранить хорошие отношения между тренажером и учащимся - это корректность и определенная "дистанция" в репликах тренажера.

Информация внешней ОС необходима преподавателю для анализа самостоятельной работы учащихся и коррекции всего процесса обучения. Вовсе не обязательно, чтобы она была оперативной. Анализ информации внешней ОС может быть отсроченным, а коррекция по его результатам может проводиться в ходе групповых и индивидуальных консультаций, в процессе формирования банка учебных задач, последовательности их предъявления учащимся, при совершенствовании тренажеров. Внешняя ОС должна предоставлять преподавателю возможность получать объективную количественную оценку учебной деятельности каждого ученика и статистику по учебной работе всей группы. Преподаватель должен иметь возможность анализировать не только итоговую оценку, но и путь, по которому продвигался учащийся в ходе решения учебной задачи. Такой анализ позволит оказывать более дифференцированную помощь при проведении индивидуальных консультаций.

3.3. Использование эвристических решений

Третий принцип построения сценариев тренажеров — обязательное эвристическое решение задач, предлагаемых при работе с тренажером, с последующим сопоставлением результатов с машинным вариантом решения.

Проиллюстрируем этот принцип схемой типового сценария тренажера для проектировщиков. Эвристическое проектирование предполагает диалог с компьютером: учащийся генерирует варианты проекта, а компьютер проводит анализ предлагаемых вариантов и оценивает их по выбранному критерию эффективности. Заметим, что при "ручных" расчетах проанализировать много вариантов проекта невозможно. Быстрая же качественная оценка, не говоря уже о количественной оценке, недоступна порой даже опытному педагогу-проектировщику. Применение компьютера позволяет автоматизировать трудоемкие рутинные вычисления и оставить за учащимся только те функции, которые требуют интеллекта, т.е. функции осмысления результатов и принятия решений. Количество анализируемых вариантов проекта резко увеличивается и вместе с тем увеличивается объем накопленных знаний об объекте или процессе проектирования при неизменном времени обучения.

Нередко рациональное проектное решение может быть получено и с помощью машинной оптимизации, например, с использованием методов нелинейного программирования. Однако и в этом случае эвристическое проектирование должно предшествовать машинной оптимизации. В ходе диалога учащегося с компьютером целесообразно предоставлять ему сначала лишь информацию о величине критерия эффективности оптимального проекта, чтобы активизировать процесс решения проектной задачи, а полную машинную оптимизацию давать возможность использовать лишь после выполнения определенного числа попыток эвристического проектирования. Такая последовательность учебной работы позволяет учащимся проявить свои творческие способности и в полной мере оценить достоинства, а порой и недостатки машинной оптимизации.

На завершающем этапе тренажа проектировщика целесообразно планировать анализ наиболее интересных и поучительных проектных задач рассматриваемого класса. Для этой цели в тренажере формируют специальный архив. По каждой задаче в архиве хранят ее исходные данные и оптимальные решения в виде, допускающем различные формы представления результатов. Архив может содержать также комментарии опытного преподавателя-проектировщика, которые могут предъявляться учащемуся по его запросу. Анализ оптимальных решений из архива, подкрепляемый комментариями опытного преподавателя, позволяет закрепить и усилить учебный эффект предшествующего самостоятельного проектирования.

3.4. Состязательность в учебной работе

Четвертый принцип построения тренажеров — создание соревновательных ситуаций для активизации познавательной деятельности. Схема рассмотренного выше сценария учебного проектирования позволяет легко ввести соревновательные и, следовательно, игровые элементы. Это может быть соревнование либо на получение наиболее рационального проекта при выдаче одинаковых заданий всем учащимся, либо на достижение минимальной относительной разницы в критериях эффективности между эвристическими и оптимальными машинными решениями при выдаче различных заданий. Причем при второй форме соревнования учащиеся непосредственно "состязаются" с компьютером, что, как показывают наблюдения, является психологически более щадящим и более привлекательным для большинства учащихся, чем прямое состязание друг с другом.

Конечно, не всегда соревновательная ситуация сама просится в сценарий тренажера, как в проектных задачах. Следовательно, ее необходимо придумать. Типовая соревновательная ситуация предполагает наличие какого-либо простого критерия оценки решения задачи и некоторого его конечного значения, к которому должен стремиться учащийся в процессе решения задачи. Даже такой простой игровой элемент удивительно стимулирует учебную работу.

3.5. Резюме

В заключение отметим, что общие принципы, рассмотренные выше, не охватывают, конечно же, всей совокупности методических способов и приемов построения сценариев виртуальных тренажеров. Многие в них определяет специфика предметной области. Но именно в "чужой" сфере деятельности можно нередко "подсмотреть" что-то действительно новое, необычное. Поэтому перейдем к примерам.

4. Примеры сценариев тренажеров

Рассмотрим сценарии некоторых тренажеров учебных мультимедиа комплексов системы КАДИС.

4.1. Тренажер учебного мультимедиа комплекса БАЛКА

Этот комплекс предназначен для изучения методов анализа и построения эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов при плоско-поперечном изгибе балок в курсе сопротивления материалов. Учебная работа с тренажером предусматривает решение задач двух типов: определение правильных эпюр при заданных нагрузках (прямые задачи) и реконструкция нагрузок для заданных эпюр (обратные задачи). Объектно-ориентированная модель взаимодействия учащегося и компонентов тренажера показана на [рис.4.1](#))*. Работу с тренажером начинают с выбора режима: решение прямых или обратных задач. Далее регистрируют фамилию и выбирают задачу из базы данных.

Решение прямых задач заключается в определении правильных эпюр из пяти вариантов, показываемых на экране ([рис.4.2](#)). В любой момент диалога учащийся может запросить помощь теоретического характера — 10 коротких общих рекомендаций-советов по анализу эпюр. Он может выбрать и другие виды помощи — от простейшей подсказки до демонстрации правильного решения задачи.

При решении обратных задач учащийся, пользуясь мышью или клавиатурой, выбирает и расставляет нагрузки, соответствующие, по его мнению, заданным эпюрам ([рис.4.3](#)). Сообщение о неверном решении обратной задачи дополняется выводом эпюр (штриховые линии на рисунке) под введенные учащимся нагрузки с наложением на заданные условия (сплошные линии на рисунке). Это простейший пример вспомогательной информации внутренней ОС продуктивно-творческого характера.

Сопоставляя заданные и полученные эпюры, учащийся может самостоятельно, обращаясь, при необходимости, к указанной выше помощи теоретического характера, проанализировать свое решение и попытаться исправить допущенные ошибки.

Основные данные о ходе учебной работы - фамилии и номера групп учащихся, номера задач, количество обращений за помощью, число попыток решения задачи и результат решения - автоматически фиксируются в протоколе тренажа, сохраняются в журнале тренажера и используются преподавателем в качестве информации внешней ОС для анализа самостоятельной работы учащихся и управления процессом обучения.

Преподаватель может также легко и быстро пополнять сборник задач, модернизируя уже имеющиеся или вводя новые задачи.

*Здесь и ниже при описании сценариев используются диаграммы UML, см. соответствующую методику в модуле 2.

4.2. Тренажер комплекса ОПТИМИЗАЦИЯ

Этот тренажер предназначен для освоения математических методов оптимизации. В качестве типовых оптимизационных задач в нем используются задачи по проектированию рационального положения опор балочных конструкций. Заданными считаются геометрические размеры балки, схема нагружения, тип и некоторое исходное положение опор балки. Жесткость балки по ее длине предполагается постоянной. Требуется расположить опоры таким образом, чтобы пик изгибающего момента имел минимальное значение ([рис.4.4](#)).

Формулировка таких задач физически проста и понятна студенту технического вуза или техникума. Но с математической точки зрения эти задачи обладают даже при двух варьируемых переменных спектром интересных особенностей (нелинейным характером изменения целевых функций (ЦФ), многоэкстремальностью, наличием "оврагов"), которые позволяют проводить исследования сильных и слабых сторон различных алгоритмов оптимизации ([рис.4.5](#)). Сборник задач тренажера содержит более 50 балок с различными условиями опирания и нагружения и может легко модифицироваться и расширяться.

В сценарии учебной работы с тренажером можно выделить пять этапов ([рис.4.6](#)).

Первый этап — эвристическое проектирование положения опор балки. Учащийся с помощью курсора, управляемого "мышью" или клавиатурой, расставляет опоры балки, стремясь уменьшить пик изгибающего момента ([рис.4.7](#)). Своеобразным стимулом, вносящим также соревновательный элемент в учебную работу, является отклонение от оптимума, выводимое в правый верхний угол экрана после каждой попытки эвристического проектирования. В качестве вспомогательной информации внутренней ОС учащийся может также использовать эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов ([рис.4.8](#)). Анализ физических закономерностей задачи может сделать эвристический поиск более целенаправленным. Так, в рассматриваемом примере оптимум достигается, когда величины изгибающих моментов на опорах и в середине пролета между опорами достигнут в процессе оптимизации одинаковых значений.

На **втором этапе** учебной работы учащийся изучает характер изменения ЦФ для решаемой задачи по линиям равного уровня (ЛРУ) и трехмерному изображению ее поверхности. Мотивация и интерес к такому изучению создаются естественным образом в ходе предшествующего этапа эвристического проектирования.

На **третьем этапе** учащийся работает с той же балкой, что и на предыдущих этапах, но решает задачу оптимизации уже с использованием математических методов. Набор программ оптимизации тренажера включает алгоритмы из разных семейств поисковых методов. Выбрав алгоритм, учащийся производит настройку его параметров, тип и количество которых (4-7) определяются спецификой алгоритма ([рис.4.9](#)).

Все алгоритмы реализованы таким образом, чтобы эффективность их работы существенно зависела от параметров настройки. Чем лучше учащийся знает свойства алгоритма, тем быстрее он подберет рациональные величины параметров настройки и тем эффективнее будет поиск. В любой момент диалога учащийся может получить помощь теоретического характера и посмотреть на экране дисплея в "окне" помощи краткое описание любого алгоритма. В процессе оптимизации на экран дисплея выводятся графическое изображение балки с меняющимся положением опор и протокол оптимизации, в котором содержится текущее положение опор и величина целевой функции. Учащийся может прервать работу алгоритма оптимизации практически в любой момент времени для коррекции параметров настройки, смены алгоритма, анализа промежуточных результатов оптимизации.

На этапе анализа учащемуся предоставляется вспомогательная информация внутренней ОС с различной степенью развернутости. Это могут быть эпюры силовых факторов в балке (см. [рис.4.8](#)), траектория поисковой точки в области изменения

проектных переменных ([рис.4.10](#)). Геометрия этих траекторий позволяет учащемуся судить о характере изменения целевой функции и о поведении выбранного алгоритма в зоне поиска. Более детальный анализ учащийся может провести по траекториям поисковой точки, наложенным на линии равного уровня функции цели ([рис.4.11](#)). Сопоставляя эти траектории с характером изменения целевой функции, он может проанализировать специфику работы каждого алгоритма, выявить ошибки, допущенные в процессе его настройки.

Оценка эффективности поиска производится с помощью специального критерия, который позволяет сравнивать между собой результаты решения различных задач, исследовать поведение различных алгоритмов, влияние параметров настройки на эффективность алгоритмов.

На *четвертом этапе* проводят контрольное тестирование. Учащиеся получают новые задачи и решают их с помощью алгоритмов оптимизации в течение фиксированного промежутка времени. В процессе решения доступны все виды помощи, кроме линий равного уровня и трехмерного изображения поверхности целевой функции. Оценивают контрольный тест по величине критерия эффективности.

Пятый этап - свободное исследование алгоритмов оптимизации. Учащиеся могут выбирать любые балки из сборника задач, вводить свои задачи, причем число варьируемых опор может достигать пяти. Накопленный на предыдущих этапах опыт стимулирует интерес к такому исследованию и позволяет достаточно квалифицированно планировать проведение вычислительных экспериментов.

Информация внешней ОС — фамилия и номер группы учащегося, номера решаемых им задач, критерий эффективности поиска (который может трактоваться как критерий уровня обученности), количество обращений за помощью (описанию алгоритмов, линиям равного уровня) — автоматически фиксируется в базе данных тренажера и может использоваться преподавателем для управления процессом обучения. При необходимости преподаватель может проанализировать ход самостоятельной работы учащегося, визуализировав на экране линии равного уровня целевой функции с траекториями поиска (см. [рис.4.11](#)), которые сохраняются во временном архиве базы данных тренажера.

4.3. Тренажер комплекса СТРУКТУРА

Этот учебный мультимедиа комплекс предназначен для изучения методов проектирования структур механических конструкций. Формулировка типовых задач, решаемых на тренажере, выглядит следующим образом. Считаются заданными нагрузки, условия опирания и границы плоской области, в которую должна быть вписана конструкция. Требуется найти рациональную с точки зрения минимума массы силовую схему (структуру) плоской конструкции. В качестве примера здесь рассматривается задача о проектировании силовой схемы конструкции мостового крана с двумя вариантами (P_1 и P_2) нагружения стрелы ([рис.4.12](#)).

Деятельность по решению подобных задач в существенной мере основана на неартикулируемой части знания (см. модуль 2). Поэтому главная учебная цель данного тренажера — изучение рациональных путей передачи усилий в конструкциях, ускоренное накопление соответствующего конструкторского опыта и развитие на его основе профессиональной интуиции - умения предвосхитить и спрогнозировать рациональные пути передачи внутренних усилий в конструкциях, что всегда отличало хорошего конструктора.

Самостоятельная работа учащихся с тренажером состоит из семи этапов ([рис.4.13](#)). На **первом этапе** он вводит свою фамилию, номер группы и номер задачи. Условия задачи считываются из базы данных тренажера и высвечиваются на экране.

На **втором этапе** обучаемый конструирует на основе эвристических соображений, используя курсор, управляемый мышью или клавиатурой, рациональный, по его мнению, вариант структуры ферменной конструкции ([рис.4.14](#)).

На **третьем этапе** выполняют расчет напряженного и деформированного состояния выбранного варианта фермы и производят оценку его эффективности. Для оценки эффективности вычисляют и выводят на экран следующие показатели: массу предлагаемого варианта силовой схемы; ее отклонение в % от массы теоретически оптимальной конструкции; разницу в % с ранее полученной лучшей фермой, хранящейся в архиве сборника задач.

Теоретически оптимальная конструкция (ТОК) является своеобразным идеалом в решении задачи. Ее получают для каждой задачи из сборника с помощью специальных алгоритмов, реализованных в учебном ППП комплекса СТРУКТУРА. Результаты расчета ТОК записывают в архив решений сборника задач при его заполнении. Лучшая ферма — это лучшее решение, полученное предшественниками обучаемого. Обновление лучших решений по каждой задаче производится автоматически.

Такая оценка предлагаемого варианта конструкции создает на третьем этапе работы с тренажером своеобразную соревновательную ситуацию, которая усиливает мотивацию к дальнейшей учебной работе.

На **четвертом этапе** обучаемый анализирует деформированное и напряженное состояние фермы, выделяет нагруженные и слабо работающие элементы ([рис.4.15](#)). Заметим, что высокий учебный потенциал этого этапа реализуется за счет усиления мотивации к анализу на этапе оценки эффективности конструкции. На основе анализа силовой работы фермы обучаемый может скорректировать предлагаемый вариант или предложить какой-либо новый вариант фермы. Исчерпав возможности эвристического проектирования, обучаемый может выбрать по меню подсказку и перейти к пятому или шестому этапу работы.

На **пятом этапе** проводят анализ чувствительности координат узлов фермы ([рис.4.16](#)). Годографы коэффициентов чувствительности показывают здесь предпочтительные направления смещений узлов ферменной конструкции. На основе этого анализа выявляют не только наиболее рациональные направления смещения узлов, но и оценивают всю совокупность возможных решений, что чрезвычайно важно для обучения.

На *шестом этапе* проводят анализ силовой работы ТОК ([рис.4.17](#), [рис.4.18](#)). Этот анализ позволяет обучаемому выявить рациональные пути передачи усилий в проектной области, что также весьма ценно для обучения. Заметим, что реализации весьма высокого учебного потенциала пятого и шестого этапов в существенной мере способствует этап эвристического проектирования силовой схемы, поскольку лишь после эвристического проектирования создается мотивация к осознанному и целенаправленному анализу путей улучшения конструкций. После анализа коэффициентов чувствительности и анализа ТОК обучаемый может еще раз попытаться улучшить структуру конструкции, т.е. еще раз повторить все этапы работы на тренажере.

На заключительном, *седьмом этапе* тренажа обучаемый может посмотреть ранее полученную лучшую ферму из архива сборника задач и в дальнейшем попытаться улучшить уже этот вариант структуры ([рис.4.19](#)).

Таким образом, в ходе самостоятельной работы обучаемого с тренажером предусматривается многократное прохождение цикла эвристического синтеза, машинных расчетов, анализа и осмысливания результатов. При этом необходимость целенаправленного улучшения проектных решений создает мотивацию для углубленного изучения силовой работы теоретически оптимальной конструкции. После завершения индивидуальной самостоятельной работы обучаемых проводится групповое занятие, на котором преподаватель демонстрирует, сопровождая необходимыми комментариями, теоретически оптимальные конструкции из архива поучительных и интересных задач.

4.4. Тренажеры в сфере экономики и управления

В последнее десятилетие активно развиваются имитационные модели и реализующие их компьютерные системы в сфере экономики и управления (см., например, <http://www.pro-invest.com>). На основе подобных моделей создаются и компьютерные системы учебного назначения, называемые компьютерными тренажерами и деловыми играми. Причем, цель применения таких компьютерных программ - не только ускоренное формирование умений и навыков, но и развитие профессионально-ориентированного, в частности, предпринимательского мышления. Укажем только некоторые из приведенных в этой работе ссылок на Интернет-источники:

- комплекс деловых игр "Кобби" ("Рыночное равновесие", "Конкуренция", "Спрос", "Менеджер" и др.);
- стратегическая игра "Capitalism", позволяющая моделировать современный деловой мир, <http://www.marketing.spb.ru>;
- система имитационного управления предприятием "Дельта", <http://www.nixdorf.ru>;
- деловая компьютерная игра "Центр управления предприятием", <http://www.intellect-service.ru>.

5. Основные этапы разработки тренажеров

1. **Выбор учебной задачи.** Как уже отмечалось, здесь трудно дать какие-либо конкретные рекомендации. В качестве первого приближения "хорошей" учебной задачей можно считать любую "классическую" задачу, т.е. такую задачу, постановка и решение которой было определенным достижением в развитии данной отрасли знаний.

2. **Разработка общей схемы (сюжета) сценария учебной работы.** На этом этапе определяют основную, сюжетную линию (канву) сценария учебной деятельности. Планируют этапы эвристического и машинного решения, соревновательные элементы. Если проектирование и документирование ведут на основе объектно-ориентированного подхода, то строят диаграммы использования первого и второго уровней, диаграммы взаимодействия объектов и пользователей (см. модуль 2).

3. **Построение оценочной функции.** Это такая функция, по изменению которой обучающийся может судить, насколько правильны его действия в процессе решения учебной задачи. К тому же оценочная функция естественным образом вносит элементы состязательности в учебную работу. Иногда этот показатель является очевидным, например, критерий эффективности в проектных задачах. В противном случае такая функция должна быть сконструирована на основе данных учебной задачи.

4. **Детализация сценария.** На этом этапе полностью определяют способы деятельности учащегося. Разрабатывают диаграммы деятельности, которые дополняются их спецификациями – текстовым описанием взаимодействия объектов и последовательности действий с иллюстрациями в виде экранных форм. Такое описание позволяет одновременно с детализацией учебной деятельности определить форму человеко-машинного интерфейса тренажера.

5. **Разработка функциональной схемы.** Описание сценария позволяет определить основные функции тренажера и состав его подсистем ([рис.5.1](#)).

6. **Разработка программного обеспечения.** На основе сценария и функциональной схемы тренажера ведут проектирование и разработку программного обеспечения. Эту работу выполняют путем прямого программирования (на языке компьютера), либо с использованием специализированных инструментальных средств.

6. Виртуальные учебные кабинеты

Большое значение в подготовке специалистов во многих сферах деятельности имеют лабораторные работы по изучению натуральных объектов. Для этой цели создают специальные учебные кабинеты. В зависимости от профиля подготовки в них могут быть представлены технические, археологические, медицинские, биологические и др. вида объекты, собранные и препарированные специальным образом для изучения. Роль таких кабинетов в профессиональной подготовке трудно переоценить. Однако их создание требует длительного времени, а оснащение и содержание - значительных материальных ресурсов. Например, кабинет конструкции самолетов Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) имеет богатую коллекцию агрегатов различных самолетов, которая собиралась более 50-и лет. Она размещена на площади более тысячи кв. метров, в ее комплектацию и методическую подготовку вложен большой труд не одного поколения преподавателей. Агрегаты препарировали и размещали таким образом, чтобы обеспечить не только первоначальное знакомство с авиационной техникой, но и изучение фундаментальных принципов работы авиационных конструкций и типовых конструкторских решений. Создание подобных кабинетов по силам лишь крупным учебным заведениям, поэтому сегодня вполне очевидной становится идея разработки их виртуальных аналогов.

Такие *виртуальные кабинеты* можно отнести к системам декларативного типа, поскольку знания в них хранятся в готовом, препарированном преподавателем виде (см. модуль 2). Виртуальные учебные кабинеты сходны по подготовке и работе с ними с электронными учебниками. Но их содержательными прототипами являются не первоисточники на бумаге, а натурные экспонаты.

В состав виртуальных учебных кабинетов могут входить структурированные описания натуральных объектов, внутри которых размещают графические иллюстрации (фотографии, схемы, рисунки) и гиперссылки, под которыми "спрятаны" дополнительные графические иллюстрации аналогичного типа, либо видео- или аудиофрагменты, анимации ([рис.6.1](#)). Для повышения эффективности восприятия учебного материала целесообразно использование специальных технологических приемов, например flash-анимаций с лупой, позволяющих видеть объект в целом и иметь возможность рассматривать его мелкие детали ([рис.6.2](#)). В конце описания каждого объекта целесообразно давать вопросы для самоконтроля и тренинга по пройденному материалу с краткими комментариями, "спрятанными" под гиперссылками, что позволяет активизировать процесс усвоения учебного материала, делая его интерактивным, и помогает при подготовке к экзаменам и зачетам.

Использование виртуальных кабинетов в учебном процессе не исключает полностью работу в реальных учебных кабинетах, знакомства с «натурой» в виде кратких установочных лекций и экскурсий, время на которые может быть сокращено. Однако электронная поддержка таких занятий позволяет:

- повысить активность и самостоятельность учебной работы студентов;
- улучшить восприятие учебного материала за счет его мультимедийности;
- обеспечить полный контроль усвоения материала каждым учащимся;
- облегчить процесс повторения и тренинга при подготовке к экзаменам и зачетам;
- разгрузить преподавателей от рутины контроля и консультирования;
- использовать внеаудиторное время для изучения натуральных объектов в виде домашних заданий;
- внедрить дистанционные формы учебной работы, в том числе в учебных заведениях, имеющих слабую лабораторную базу.

К тому же виртуальный кабинет гораздо проще пополнять новыми экспонатами, чем его реальный прототип, например, из лабораторий других учебных заведений, ступеней заводов и опытно-конструкторских бюро.

7. О концепции виртуальных лабораторий

Поддержка лабораторного практикума традиционно является важной составляющей проблематики электронного обучения. Так, разрабатываемые в 80-е годы учебно-исследовательские САПР и АСНИ, наряду с курсовым и дипломным проектированием, широко применялись и в учебных лабораториях. В последние годы эти вопросы вновь начинают широко обсуждаться, но уже в более четкой, конкретной формулировке термина "**Виртуальные учебные лаборатории**" (ВУЛ).

Применительно к профессиональному образованию концепция ВУЛ (а суть ее очевидна из названия) в потенциале ориентирована на реализацию указанных выше требований к компьютеризации профессиональной подготовки (см. раздел 1), соответствует идеям открытого и дистанционного обучения и позволяет, хотя бы частично, сгладить остроту существующих ныне проблем материально-технического обеспечения учебного процесса.

Немногочисленные пока научно-методические работы по тематике ВУЛ ограничены, в основном, описанием виртуальных приборов и лабораторных занятий с их использованием. Но понятие ВУЛ для профессионального образования гораздо шире и может интегрировать в себя не только виртуальные приборы, но и виртуальные учебные кабинеты натуральных объектов, системы математического и имитационного моделирования, учебные и промышленные пакеты прикладных программ, компоненты CALS-систем и т.п.. А сами ВУЛ могут использоваться не только в лабораторном практикуме, но и в курсовом и дипломном проектировании, в учебно-исследовательской работе студентов.

В методологическом плане виртуальные лаборатории можно **классифицировать**, исходя из принятой в системах искусственного интеллекта типологии моделей представления знаний, на системы процедурного, декларативного и гибридного (процедурно-декларативного) типов.

Основу ВУЛ **процедурного типа** составляют учебные пакеты прикладных программ (ППП) или их промышленные аналоги, предназначенные для автоматизации профессионального труда. При их создании основное внимание обычно обращают на реализацию алгоритмов математического моделирования, расчета и оптимизации изучаемых объектов или процессов. Порой математическое моделирование является единственным способом учебного исследования сложных объектов или процессов. Кроме того, сами по себе методы и средства профессиональной деятельности могут быть в таких ВУЛ предметом изучения, например, методы геометрического моделирования, алгоритмы оптимизации и т.п.

Но при всей несомненной полезности автоматизация профессионального труда в учебных задачах, как уже отмечалось выше (см. раздел 1), не всегда приводит к повышению качества собственно профессиональной подготовки. Помочь здесь может специальный дидактический интерфейс, сценарные схемы которого могут базироваться на принципах построения сценариев интеллектуальных тренажеров (см. выше), да и сами такие тренажеры вполне могут быть отнесены к ВУЛ процедурного типа.

К ВУЛ **декларативного типа** могут быть отнесены виртуальные учебные кабинеты, поскольку знания в них хранятся в готовом, препарированном виде. Как уже отмечалось выше, эти виртуальные кабинеты сходны по подготовке и работе с ними с электронными учебниками. Но их содержательными прототипами являются не первоисточники на бумаге, а натурные экспонаты реальных учебных кабинетов, которые нередко называют учебными лабораториями.

Гибридный подход к построению ВУЛ применяют обычно при разработке виртуальных приборов. При этом внешняя атрибутика, в частности панель управления, отображается визуально адекватно ее реальному аналогу, а различные режимы работы исследуются с помощью математических или имитационных моделей.

Еще одно перспективное направление создания гибридных ВУЛ - имитация типовых лабораторных работ на сложном и уникальном оборудовании, например, на аэродинамической трубе. Обычная ситуация при традиционном проведении таких лабораторных работ - все манипуляции с оборудованием проводит штатный сотрудник лаборатории, преподаватель дает пояснения, а студенты наблюдают и, в лучшем случае, проводят обработку результатов экспериментов. Причем эксперимент проводится, как правило, лишь для одного набора исходных параметров, а для других вариантов студентам даются уже готовые результаты.

Следовательно, подготовив компьютерную базу экспериментальных данных для различных исходных параметров и набор видеофрагментов реальных экспериментов, совсем нетрудно разработать виртуальную интерактивную установку для проведения типовых лабораторных исследований с помощью компьютера.

Особое место в электронном обучении занимают *лаборатории удаленного доступа*, создаваемые в ряде ведущих вузов России на основе уникальных лабораторных стендов и промышленных установок. Автоматизированное лабораторное оборудование, входящее в состав таких лабораторий, может работать под управлением учащихся с удаленных рабочих мест, подключенных к компьютерной сети. Реализация такого подхода позволяет организовать самостоятельную работу учащихся при выполнении индивидуальных заданий или их одновременную работу не только с учебно-лабораторным оборудованием, но и с научно-исследовательскими установками. В качестве примера на [рис.7.1](#) показан фрагмент web-сайта лабораторного практикума удаленного доступа на аэродинамической трубе СГАУ, см. <http://www.aero.ssau.ru/tube/>.

Наиболее эффективным в дидактическом плане представляется *комплексный подход* к созданию ВУЛ, когда обеспечивается поддержка обучения на всех этапах познавательного процесса ([рис.7.2](#)).

На протяжении ряда лет такой подход успешно применяется в системе КАДИС, по технологии которой разработаны виртуальные учебные лаборатории по сопротивлению материалов, механике конструкций, методам оптимизации и геометрического моделирования, конструкции самолетов, материаловедению и термообработке и другим техническим дисциплинам.

8. Вопросы для самоконтроля и тренинга

Проверьте себя, отвечая письменно или устно на вопросы. Лишь после этого заглядывайте в приведенные ниже комментарии. Если необходимо, обращайтесь к теории.

1. Меняется ли **сущность квалификации специалистов** в связи с широким распространением средств автоматизации профессиональной деятельности?

[Комментарий](#)

2. Почему во многих случаях оказывается **нереализованным значительный учебный потенциал ППП**, заключающийся в возможности изучать свойства различных объектов и процессов с помощью математического моделирования и вычислительных экспериментов?

[Комментарий](#)

3. При использовании в учебном процессе электронных учебников и пакетов прикладных программ возникает **пробел (разрыв) в дидактической логике обучения**, который необходимо заполнить. С помощью **каких средств поддержки обучения** это можно сделать?

[Комментарий](#)

4. Перечислите **четыре принципа** построения сценариев тренажеров.

[Комментарий](#)

5. Как выбрать **типовую задачу или класс задач** для тренажера?

[Комментарий](#)

6. В чем заключается суть **принципа организации циклического, замкнутого управления** познавательной деятельностью учащихся при разработке тренажеров?

[Комментарий](#)

7. Каково назначение **внутренних обратных связей** в тренажерах и учебных ППП?

[Комментарий](#)

8. Какую информацию можно отнести **к внутренней ОС** в тренажерах и учебных ППП?

[Комментарий](#)

9. Перечислите **общие требования** к информации внутренней обратной связи?

[Комментарий](#)

10. Каково назначение **внешних обратных связей** в тренажерах и учебных ППП?

[Комментарий](#)

11. Как должны **сочетаться эвристические и машинные методы** решения задач в тренажерах?

[Комментарий](#)

12. Как можно реализовать один из четырех принципов построения сценариев тренажеров - **создание соревновательной ситуации** для активизации познавательной деятельности?

[Комментарий](#)

13. Перечислите основные **шесть этапов разработки тренажеров**.

[Комментарий](#)

14. Что делают на этапе **разработки общей схемы (сюжета) сценария** учебной работы с тренажером?

[Комментарий](#)

15. Что подразумевают под **оценочной функцией**, формируемой на третьем этапе разработки тренажера?

[Комментарий](#)

16. Что делают на этапе **детализации сценария** тренажера?

[Комментарий](#)

17. Что делают на этапе разработки **функциональной схемы** тренажера?

[Комментарий](#)

18. Каким образом осуществляют разработку **программного обеспечения** тренажеров?

[Комментарий](#)

19. Каково назначение **виртуальных учебных кабинетов**?

[Комментарий](#)

20. К каким системам учебного назначения (**декларативного или процедурного типа**) можно отнести виртуальные учебные кабинеты?

[Комментарий](#)

21. Какова **классификация** виртуальных лабораторий, исходя из принятой в системах искусственного интеллекта типологии моделей представления знаний?

[Комментарий](#)

22. Что составляет основу виртуальных учебных лабораторий **процедурного типа**?

[Комментарий](#)

23. В чем **суть гибридного подхода** к построению виртуальных учебных лабораторий?

[Комментарий](#)

24. Когда **применяют гибридный** подход к построению виртуальных учебных лабораторий?

[Комментарий](#)

9. Задание на проектную работу

Выполните следующие этапы разработки тренажера по тематике учебного комплекса, проект которого был подготовлен при выполнении практического задания модуля 3 данного курса.

1. Выбор типовой учебной задачи или класса задач.
2. Разработка общей схемы (сюжета) сценария учебной работы.
3. Построение оценочной функции.
4. Детализация сценария.
5. Разработка функциональной схемы тренажера.

Список рекомендуемой литературы

1. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. - Самара: СГАУ, 1995. - 140 с. (<http://www.informika.ru/text/inftech/edu/design/> или <http://cnit.ssau.ru/kadis/posob/index.htm>).
2. Краснова Г.А., Соловов А.В., Беляев М.И. Технологии создания электронных обучающих средств. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МГИУ, 2002. - 304 с.
3. Романов А.Н., Торопцов В.С., Григорович Т.Б. Технологии дистанционного обучения в системе заочного экономического образования. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 303 с.
4. Исаева Н.А. и др. Экономика предпринимательства: изучение с помощью программы КАРЛ. Учебное пособие для преподавателей. - М.: Финансы и статистика, 1999.
5. Сапунцов В.Д. Компьютер в экономическом образовании. - М.: Издательский дом "НОВЫЙ ВЕК", 1999.
6. Новый подход к инженерному образованию: теория и практика открытого доступа к распределенным информационным и техническим ресурсам / Под редакцией А.А. Полякова. - М.: Центр-Пресс, 2000. - 238 с.
7. Арбузов Ю.В., Леньшин В.Н., Маслов С.И., Поляков А.А., Свиридов В.Г. Новое в концепции дистанционного образования. Дистанционный лабораторный практикум / Проблемы информатизации высшей школы. Бюллетень 1-2 (7-8). - М.: ГосНИИСИ, 1997. - С. 50-58.

**Сведения об авторах учебного пособия
«Интеллектуальные тренажеры и виртуальные лаборатории»**

Соловов Александр Васильевич, научный руководитель, директор Самарского областного центра новых информационных технологий (ЦНИТ СГАУ), профессор кафедры общей информатики к.т.н., профессор.

Мищук Валерий Тихонович, зав. лабораторией ЦНИТ СГАУ.

Контактная информация: тел. (846) 334-72-78, 267-44-40
<mailto:cnit@cnit.ssau.ru>