Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики

(технический университет)

Конспект лекций

по дисциплине

Дистанционные технологии в образовании

Москва 2005

**1. Образование как вид коммуникации**

Эта глава рассматривает образование с точки зрения характерных для него основных коммуникационных функций. Затем мы проследим, каким образом в аудитории осуществляются эти функции и как информационные технологии могут быть здесь использованы для улучшения работы.

Образование — широкий термин, включающий в себя передачу знаний, навыков и воспитание детей. Под образованием также подразумевается обучение без участия преподавателя, с помощью заочного преподавания или самоучителя. Несмотря на все вышесказанное, главным местом, где происходит обучение, является класс.

Коммуникация в классе — развивающаяся область исследований, включающая в себя межличностные, личностные, групповые и культурные способы общения в классных помещениях. Она изучает как вербальные, так и невербальные виды коммуникаций в классе. Уделяется также внимание таким трудностям коммуникации между учащимися, как коммуникативное понимание, отсутствие навыков восприятия на слух и проблемы самовыражения.

Можно ли, используя весь потенциал информационных технологий, создать коммуникационную систему обучения более эффективную, чем класс? Если мы будем рассматривать классное помещение как средство общения и попытаемся на основе информационных технологий создать механизм более совершенный, традиционные методики исследований, теории коммуникаций и воспитания будут нас ограничивать. Они описывают и объясняют уже существующее, а не возможное. Однако наиболее подходящим здесь может стать использование методов и теоретических структур, заложенных в основе самой информационной технологии. Необходимо найти способ, позволяющий объединить возможности информационных технологий с точки зрения коммуникационной и образовательной теорий. Пока же профессионалы, работающие в этих трех сферах, напоминают слепых мудрецов, пытающихся определить, как же выглядит слон, лишь касаясь его.

Поскольку индустриальное общество превращается в информационное, обыкновенные системы коммуникации становятся информационными. Если раньше коммуникация основывалась на контактах с помощью бумаги или личных встреч в определенных местах, то теперь для общения мы все чаще используем средства информационных технологий. Прежде общество зависело от транспортных систем, обеспечивавших доставку людей и документов, а в настоящее время оно все больше зависит от телекоммуникаций, передающих необходимую информацию. На заре своего развития информационные технологии использовались лишь для облегчения обычных коммуникаций. Телевидение заменило театр в жизни многих людей. Телефонный разговор избавил от необходимости куда-то ехать и встречаться с кем-то лично. Но происходящие сегодня изменения гораздо серьезнее. Это изменения в самой системе коммуникаций.

Возьмем в качестве примера банковское дело — обычную коммуникационную систему, мало изменявшуюся на протяжении столетий. Люди ездили в банки, чтобы совершить некие операции с деньгами, существовавшими в основном в виде информации на банкнотах и чеках. Первоначально контакты осуществлялись либо в самом банке, либо по почте. Банки одними из первых начали использовать компьютеры, выполнявшие в то время лишь вспомогательные функции по накоплению и обработке информации. Сегодня компьютеры подсоединены к телекоммуникационным банковским системам, для обслуживания клиента используются банковские карточки, и все операции осуществляются непосредственно с его счета. Автоответчики заменили секретарей. Кредитные карточки имеют хождение по всему миру. Банковское дело превратилось в информационную систему. То же самое происходит на промышленных и коммерческих предприятиях, везде, где существует организованная коммуникационная система. Образование тоже является таковой, и, в свою очередь, оно должно претерпеть изменения. Этот переход неизбежен, поскольку задача образования — готовить людей к жизни в информационном обществе.

Рис.1. Коммуникационные системы

В случае если информационная технология используется в области обычной коммуникации, прибегают к системному анализу, состоящему в осмыслении того, как коммуникация, рассматриваемая как некая система, может быть усовершенствована с применением информационной технологии. В условиях обычного, традиционного общения люди редко придают большое значение характеру контактов между собой. Для них это — нечто обыденное, повторяющееся, ставшее привычным, и хотя вопросы, ставящиеся при системном анализе, обычно просты и очевидны (например: “Какова цель коммуникационного процесса?”), они заставляют тех, к кому обращены, вновь задуматься над природой собственных действий. Именно в этом и состоит задача данной главы — представить образование как коммуникационную систему, чтобы затем понять, каким образом информационные технологии могут поднять его эффективность. С этой позиции мы и начнем изучение природы образования.

##

## 1.1 Что такое образование?

Это нечто врожденное или это то, что в нас воспитывают большую часть жизни? Здесь мнения изучающих образование разделились. Конечно же, и генетическая наследственность, и окружающая человека среда вносят свой вклад в процесс воспитания. Но вопрос о том, что же в действительности является основой формирования личности, становится правовой и политической проблемой нашего времени. Является ли существование насильников, антиобщественных элементов, безработных следствием генетической предрасположенности, или отсутствия родительской опеки, или характера просмотренных ими телепередач, или ошибок школьных учителей?

Даже если окажется, что генетический фактор играет решающую роль в формировании личности, конкретным способом подготовки человека к занятию своего места в обществе остается создание эффективной коммуникационной системы образования для всех, кто в ней нуждается.

Одним из сторонников теории решающего влияния среды в образовании был Л. С. Выготский, чьи работы вызвали в последние годы большой интерес. Его концепция зоны ближайшего развития (ЗБР) позволяет рассмотреть обучение как коммуникационный процесс.

##

## 1.2 Зона ближайшего развития

Выготский определяет ЗБР так: “Дистанция между настоящим уровнем развития, обусловленным способностью самостоятельно решать задачи, и уровнем потенциального развития, определяемым способностью выполнять задания под руководством взрослых либо более опытных ровесников”. Говоря упрощенно, ЗБР — это разница между тем, что человек способен сделать самостоятельно, и тем, что может выполнить с помощью более опытных людей. Для оказания такой помощи и существует система образования. Понятие ЗБР позволяет рассматривать образование вне рамок школы и класса. ЗБР отвечает на вопрос: “Какова задача образования?”, утверждая, что это — оказание помощи обучающемуся, позволяющее ему выйти на такой уровень развития, которого он не в силах достичь самостоятельно.

Выготский изучал теорию образования как один из основных видов человеческой деятельности.

Концепция ЗБР подразумевает, что любая система образования включает в себя людей-учителей и людей-учеников, а также коммуникационный процесс между ними, позволяющий преподавателям помогать учащимся выполнять задания, с которыми те не могут справиться самостоятельно2. Кроме того, “выполнение заданий под руководством... либо при участии” означает наличие практики и обратной связи, а также динамическую двустороннюю интерактивную коммуникацию между учителями и учащимися. Чего не мог знать Выготский, живший в предкомпыотерную эру, — это того, что наставником ученику вовсе не обязательно должен быть человек. Как и не мог предполагать, что развитие телекоммуникаций, как и вычислительной техники, может означать, что учитель, человек он или нет, может находиться где угодно и контактировать с учеником лишь в виртуальном смысле.

Выготский думал о развитии способностей у детей. Сегодня образование понимается скорее как процесс, длящийся на протяжении всей жизни, чем как подготовка ребенка к взрослой жизни. Концепция ЗБР соответствует такой трактовке, и большинство новых последователей Выготского пытаются найти ей более широкое применение. Еще одно направление дальнейшего развития идей Выготского, достаточно важное для новой парадигмы образования, — понятие о процессе преподавания как о коллективной деятельности, а обучения — как групповой. Этой темой занимался коллектив под руководством М. Коула в проекте “Пятое измерение” при Лаборатории сравнительного изучения человеческого знания в Сан-Диего. В различных юношеских центрах дети в группах постигают сложности компьютерных обучающих игр. Учащиеся представлены образами, существуют в особом мире с его собственными правилами, которые им необходимо изучить, чтобы справиться с задачами различных уровней сложности. Этот метод является развитием идеи Выготского о классе как средоточии взаимодействия “учитель—ученики”. Он опирается на “социальную нейтральность” обучения и представляет собой попытку использовать простую, основанную на компьютере виртуальную реальность для поисков новой образовательной парадигмы. Образование — это не просто процесс взаимодействия людей в ролях учеников и учителей. Это еще и взаимодействие между знанием проблем и способами их разрешения в контексте данной культуры. Процесс “выполнения задания”, как монета,

имеет две стороны: “задание” и “знание о том, как выполнить задание”. Проблемы в области здоровья, социальных контактов, одежды, жилища, а также территориальные конфликты присутствуют у всех народов. Существование этих вопросов заставило представителей различных культур искать способы их разрешения, со временем вросшие в образовательные институты. Культура — способ контакта общества с окружающим миром, а образование — процесс, в ходе которого осваиваются все устоявшиеся, аккумулированные знания.

##

## 1.3 Четыре основных фактора образования

В своей теории ЗБР Выготский выделяет три фактора, обусловливающих образовательный процесс:

• некто выступает в роли обучаемого;

• некто выступает в роли учителя;

• нечто составляет задачу, которую обучаемый пытается решить с помощью учителя.

Косвенно существует и четвертый фактор — теория — сведения, необходимые для выполнения задания. Нам представляется, что именно взаимодействие этих четырех факторов — ученика, учителя, теории и задания в конкретном контексте — составляет основной коммуникационный процесс, именуемый образованием. Без наличия всех этих факторов процесс обучения невозможен, но совокупность этих факторов существует лишь на определенном отрезке времени, необходимом для приобретения учеником навыков в решении конкретных задач. Когда человек “знает”, как “выполнить задание”, он больше не нуждается в “учителе” и не является больше “учеником”. Уже нет ЗБР. С этой точки зрения “теория” существует только по отношению к определенной категории “заданий”, и роль учителя существует только в отношении того, кто принимает роль ученика в рамках определенной категории заданий. Упомянутые четыре фактора могут приобретать различные формы и могут существовать на разных уровнях сложности.

**Пример 1**

На доске написана задача, которую пытается решить группа учеников. У них есть учебник, в котором содержатся сведения, необходимые для решения, в классе находится учитель, чтобы помочь им справиться с заданием. В этом случае все четыре фактора имеют конкретное воплощение. Конечно, если в учебнике не содержится необходимой информации учитель не подготовлен для преподавания предмета, а ученик не хочет научиться решать ту задачу, что написана на доске, — факторы взаимодействовать между собой не будут и, следовательно, процесс образования не пойдет.

Задание не обязательно должно быть написано на доске. Оно должно быть сформулировано в мозгу учителя. Учитель может изложить его ученикам и в устной форме. И в этом виде его также зафиксирует мозг учеников. Сведения, необходимые для выполнения задания, содержатся в уме учителя, так же как и в учебнике. Учитель может передать их ученикам в ходе объяснения. Теперь ученикам предоставлены и задание, и теоретический материал, необходимый для его выполнения, но они не знают, как все это совместить. Учитель использует доску для решения задач. Ученики улыбаются и кивают, когда улавливают связь. Учитель приводит еще несколько аналогичных примеров, чтобы убедиться, что ученики все поняли, и ЗБР испаряется. В том, что касается этого типа задач, ученик уже не является учеником, а учитель — учителем, потому что обучаемые уже знают, как справиться с такими задачами.

**Пример 2**

Группа учащихся изучает коллективную работу в телестудии по созданию видеопрограммы. Ими руководят профессиональные работники студии, в данном случае выступающие как коллектив преподавателей. Каждый обучающийся выполняет в студии определенную роль — ведущего, оператора, выпускающего, технического директора и др. Они выступают в качестве коллектива, снимающего короткий видеосериал.

Кроме того, что каждый из обучающихся по очереди должен получить различные навыки, такие, как выступление перед камерой или управление ею, они должны научиться работать в “команде”, т. е. научиться решать групповые задачи. Коллектив преподавателей кроме оказания помощи каждому из студентов также учит их взаимодействовать друг с другом, добиваться согласованных действий. Задача состоит в том, чтобы научиться эффективно, использовать пространство и оборудование студии для записи видеопрограммы. Необходимая информация об этом содержится в учебнике, который студенты изучали перед практическим занятием, обладает ею и коллектив студии. Хотя обучающиеся знают, с чего начать, задача для них очень непроста. В качестве группы они представляют собой ЗБР и нуждаются в помощи профессионалов. В ходе выполнения практикантами различных заданий происходят изменения. К моменту, когда каждый из них исполнит все предложенные ему роли, помощь преподавателей им больше не требуется. Что-то подобное обучению езде на велосипеде произошло на уровне коллектива. Хотя еще есть чему поучиться, основные навыки по координации различных действий приобретены. Обучающиеся знают, как произвести запись видеопрограммы в студии.

**Пример 3**

В 1964 г. Эфиопия решила перейти от левостороннего движения к правостороннему. Направление дорожного движения — проблема, касающаяся каждого в стране. Как пешеходы, так и водители должны соблюдать правила. Обычно люди обучаются правилам дорожного движения индивидуально, но в этом случае вся страна должна переобучиться за сутки. Ведь такие изменения нельзя вводить поэтапно. Задача состояла в том, чтобы научиться ездить по противоположной стороне дороги и приспособиться к новому направлению дорожного движения. Обучалось все население страны, большинство которого было неграмотным. В роли учителей выступили группа иностранных советников и эфиопы из Королевского дорожного управления правительства Хайле Селассие, детально знавшие, что необходимо сделать для решения этой задачи. За много недель до нововведения они начали проводить общенациональную кампанию с использованием радио и средств наглядной агитации. Активисты этого движения были направлены на каждый рынок, в каждую школу, в каждое многолюдное место. Таким образом, знания правительственного управления дорожного движения были переданы целой нации. Несмотря на прогнозы, предвещавшие неслыханное количество дорожных происшествий, при переходе на новые правила не произошло ни одного несчастного случая. То, что являлось задачей (население не знало правил правостороннего движения), стало знанием (население узнало их), и страна в этом смысле перестала быть учеником и не нуждалась больше в учителях. Исчезла ЗБР в масштабе целого народа.

Эти примеры призваны проиллюстрировать, что образование существует на различных уровнях. Но каким бы ни был уровень, для взаимодействия четырех факторов образования необходим коммуникационный процесс.

##

## 1.4 Что такое коммуникация

Существуют три важнейшие коммуникационные функции — передача информации в пространстве, сохранение информации во времени и обработка информации в целях ее воспроизведения.

### Передача

Основное представление, возникающее при упоминании коммуникации, — это передача информации в пространстве. Передача информации из одного места в другое требует энергии. Речь передается посредством звуковых волн, зрительные образы возникают при помощи светового излучения, в телефонных системах используется электроэнергия. Коммуникация как энергия является физическим законом, управляющим энергией. Первым, признавшим этот факт, был К. Шеннон. Как и Выготский в теории образования, он дает определения основополагающих факторов для изучения коммуникации в общепринятых терминах.

К. Шеннон утверждал, что важнейшей проблемой коммуникаций является воспроизведение содержания информации, переданной из одного места в другое, по возможности верно. Он проиллюстрировал путь прохождения информации через пространство с помощью схемы, не раз воспроизводившейся в статьях и книгах во всем мире. Благодаря своей простоте и очевидности она настолько укоренилась в представлении людей о коммуникации, что все представляют ее как линейное действие, имеющее начало и конец, источник и адресата.

Рис. 2. Модель коммуникационной системы по Шеннону

Шеннон создал свою модель, работая в исследовательских лабораториях телефонной компании “Белл”. Прежде всего, она относилась к телекоммуникационной системе. Такая система имеет вход информации в одном месте и выход в другом. Она передает информацию настолько быстро и качественно, насколько это возможно. Во времена Шеннона телефоны зачастую работали с помехами, затруднявшими слышимость, особенно при междугородных разговорах. Шеннон придавал особое значение термину “помехи”, обозначавшему у него нечто сопутствующее передаче и ухудшающее ее качество. Хотя современные телекоммуникационные системы значительно усовершенствованы, и физические помехи сильно уменьшены, совсем они не исчезли. Шумы — серьезная техническая проблема использования городских телефонных сетей в образовательных целях. Существуют и другие виды помех, основанных на том, что не бывает ни людей, одинаково воспринимающих одно и то же событие, ни ситуаций, повторяющихся дважды. Помехи — термин семантический, если адресат не понимает смысла полученного сообщения, синтаксический — если грамматика послания неверна, прагматический — если цель послания непонятна.

Схема Шеннона описывает основной элемент в цепи передачи сообщения на расстояние — полудуплексную диаду (рис. 3). Шеннон провел математический анализ коммуникационной функции на этом основополагающем уровне. У. Уивер, ознакомившись с оригинальной публикацией Шеннона, описывающей математическую теорию коммуникации, решил, что речь идет об общей теории коммуникации, и написал к следующей публикации соответствующее предисловие. В результате работы Шеннона были изданы, подверглись всестороннему обсуждению и частично приняты в качестве общей теории коммуникации. Это и привело к ограничениям в изучении явлений коммуникаций. То, что было ключом к комнате в доме, ошибочно приняли за ключ ко всему зданию. Исследователи коммуникации использовали модель Шеннона для рассмотрения макроявлений на микроуровне. Пожалуй, самый устойчивый образ образовательного процесса для нас — образ учителя, дающего объяснения ученику. Как обманчиво просто было бы перевести это представление в рамки модели Шеннона, где учитель выступает в качестве источника, ученик — получателя информации, а трудности обучения объясняются наличием помех (рис. 2).

Рис. 3 Полудуплексная диада; одностороння связь между двумя точками, которые можно определить как источник и приемник информации

Рис. 4 Полная дуплексная диада.

Шеннон анализировал минимальную коммуникационную функцию — передачу сообщения на расстояние. Превратите его полудуплексную диаду в полную (с двусторонней коммуникационной связью) или представьте ее как часть более сложной сети –источник сообщения одновременно является и ее получателем – и коммуникация станет сложным процессом.

Звездообразная круговая сеть с пятью точками a,b,c,d,e. Диада аb представляет собой модель Шеннона, где a – источник, b – получатель. Если рассмотреть всю систему в целом, то а может быть получателем для d, а также и источником и получателем для точки с:

Рис.5. Звездообразная круговая сеть

Представим, что сеть **a,b,c,d,e** — школьная телефонная сеть. Точка с — коммутатор, соединяющий школьную сеть с местным ответвлением городской сети. Та, в свою очередь, должна иметь подстанцию соединения с основной сетью, и основная точно так же подсоединяется к международной. Так образуются межсетевые связи. И это только при рассмотрении взаимосоединений телефонных линий, являющихся лишь одним из видов коммуникационных систем, используемых человеком. А еще есть автомобильные, железнодорожные, морские и воздушные сети транспортных сообщений, позволяющие людям преодолевать расстояние и встречаться друг с другом.

Сложность возможных межсетевых связей невообразима, и. пожалуй, для изучения коммуникации на макроуровне больше подойдет теория сложности, чем теория Шеннона, где представление об учителе и ученике как источнике и получателе знаний выглядит очень упрощенной. Преподаватели и учащиеся — точки в сетях классных помещений, соединяющихся со школьной сетью, которая в свою очередь входит в сеть учебных заведений района, является частью областной системы образования, связанной с общенациональной системой. Каждый учитель или ученик — это только точка в семейных, религиозных, политических и прочих сетях. Сетевая деятельность в классе имеет массу связей со сложной цепью сетей, где поток информации не обязательно строго регламентирован. Не существует двух одинаковых уроков, и процесс коммуникации в классе чрезвычайно сложно описать.

### Хранение

Второй функцией коммуникации является хранение информации во времени. Классический пример — преподаватель читает учащимся лекцию, а те тщательно ее конспектируют. Информация, передаваемая с помощью звуковых волн, фиксируется в виде чернильных знаков на бумаге. Информация из энергии превращается в вещество. В этом случае способ хранения информации — это фиксация ее в каком-либо неисчезающем веществе.

Одной из причин, почему учащиеся делают заметки, является тот факт, что им известно об ограниченности возможностей человеческого мозга как системы хранения информации. Студентов регулярно контролируют и экзаменуют, и большинство из них убеждается, что существуют индивидуальные ограничения объема запоминаемой информации, продолжительности ее хранения в мозгу и точности последующего воспроизведения. Это общепринятое представление об обучении и памяти характерно для всех, кто получал образование в традиционной школьной системе. Такое убеждение глубоко укоренилось в обществе, где система образования строится на оценке способности индивидуума иметь стабильную и продолжительную память и выделении тех, кто отличается выдающейся памятью или способен упорно повторять и повторять материал до полного его запоминания. Г. Эббингаус осуществил научную проверку связи памяти и обучения. Он провел серию экспериментов на самом себе, предусматривавших длительные лабораторные исследования возможностей памяти. Он заучивал целые куски не имевшего смысла текста, через какое-то время проверял запоминание, и в результате оказалось, что со временем способность запоминать слабеет. Он также проверил результативность повторного заучивания через различные промежутки времени и продемонстрировал, что запоминание улучшается с каждым повторением.

В течение сотен лет во всем мире студенты-первокурсники на первых лекциях стараются записывать все подряд. Им не известно, запоминание чего от них потребуется, что у них будут проверять, и потому они не рискуют и стараются заучивать все. Здесь, как и в эксперименте Г. Эббингауза, слышится отголосок некритической эйдетической памяти детских лет, памяти, которую часто называют “фотографической”. С. Роуз пишет: “Многие, если не все маленькие дети, видимо, видят и запоминают эйдетически, но с возрастом эта способность теряется”. Он также размышляет о драматичности изменения природы памяти с достижением зрелого возраста, когда эйдетическая память у человека исчезает:

“Сознательно или неосознанно, но из всего многоцветья, шума и суматохи окружающей нас среды мы выбираем только определенную информацию, необходимую для запоминания. И помогают в этом отборе вырабатываемые нами блокирующие или фильтрующие механизмы, не позволяющие новой информации загромождать нашу память. Можно предположить, что для младенца вся получаемая информация имеет равное значение. Но при этом задействован и сложнейший механизм классификации, позволяющий регистрировать и выстраивать в сознании полученные сведения таким образом, что это дает возможность каждому индивидууму вырабатывать собственные критерии значимости явлений. В это время эйдетическая память, не оценивающая значимости поступающей информации, жизненно необходима, так как предоставляет широчайшие возможности для анализа входящей информации. Но, вырастая, мы учимся выбирать то, что в действительности важно”.

Так и студенты, перейдя на второй курс, начинают конспектировать общий смысл лекций, а не просто слова. Это уже их собственные комментарии и структурирование области знаний, являющейся предметом лекции.

Западное образование отрицательно относится к зазубриванию. Это по-детски, как и в случае с эйдетической памятью, — запоминать все без разбору. В современном представлении наибольшее значение для образования имеет селективная память, позволяющая выстраивать собственную схему знаний. Хотя само по себе это и не верно. Есть и коллективная память, существующая независимо от отдельной личности. В культурах, не имевших письменности, заучивание применялось для сохранения и передачи коллективной памяти племени. Искусственная память, тоже используемая в качестве коллективной, стара как сама история. В классе, до того как начнется запоминание, присутствуют учебники, тетради, видеокассеты, аудиокассеты, компакт-диски, содержащие задания и сведения, необходимые для их выполнения. Широко развивается компьютерная память. Мы наблюдаем возрастающую роль искусственной памяти как альтернативы памяти биологической. С. Роуз объясняет важность этого:

Рис.7. Типы коммуникационного хранения информации

### Обработка

Компьютер, мозг и солнечные часы — все это системы обработки информации. Обработка в коммуникационном процессе — это создание изменений в одном из узлов сети, дающих новую информацию. Это происходит при соединении передаваемой информации с хранящейся. Результатом является производство новой информации, отличающейся от и входящей, и от хранящейся, которые ее породили. Вновь произведенная информация может сохраняться и/или передаваться.

Интуитивные модели нашего мышления при взаимодействии памяти и восприятия, новой информации, передаваемой чувствами, и информации прошлого опыта подобны работе солнечных часов. Результатом этого взаимодействия является производство новой информации. К. фон Вайцзекер дал такое определение: “...информация — это то, что производит информацию”.

Солнечные часы — простейшая коммуникационно-обрабатывающая система. Они имеют оцифрованный циферблат — это запрограммированная память. Солнечный луч сталкивается с гребнем, который отбрасывает тень. Так пересечение входящей информации с хранимой создает новую информацию — часы показывают время.

В мозгу каждого человека образование новой информации происходит по своим индивидуальным законам. Человеческая память основывается на уникальном запасе опыта и индивидуальных умственных способностях. Информация, воспринимаемая индивидуумом, даже если это сообщение масс-медиа, каждый раз является неповторимой в силу изменчивости условий, в которых она воспринимается, и количества сопровождающих ее помех. Столкновение уникальной информации с уникальной памятью выражается в образовании уникального выхода информации. Люди — часть нескончаемого потока информации. Взаимодействуя с этим потоком, мы в результате внезапно изменяем его так, что вниз по течению, во времени, вещи меняются.

Рис. 8 Коммуникационная обработка информации возникает, когда передаваемая информация вступает в контакт с хранимо. Результат – новая информация – может храниться и/или передаваться.

Компьютеры могут обрабатывать уже имеющуюся и производить новую информацию. Наука стремительно продвигается к разгадке тайн Вселенной благодаря информации, выдаваемой суперкомпьютерами. Способность компьютера обрабатывать данные запрограммирована в нем человеком, он, так же как циферблат и солнечные часы, является результатом человеческой изобретательности. Но не запрограммированы ли в свою очередь люди? Что такое обучение и образование, если не программирование? Образование можно рассматривать как процесс программирования людей людьми. Но так ли будет это в будущем? Дети уже сегодня используют машины для приобретения навыков счета. Но разве тогда они уже не запрограммированы машинами?

Мы попытались описать обработку коммуникационной информации на примерах работы солнечных часов или компьютеров. Это все равно, что применить схему Шеннона к описанию оперного выступления г-жи Кири Теканава. Рассмотренное выше не объясняет адекватно сложности процесса мышления человека и способности, называемой разумностью.

Обычные системы образования основываются на характерных для человека способах передачи информации, человеческой памяти и процессах обработки информации — мыслительной деятельности в ходе обучения. Но многие, возможно, согласятся, что в будущем можно будет использовать в образовательных системах информационные технологии как вспомогательную память. И, пожалуй, не откажутся от использования несложных систем обработки информации для целей обучения, таких, например, как обучение с помощью компьютера (ОПК).

Создали ли мы уже или способны создать в ближайшем будущем искусственный разум — вот один из самых дискутируемых академических вопросов нашего времени. С одной стороны, существует группа людей, которая, как М. Мински, доказывает, что искусственные разумы будущего будут в лучшем случае держать нас в качестве домашних любимцев. С другой стороны, есть Дж. Серл, Р. Пенроуз и Дж. Эдельман, которые утверждают, что машины никогда не будут обладать разумом. Дискуссии не хватает ясного определения предмета спора, потому что разум — неуловимое свойство человеческого мозга, которое, как и сознание, мышление и память, не поддается определению и познается лишь на основе личного опыта. Даже если искусственный разум уже соперничает с человеческим или даже в чем-то превосходит его, он продолжает развиваться в направлении, кажущемся разумным людям.

### Фрактальное измерение в коммуникации

Коммуникация включает в себя все три функции — хранение, обработку и передачу информации. Представляется возможным увидеть последовательность коммуникационных процессов, напоминающих звенья цепи, в которой информация сохраняется, передается, обрабатывается, сохраняется и т. д. Записывая, мы соединяем мысль с бумагой, обработку с сохранением. Читая, мы соединяем свет с мыслью, передачу с обработкой. Фотографируя, мы соединяем свет с пленкой, передачу с сохранением. Демонстрируя фильм, мы соединяем пленку со светом, сохранение с передачей. Информация проходит различные звенья цепи с помощью преобразователей. Это такие приспособления, как микрофоны, фотоаппараты, телевизоры, видеоплейеры, позволяющие информации переходить от одной функции к другой. Даже ручка или свет, освещающий страницу, являются преобразователями, так же как и глаза, уши, нос, рот, руки и кожа. Назначение библиотеки — хранение информации. Телекоммуникационная компания призвана передавать информацию. Назначение компьютеров — обработка информации. Некоторые же коммуникационные системы могут быть предназначены для выполнения всех трех функций коммуникации. Примеры — телевизионная станция и школа.

Рис. 9 Фрактальное измерение в коммуникации. Точки a и b при ближайшем рассмотрении сами по себе оказываются сетями различных уровней.

Концепция сети основывается на сложности процесса коммуникации в целом. Термин может использоваться как для человеческих, так и для технологических коммуникационных систем.

Схема коммуникационных сетей состоит из линий, обозначающих каналы коммуникации, и точек в местах пересечения линий. Линии между точками называются связями и являются основным сетевым элементом в диаде. Это именно та связь между двумя точками, которую описывает модель Шеннона и без которой не может быть сети. Мы использовали идею сети для объяснения передачи информации между точками. Здесь рассматривается обработка информации как нечто, происходящее в точке при взаимодействии входящей и хранимой информации. Отсюда вывод — информация хранится в точке. Именно точки выполняют функции хранения, обработки и передачи. Нелишне напомнить и о том, что точки не обязательно статичны. Люди передают, хранят и обрабатывают информацию, находясь в движении. Переносной компьютер может использоваться как подвижная передающая, сохраняющая и обрабатывающая точка в такой сети, как Интернет.

Функционирование коммуникационной системы как сети позволяет ей обрести внутренние связи. Впрочем, ни одна коммуникационная система не существует изолированно. Все они имеют подсистемы и надсистемы. Сети могут быть как частями надсетей, так и иметь собственные подсети.

При рассмотрении коммуникации в таком аспекте ее природа напоминает фрактальные измерения. Фрактальная геометрия была разработана Б. Мандельбро как метод, описывающий такие структуры, как облака или деревья, не имеющие определенной формы. Если структура описывается на различных уровнях или этапах и в ней обнаруживаются одинаковые основные элементы, говорится, что она имеет фрактальное измерение. Фрактальная геометрия исследует алгоритмы, описывающие такие измерения. Наиболее яркий пример — береговая линия. Она не имеет четкой формы, потому что на любом уровне представляет собой чередование земли и воды в виде мысов и бухт. Фрактальное измерение проявляется и в коммуникации, в том, что при ближайшем рассмотрении точка сама оказывается коммуникационной сетью. И наоборот, коммуникационная сеть на другом уровне оказывается точкой в другой коммуникационной сети.

Чтобы понять это, проведем мысленный эксперимент. Представьте себе, что вы — точка в сети. В некоторый момент вы вступаете в контакт с другой такой же точкой, и потому возникает сеть — диада. Если ввести в нее еще одного человека — получится сеть — триада. Теперь представьте себя частью группы друзей, N-адной социальной сети. В данном случае мы занимаемся увеличением только размера сети, но сама сеть остается на уровне, где точки — это отдельные личности. Теперь перейдем на другой уровень и посмотрим, что же такое фрактальное измерение.

Представьте себя частью социальной сети коллектива класса. На одном уровне класс видится как помещение для людской сети, в которой каждый человек — точка. На другом уровне класс представляет собой точку в сети, состоящую из точек-классов, составляющих школу. Любое большое здание также может рассматриваться как коммуникационная сеть, в которой квартиры — это точки, а коридоры, лестницы и лифты — это связи.

Опять изменим уровень, представив себе дорогу со стоящими вдоль нее зданиями. Теперь здания — точки в уличной сети. Структура, состоящая из одной связи, с расположенными вдоль нее точками, называется автобусной сетью. Этот пример является иллюстрацией того, как дома, стоящие вдоль дороги, могут быть связаны при помощи транспорта, а также почты и телекоммуникации. Поднимемся теперь на такую высоту, откуда мы сможем увидеть внизу линии и пересечения дорог в городах и поселках, ставших теперь точками. Ночью, с высоты полета самолета, иногда можно увидеть цепочки огоньков, обозначающие города и дороги, это напоминает светящуюся схему сети. Поднимемся еще выше, на орбиту спутника, и целые города покажутся точками. На этих уровнях карты помогают рассмотреть сети, формируемые транспортными путями. Исследовательский проект японских ученых, известный под названием “Три-Т” (туризм, транспорт и телекоммуникации), занимается развитием сетей, пересекающих Тихий океан, которые обеспечили бы свободное передвижение людей, товаров и информации. В проекте придается огромное значение развитию гигантских узлов-точек, в которых пересекаются различные виды сетей. Такие города, как Сингапур, Шанхай, Гонконг и Токио/Иокогама, рассматриваются как связующие узлы морских, воздушных и телепортов, где пересекаются различные виды коммуникационных каналов, образуя суперкоммуникационные центры, называемые узлами “Три-Т”.

Обратим процесс вспять. От обзора полушария опустимся на уровень вашей страны с ее коммуникационными сетями, где каждая точка — это город. Опуститесь на уровень коммуникационной сети вашего города и остановитесь здесь.

Сначала вам покажется, что окружение, в котором вы существуете, — точка, но, всмотревшись, вы обнаружите, что это сеть. Вам представляется, что ваш дом — точка, но войдите внутрь — и он окажется сетью квартир, а в каждой квартире — сеть людей. Не останавливайтесь, представьте, что вы можете проникнуть в мозг одного из соседей, являющегося точкой социальной сети, и вы увидите миллиарды синаптических связей между нейронами, которые делают мозг сетью с количеством точек от десятков до сотен биллионов.

Изучение коммуникации косвенно предполагает существование коммуникационных сетей на различных уровнях. Персональные, межличностные, групповые, организационные, массовые и глобальные коммуникации рассматриваются как социальные уровни, внутри которых происходит человеческое общение.

Природа коммуникации различна на каждом уровне, и людям нужно переходить от уровня к уровню, чтобы удовлетворить свои коммуникационные потребности.

Образовательные системы являются коммуникационными, в то же время это сети, способные существовать на различных фрактальных уровнях.

Сети обладают функциями передачи, хранения и обработки информации, они связывают ученика, учителя, задания и теорию, являющихся как бы точками, обеспечивая таким образом процесс обучения.

Необходим детальный анализ этого положения, чтобы решить, насколько такой взгляд применим к классному образованию и может ли он служить основой для разработки сети виртуального класса в будущем.

### Какой тип коммуникационной системы необходим образованию?

Каковы основные компоненты и функции образования? На основе предыдущего анализа природы образования и коммуникации можно утверждать:

Системы организованного обучения являются сложными коммуникационными системами, способными передавать, хранить и обрабатывать информацию. Целью их функционирования является оказание такой помощи учащимся, вследствие которой из не способных к выполнению заданий они превращаются в людей, хорошо с ними справляющихся. Цель находится в зависимости от коммуникационных сетей, совмещающих четыре фактора: ученик, учитель, задание и теория. Наблюдается явление фрактального пространства, выражающееся в том, что сеть, совмещающая четыре взаимосвязанных фактора, может оказаться точкой в сети более высокого уровня. Точно так же как точка в сети может сама оказаться сетью на более низком уровне. Наличие разных уровней в коммуникационной системе образования позволяет учащимся менять их в процессе обучения.

Чтобы применить эти положения к традиционному классу и разработке новой системы обучения в будущем, необходимо вновь рассмотреть основные функции коммуникации применительно к системам образования.

##

## 1.5 Системы передачи в образовании

Любое обучение стимулируется средой. Конечно, иногда люди учатся без непосредственного влияния извне. Всем знакомы внутренние размышления, приводящие к инстинктивному знанию. Однако такой тип мышления зависит прежде всего, от полученных ранее стимулов. Само по себе понятие обучения предполагает наличие неких не знакомых учащемуся знаний или навыков, которым ему необходимо обучиться.

Пять наших чувств можно воспринимать, как пять канатов, каждый из которых имеет свой диапазон. По ним информация в форме энергии достигает центральной нервной системы человека. Именно через эти каналы осуществляется обучение. Фома Аквинский говорил: “Человеческое знание начинается с чувств”. Образование — это нечто, что передается людям через их чувства.

Непосредственным стимулом является энергия, физически раздражающая рецепторы организма. Существуют также периферийные стимулы, не связанные с телом. Тот, кто кричит, создает периферийный стимул, в то время как воздействие звуковой волны на рецепторы уха вызывает стимул непосредственный. Человек воспринимает окружающий мир исключительно при помощи непосредственных стимулов. Именно на этом основании возможно создание виртуальной реальности. Можно обмануть ощущения, выдав искусственный мир за реальный.

Из пяти человеческих чувств, необходимых для обучения, самыми важными для образования являются зрение и слух, так как большинство занятий в классе проводится в письменной или устной форме. Но для того, чтобы охватить весь спектр задач, выдвигаемых реальным миром, необходима информация, поступающая ото всех органов чувств. Нет ничего удивительного в том, что на практических занятиях, направленных на приобретение конкретных навыков, особое внимание уделяется осязанию, вкусу и обонянию, особенно в таких областях, как виноделие, кулинария и спорт. Сторонники использования мультимедийных систем в образовании, как и их предшественники — энтузиасты аудиовизуального обучения 60-х гг., утверждают, что образование должно стать менее абстрактным и использовать как можно шире образ и звук, которые реально отражают мир. Н. Постман, напротив, уверен, что снижение грамотности, наблюдаемое в США, предвещает эпоху нового варварства. Не обучаясь чтению, люди теряют способность абстрактно мыслить и вместо этого воспринимают мир более непосредственно, как животные. Это крайние точки зрения. Иногда картина заменяет тысячи слов, в других случаях слово стоит миллиона фильмов. И еще: во время обучения мы должны осязать, обонять и чувствовать вкус. Обучение может привлекать все чувства ученика, и система передачи знаний должна способствовать этому. Классное помещение удовлетворяет этому требованию.

Чтобы зафиксировать в сознании обучающий образ, мы должны видеть его четко. То же касается и слышимости при прослушивании музыки, вкуса при приготовлении пищи, осязания при касании поверхности и обоняния при определении аромата. Такое обучение нуждается в достоверной информации. Это означает, что передача большого объема информации должна осуществляться в режиме реального времени, а для этого необходим широчайший спектр средств воспроизведения. Предположим, что широта спектра измеряется количеством информации, которая может быть передана в заданное время по какому-либо каналу. В мире телекоммуникаций любые усовершенствования стоят денег. Комизм ситуации заключается в том, что классное помещение как раз и является такой средой с широким спектром возможностей, и оно может быть использовано для передачи такого количества информации, которое только способны воспринять чувства, а мы используем его в основном для вербальных форм, которым широкий спектр ни к чему.

Многоканальное обучение подразумевает использование более чем одного чувства одновременно, и обычно им является преподавание с помощью зрения и слуха. Существует расхожее мнение, что рост количества стимулов для различных чувств увеличивает эффективность обучения. Доказательств этому нет. Гораздо более вероятно, что количество воспринимаемой нами информации ограничено. Очевидно, что сосредоточение на каком-либо одном чувственном восприятии идет в ущерб другим чувствам. При обучении необходимо переключение с одних ощущений на другие, настройка их спектра.

Нет никаких существенных различий в том, передается ли информация с целью обучения или с какой-либо другой целью. Тем не менее, взаимодействие ученика с учителем имеет определенные особенности. Обучение и практика призваны постоянно изменять способности ученика в обработке информации и проверять наличие таких изменений. Посмотрите, как серьезны липа ведущих телепрограмм новостей, сколько времени и усилий было затрачено на подготовку выпуска последних известий, однако никого из них не волнует, вспомнят ли о рассказанном ими на следующий день и возымеют ли их слова какое-то действие. Отличие обучающего процесса от информации, которая оповещает, развлекает, повелевает или убеждает, в том, что учитель должен убедиться (и это едва ли не основная его цель), что хотя бы часть из заучиваемого материала запомнилась. Обучающемуся необходимо запомнить материал таким образом, чтобы приобрести способность делать то, чего он не умел до начала обучения, причем применить свои навыки он должен наиболее эффективно, особенно если готовится стать летчиком или врачом. Для этого необходим процесс проверки качества знаний учащегося и его способности использовать их при решении определенной категории задач, а это, в свою очередь, означает, что образовательный процесс должен предусматривать наличие практики. Обучающемуся необходима обратная связь, чтобы убедиться, что он приобрел навыки выполнения заданий в ходе обучения. Ему также может потребоваться помощь по корректировке или совершенствованию полученных навыков, ведущая к постепенному их закреплению. Все это требует двусторонней мультимедийной связи учителя с учеником, с помощью которой оба могут инициировать коммуникацию и укреплять взаимную обратную связь.

Простейшая сеть обучения в виде полной дуплексной диады — учитель и один ученик, причем первый должен в совершенстве владеть предметом. Ситуация, когда учитель является источником знаний, традиционна. Примером здесь может служить музыкант и его одаренный ученик.

Этот факт может приниматься во внимание, когда учитель является источником уникальных знаний. В большинстве же областей образования знание существует независимо от преподавателя. Оно наличествует отдельно, в виде какой-либо сохраняющей системы, такой, как книга, например. Для чтения текста с определенной скоростью не нужен широкий спектр средств восприятия. Но иногда знания сохраняются с помощью приспособлений, нуждающихся в сложном техническом оснащении, например в 35-миллиметровых микропленках. Вскоре у нас появятся библиотеки, оснащенные высококачественным видеооборудованием, программным обеспечением для создания виртуальной реальности.

Проблемы, составляющие суть образовательного процесса (те, которые индивидуум не в состоянии решить самостоятельно), могут существовать в качестве явлений реального мира, которые можно потрогать, понюхать и попробовать на вкус, так же как увидеть и услышать. Поэтому как таковые они также существуют независимо ни от учителя, ни от ученика, ни от суммы знаний о том, как с ними поступать. Людям свойственно болеть, получать травмы и умирать, и это область проблем медицины. Здесь предметом изучения является больной, которого врач обязан излечить, обладая соответствующими медицинскими знаниями. Врачи обучаются в школах-больницах, где пациентами являются реальные люди. Другой пример: поведение кораблей в море — область, которой занимается наука о навигации. Моряки изучают свое судно в море. Таким образом, фундаментом образования является практическое применение знаний. Если поставленная задача нереальна, она может оказаться неразрешимой, бесполезной и даже опасной. В этом случае велика вероятность того, что ученики, столкнувшись с реально существующими проблемами, не смогут применить к ним полученные навыки. Системы передачи информации в образовании должны увязывать задание и теорию с преподаванием и обучением, это очевидно. В лучшем из миров диапазон этих связей постоянно расширится и скоро станет возможным предоставление информации всем пяти чувствам.

Итак, мы пришли к заключению, что потребности передачи информации в коммуникационных системах, используемых в образовании, выходят за рамки возможностей современных средств телекоммуникации, но вполне могут быть удовлетворены в классе.

Чтобы охватить весь спектр обучения, образованию необходима система передачи, которая должна быть полностью дуплексной (двусторонней), синхронно-асинхронной, обладающей широким диапазоном воспроизведения и преобразователями, позволяющими доставлять высокоточную информацию всем органам чувств. Такая сеть должна объединять преподавание, обучение, необходимую сумму знаний и правила постановки задания. Она также должна обладать способностью регулирования диапазона воспроизведения и изменения модальности.

##

## 1.6 Системы хранения в образовании

Любая форма обучения зависит от способности хранить сумму накопленных знаний так, чтобы иметь к ним доступ в случае необходимости. Любая форма преподавания также должна обладать определенным запасом знаний по изучаемым проблемам и располагать методами их решения. В случае, когда процесс обучения происходит в классе, знания и способы выполнения заданий содержатся в учебниках. Все большее и большее количество информации сохраняется в доступных для ЭВМ форматах, таких, как CD-ROM, или в пригодных для использования в телекоммуникациях базах данных. Наблюдается тенденция развития банков тестирования и ситуативного обучения, иначе говоря, сохранение в различных формах практических задач. Образование все больше становится симбиозом биологической и искусственной памяти. Вместо приобретения всего массива знаний, необходимых для выполнения задания, учащиеся знакомятся с основными принципами и понятиями, так как они легко могут получить доступ к более детальным знаниям, хранящимся в искусственной памяти различных систем.

В образовательных системах существуют отработанный иерархический процесс, в рамках которого изученное, прежде чем оно войдет в сумму знаний, необходимых для образования, подвергается критике. Университеты совмещают исследовательские и образовательные функции, работающие там ученые пишут книги и статьи о сделанных ими открытиях и выносят их на обсуждение своих коллег. Затем эти сведения передаются студентам, которые становятся впоследствии практическими работниками в данной области, а иногда и преподавателями. Так капля по капле новые знания и информация просачиваются в систему образования. С этим совмещается процесс их совершенствования и присоединение к массиву бесспорных знаний.

Сегодня большинство сведений хранится в виде письменного текста. Еще со времен великой Александрийской библиотеки массив знаний, содержащихся в книгохранилищах, считался основным исходным материалом для процесса образования. Это не означает, что все тексты представляют собой чистое знание. Книги, на которые ссылаются в качестве источника, цитируют другие книги. Существует текстуальная сеть, в которой письменные источники, входящие в иерархию знания, связаны между собой цитатами и ссылками друг на друга и представляют собой взаимосвязанную компактную сеть, называемую бесспорными знаниями.

Новое знание может быть присоединено к пантеону апробированного в том случае, если оно будет иметь связи с традиционными идеями и догматами, существующими в той же области. Другими словами, если оно удовлетворяет нормальной или общепринятой парадигме по Куну. А что происходит со знаниями, не вписывающимися в эту схему? Нет ли опасности, что разветвленная самоусиливающаяся система заморозит знание?

Практика больше, чем образование, способствует изменению среды обучения. Результаты практических занятий имеют особый характер, видимы и измеримы. Становится все более очевидным, что скорость обучения работников новым навыкам необходимо всемерно повышать. Люди становятся безработными, потому что у них нет навыков, необходимых в данный момент на рынке труда, и выражают всевозрастающую готовность платить за их приобретение. Обучение, сопровождаемое приобретением дефицитных навыков, становится дорогостоящим. Появился целый класс высококвалифицированных специалистов в области последних достижений информационных технологий. Эти люди останавливаются в самых роскошных отелях и заламывают богачам неслыханные цены за обучение. Однако недостатком слишком быстрого внедрения нового знания является опасность появления знания непроверенного.

Подвести итог всему сказанному выше можно следующим образом:

Чтобы охватить весь спектр обучения, образованию необходимо симбиотическое соотношение биологической и искусственной памяти, которое предоставляет любым органам чувств доступ к информации о знаниях, необходимых в процессе обучения. Новое знание и новые типы задач должны вводиться в образовательную среду быстро, но только те, достоверность и надежность которых в достаточной степени гарантированы.

##

## 1.7 Системы обработки в образовании

Основой процесса образования является приобретение учащимися способности решать определенный круг задач. Это происходит, когда все четыре фактора — ученик, учитель, теория и задания — взаимодействуют. В результате ученики становятся способны выполнить задание, с которым до этого не справились бы.

Для осуществления процесса обучения необходимо наличие коммуникационной сети, где действующими точками являются преподаватели и учащиеся, выступающие также источниками знаний и заданий. Это основные функции. Уберите учащихся — и у системы не будет цели. Уберите функцию обучения — и не возникнет ЗБР, не будет уверенности, что навыки действительно получены, неоткуда будет ждать помощи в трудных ситуациях. Без наличия заданий ученикам нечего будет решать и не на чем практиковаться. Без суммы теоретических сведений, соответствующих данному классу заданий, единственным путем их решения будет интуитивное приобретение знания.

В ходе осуществления функции обработки информации в коммуникационных сетях возникает фрактальное измерение. Если анализ образовательных систем в качестве коммуникационных адекватен, можно обнаружить, что точки обработки информации в образовательных сетях сами являются системами. Это мы рассмотрим в следующей главе.

Система обработки в образовательном процессе должна обеспечивать взаимодействие теории, задания, источника и получателя знаний. Эти элементы входят в точки сетей, имеющих, видимо, фрактальное измерение. Точки в сети, где осуществляется образовательный процесс, сами могут быть сетями на другом уровне. Взаимодействие информации носит динамический характер. Способность менять уровни фрактального измерения может быть очень важной.

# 2. Компьютеры в системе образования

Обучение при помощи компьютера (ОПК) на первых порах основывалось на принципе программированного обучения, где четыре фактора обучения — учитель, ученик, знание и проблема — располагались в непосредственной близости друг от друга. Такой подход осуществляется путем расчленения процесса обучения на легко усваиваемые единицы, которые выстраиваются в определенной последовательности таким образом, что обучаемый может легко передвигаться от одной единицы к другой. Единица знания представляется ученику, затем следует постановка проблемы в форме проверочного задания. Если обучаемый дает правильные ответы на поставленные вопросы, он передвигается к следующей порции знания и следующему тесту.

Другими словами, за знанием следует постановка проблемы, и, если обучаемый способен самостоятельно справиться с ее решением, значит, ЗБР отсутствует. В то же время, если обучаемый неправильно решает задачу, это говорит о том, что ЗБР имеет место и помощь преподавателя необходима. Эта потребность удовлетворяется на уровне вспомогательного контура взаимодействия, объясняющего суть взаимозависимости знания и проблемы, либо разбивает знание и проблему на еще более мелкие единицы деления. Основой объяснения в таких программах служит метод упрощения.

Данным шаблоном пользовались при построении ранних схем ОПК, за которыми последовало множество более совершенных программ, находящихся в настоящий момент в стадии разработки. Система хорошо работает на уровне приобретения базовых навыков. Но там, где цель обучения отличается определенной степенью сложности, успех утрачивает свою очевидность. Линейные последовательности, представляющие собой благоприятную почву для программирования, не позволяют свободно синтезировать то, что необходимо преподать. Учащиеся с трудом продвигаются выше уровня пары, а это при известном усложнении предмета уже является препятствием. Переключение на различные фрактальные уровни помогает обучаемым посмотреть на взаимосвязь между проблемой и знанием под множественными углами зрения и представить ее в более многогранном выражении.

Аналогично использованию телевидения в системе образования применение компьютеров в преподавании становится вес более совершенным с технологической точки зрения. Компьютеры могут использоваться при организации обучения через исследование. Такой способ в первую очередь ставит проблему, а затем позволяет обучаемому поработать с базой данных, найти необходимые знания и только после этого решить задачу.

Вариантом данного подхода может стать представление обучаемому проблемы, для решения которой ему придется прибегнуть к использованию компьютерных функций. Игровые методы позволяют учащимся работать с компьютером в составе группы и соревноваться друг с другом на этом уровне либо на уровне отдельных учеников. Такой метод получил распространение в подготовке военных и менеджеров, так как он открывает возможности компьютерного моделирования. Модели выполняют роль ситуаций реальной жизни и позволяют обучаемому манипулировать различными вариантами решении. Обучаемый может попытаться справиться с проблемами, возникающими в моделируемой среде, посредством использования знаний, доступ к которым открывают компьютерные программы. Именно с применения компьютерной технологии для решения задач моделирования и берет свое начало технология виртуальной реальности.

К упомянутому первому этапу также относится управляемое компьютером обучение (УКО). Это не что иное, как версия ОПК на макроуровне. Существуют три базы данных. Одна содержит информацию об учащихся, другая — задания и контрольные работы (проблемы), а третья заключает в себе методы и источники информации, необходимые для решения задачи (знание). Компьютер аналогично учителю-консультанту взаимодействует с обучаемыми на основе выдачи рекомендаций по общим направлениям их работы на оси “проблема-знание”.

Знание и проблема взаимодействуют друг с другом в соответствии с иерархией преподавания, определяющей последовательность процесса обучения. По аналогии с ОПК обучаемый усваивает определенный объем знаний, на этот раз ему, возможно, поручено прочитать какой-либо текст или выполнить другие традиционные обучающие действия при участии преподавателя. Потом ученику дается задание или проверочная работа с тем, чтобы определить, способен ли он решить проблему, с которой соотносится подлежащее усвоению знание. Если ученик справляется с полученной работой, то это означает отсутствие ЗБР, и после этого он может переходить к изучению следующей единицы знания. Если же ЗБР имеется в наличии, учащемуся будет предписано выполнение альтернативной программы изучения данной темы. Результаты выполнения задания и контрольной работы (как положительные, так и отрицательные) заносятся в личный файл обучаемого. Таким образом, осуществляется контроль за усвоением темы в установленной последовательности процесса обучения. Это дает возможность составить индивидуальную характеристику обучаемого, в соответствии с которой ему будут выдаваться рекомендации по интенсивности изучения материала. То же самое относится и к консалтинговым программам в таких областях, например, как планирование перспектив служебного роста.

Как и ОПК, УКО может принимать различные формы, не сам собой напрашивается вопрос: “Почему бы не объединить две системы, чтобы обучаемому стали доступны оба фрактальных уровня?”. Такой подход имеет место, особенно в системе подготовки военных. Но в школе применение компьютеров “первой волны” для нужд образования напоминает применение компьютеров в банках. Автоматический кассир обслуживает отдельные банковские операции. Это работа на уровне ОПК. Компьютеры также используются для конфиденциального учета счетов клиентов и отслеживания денежных потоков, входящих и выходящих из банковской системы. Это уже уровень УКО. Между этими уровнями находятся люди, которые работают с человеческим материалом банковской системы и помогают устанавливать взаимосвязь между общим состоянием счетов отдельных вкладчиков и их индивидуальными потребностями. Они действуют так же, как учителя в системе образования.

Но структура банковского дела совершенствуется. В настоящее время изучается возможность применения искусственного интеллекта для выполнения некоторых расчетных операций. Так же и образование неуклонно движется в сторону “второй волны” Бл. Сендова. Он характеризует этот этап как время “массового присутствия компьютеров в общественной среде”. В недалеком будущем компьютер для обучаемого станет таким же предметом оргтехники, каким в прошлом были ручка, чернила, бумага и учебник. Сендов утверждает, что “в настоящее время основная проблема состоит не в том, как внедрить компьютеры в систему образования, а как выстроить систему образования с учетом присутствия в ней компьютеров”.

Технология почтовой службы претерпевала постепенные изменения, телевизионная технология развивалась скачками, развитие компьютерной технологии отличается высокими темпами и динамизмом. Формы и функции не остаются в состоянии покоя, необходимом для приспособления к ним системы образования. Когда учащиеся в будущем начнут работать на собственном компьютерном оборудовании, это могут быть уже не те компьютеры, интерфейс с которыми был основан на чтении и наборе. Новое поколение ПК совмещает звук и изображение с текстами и графикой, может работать с мультимедийными базами данных на компакт-дисках и подсоединяться к системам телекоммуникации. Недалек тот час, когда мы сможем разговаривать с компьютером.

Как показал пример телевидения, разнообразие средств само по себе не улучшает результат усвоения. Возможно, наиболее важным направлением является разработка проблем искусственного интеллекта для создания экспертных систем, используемых в образовательных целях, а также для интеллектуального обучения с применением компьютеров.

Компьютеры могут взять на себя функции обучения по переписке и образовательного телевидения. Основанием для этого может также послужить их способность интегрироваться в ту среду, которую сейчас называют кибернетическим пространством.

# 3. Виртуальная реальность

В последнем десятилетии XX в. по миру распространяется новая невиданная технология, которую называют “виртуальная реальность”. Такое впечатление, что именно она должна стать определяющим фактором развития в следующем тысячелетии. В настоящее время виртуальная реальность для большинства людей ассоциируется со специальным шлемом и перчаткой, которые способны погрузить надевшего их человека в фантастический мир компьютерной графики. Сравнивать нынешние представления о виртуальной реальности с тем, на что она будет способна к концу следующего века, — это все равно, что сравнивать первые примитивные эксперименты с герцевыми волнами с современными технологиями спутниковой связи. Виртуальная реальность в том виде, какой она имеет сейчас, не представляет собой серьезной альтернативы традиционной учебной аудитории как системе общения, направленной на усвоение знаний.

Такой альтернативой она может стать лишь в следующем веке, когда технология создания ВР станет настолько совершенной, что возникнет настоятельная потребность в ее внедрении. Поэтому на данном этапе мы можем только попытаться определить, что такое виртуальная реальность, и понять, какими могут быть перспективы ее будущего применения в системе просвещения. Только после этого мы сможем предположить, какие изменения в самой природе и фундаментальных основах процесса образования произойдут при использовании этой технологии в целях обучения.

Виртуальная реальность развивается в совокупности с определенным набором других технологий, каждая из которых в отдельности обладает способностью уже в следующем столетии полностью изменить картину окружающего нас мира. Та виртуальная реальность, которую мы собираемся рассмотреть, — это основанная на использовании компьютера технология, пределы развития которой не поддаются прогнозированию. В связи с этим напрашивается ряд вопросов, наиболее остро вставших в настоящее время: до какой степени и в какой форме технология компьютерной обработки информации способна генерировать искусственный интеллект (ИИ)? Будут ли созданные компьютерами виртуальные реальности населены существами, обладающими искусственным интеллектом? Смогут ли эти реальности сами стать продуктом искусственного интеллекта, который будет разрабатывать их и потом принимать решение, что с ними дальше делать? Виртуальная реальность будет привязана к проводным и беспроводным системам дальней связи. В настоящее время технология создания таких систем претерпевает коренные изменения, которые получат свое конкретное воплощение в следующем веке. Сейчас создаются информационные супермагистрали. Вскоре они вступят в строй, и это в значительной степени расширит возможности телекоммуникационных систем. В настоящее время они нашли свое применение в системах демонстрации видеофильмов по заказу, а также в обеспечении доступа к новым видам информационных услуг. В будущем они будут устанавливать связь между людьми посредством виртуальных реальностей.

Существует еще одна технология, имеющая непосредственное отношение к виртуальной реальности. Она находится в зачаточной стадии своего развития и называется “нанотехнология”. По убеждению Э. Дрекслера, суть ее состоит не только в тенденции к простой миниатюризации технических устройств. Можно будет говорить о настоящей технологической революции, когда человек станет способным создавать машины и компьютеры, а также управлять ими на молекулярном уровне. Именно в этот момент существование тотальной, реалистической среды виртуальной реальности станет действительно возможным.

Виртуальная реальность не есть нечто новое. На протяжении веков человек стремился получить доступ к ней. То, что мы будем называть создаваемой компьютером виртуальной реальностью (КВР), — это всего лишь новый способ делать то, чем люди уже занимаются на протяжении длительного времени. Познание действительности, которая кажется реальной, но на самом деле таковой не является, так же старо, как мечты, и люди пытались применять различные технологии осуществления этого процесса с тех самых пор, когда они начали рисовать на стенах пещер и употреблять действующие на сознание наркотические вещества.

Язык может вызывать в сознании образы явлений, не существующих в реальном мире, так же, как это делают волны видимого спектра, испускаемые экраном телевизора, или танцующие сполохи пламени костра. Отличие технологии ВР состоит в том, что с ее применением виртуальные реальности начинают вырабатываться компьютером, в отличие от тех виртуальных реальностей, которые создаются текстом, изображением или химическими препаратами и которые стали уже привычными для нас. Вопрос состоит в том, может ли КВР с точки зрения процесса обучения составить альтернативу тем технологиям ВР, которые представлены книгами и изображениями, используемыми в традиционной учебной аудитории.

## 2.1 Созданная компьютером виртуальная реальность

Создаваемая компьютером ВР стремится заменить непосредственные раздражители, имеющие физическую природу, непосредственными раздражителями, изначально происходящими из среды компьютерной. Так свет, отраженный от поверхности реальных предметов, подменяется световыми образами, носителями которых являются компьютерные графические изображения; звуковые волны, возникающие от колебания объектов реальной действительности, заменяются созданным компьютером звуком. Ощущения, вызываемые прикосновением к реальным объектам, имитируются сигналом раздражения кожных покровов, вырабатываемым в компьютерной среде. Раздражение, воспринимаемое рецепторами нервной системы человека, происходит от виртуальных реальностей, хранящихся в программах компьютеров, с которыми взаимодействует познающий КВР человек.

## 2.2 Внешнее и внутреннее генерирование виртуальной реальности

То, что возникает в мозгу учащегося в результате воздействия слов и образов при постановке перед ним определенной проблемы, — это и есть внутренняя виртуальная реальность. Она не существует в действительности физического мира, если такой действительностью не является работа нейронов человеческого мозга. При самостоятельном решении задачи человек получает возможность выбора из трех вариантов реальности: физическая реальность перед его взором, внутренняя виртуальная реальность и комбинация этих двух реальностей. Человек может обратиться к своему разуму и начать думать о проблеме, подчас с закрытыми глазами, чтобы надежнее абстрагироваться от реального мира. Задача может быть решена человеком на первый взгляд совершенно непроизвольно, без раздумий, в результате автоматической реакции на проблему реального мира. Если при этом спросить его, как он это сделал, человек ответит, что сделал не думая. Некоторые люди для решения задачи прибегают к смешению генерированных памятью мыслей с осмыслением реалий окружающего мира. Примером умственной работы может служить мысленная репетиция механических действий. Так, например, водолаз может в своем воображении проигрывать процесс погружения перед началом самого погружения или водитель мысленно рассчитывает маневры автомобиля перед тем, как заехать задним ходом на парковочную площадку. Выготский в своей концепции зоны ближайшего развития (ЗБР) противопоставляет то, что человек мог бы сделать в результате использования своих собственных внутренних возможностей, тому, что он может сделать с посторонней помощью. Выготский размышлял о внутренних раздражителях, происходящих от реальных людей, живущих в реальном мире. Но непосредственным раздражителем в ЗБР могло бы стать воздействие персонажей из созданной компьютером виртуальной реальности.

Насколько отличаются виртуальные реальности, созданные вне человеческого сознания, от внутренних виртуальных реальностей, которые человек создает для себя сам? Когда люди мечтают, они создают подконтрольные их разуму ирреальные образы, которые могут полностью и бесследно поглощаться сознанием либо в какой-то степени влиять на восприятие человеком окружающей действительности. Но ведь еще существуют сны, являющиеся тоже внутренней виртуальной реальностью, но созданной неосознанно и не имеющей никакой связи с реальной действительностью. В сновидениях мы погружаемся в красочный, кажущийся абсолютно подлинным, наполненный яркими ощущениями, имеющий четкие очертания мир, которого на самом деле не существует, но с которым мы можем устанавливать взаимосвязи во сне. Галлюцинации, иллюзии, бред — это всё разновидности внутренних виртуальных реальностей, в которых человек путает реальный мир с им самим созданными образами. Погруженные в такие состояния люди способны видеть и слышать и даже осязать и обонять сущности, наличие которых в качестве непосредственных раздражителей не находит подтверждения в реальной действительности. Память — это система сохранения состояний осознания действительности. Воспоминание о реальном событии означает, что нечто, когда-то произошедшее, было зафиксировано в сознании и впоследствии воспроизведено в виде виртуальной реальности. Воспоминания такого свойства получили название невымышленных виртуальных реальностей. Человек может быть глубочайшим образом уверенным в достоверности своих воспоминаний. Юридическая практика определяет меру ответственности гражданина за искаженное изложение событий, произошедших в прошлом. Положив руку на Библию, люди клянутся говорить правду, одну только правду и ничего, кроме правды. И всё же иногда память может сыграть с нами злую шутку. Можно собрать отпечатки действительной реальности в виде фотографий и видеофильмов, а затем попросить людей воссоздать с помощью этих документов представленное на них событие. И вы убедитесь, что человеческая память зачастую далека от совершенства. Разворачивается дискуссия по поводу того, может ли человек создавать полностью вымышленные виртуальные реальности и быть уверенным в том, что они не являются вымыслом. 3. Фрейд разработал концепцию угнетенной памяти, ассоциируемой с травмирующими психику событиями. Он верил, что извлечение из сознания человека этих событий может быть использовано в качестве метода лечения психических расстройств. Сознание — это явление уникальное для каждого индивидуума, но, по всей вероятности, большинство из нас живет в точке пересечения физической и виртуальной реальности, реальности, являющейся непосредственной реакцией на внешние раздражители, и реальности, являющейся отражением происходящего в нейронной структуре нашего мозга.

Животные обучаются на основании опыта, путем сохранения в клетках мозга реальных событий и их последующего вызова из памяти. Насколько можно судить, уникальность человека как живого существа состоит в том, что большая часть усвоенного им опыта складывается не из событий действительной реальности, а из событий реальности виртуальной. Процесс обучения до такой степени основан на книгах, словах и цифрах, что возникает опасение, не относятся ли наши способы решения проблем больше к виртуальной реальности, нежели к реальному миру.

Одна из закономерностей, выявленных теорией ЗБР, состоит в том, что, обращаясь за помощью в выполнении задания, обучаемые подстраивают свое собственное внутреннее видение способов его решения к видению этих способов профессионалами в области разрешения подобных задач в рамках действующей культуры. С другой стороны, что произойдет, если созданное обществом объединение профессионалов в области решения определенных проблем (скажем, экономистов) утратит связь с действительной реальностью и начнет убеждать новичков в данной области присоединиться к ним в осознании на уровне виртуальной реальности мира, который не тождественен реальному миру?

## 2.3 Генераторы виртуальной реальности

Слова, письменные или устные, а также изображение (живопись) — это те средства, с помощью которых могут создаваться виртуальные реальности. Более того, слова являются основным способом создания виртуальных реальностей в традиционной системе образования.

На живописном полотне действует все тот же механизм: отраженный свет переносит отпечатки цветов к глазу, но виртуальная реальность по сравнению со словесным образом наделена более выраженной внешней определенностью. Вы можете войти в виртуальную реальность картины, поставить себя на место действующих лиц и представить, что бы вы делали на их месте, хотя сценический образ уже нарисован за вас. Естественно, ограничения такой программы заключаются в том, что она содержит конкретную привязку ко времени и пространству. Для того чтобы продлить свое пребывание в мире, представленном художественными образами, вам придется снова воспользоваться своим собственным генератором ВР. Всегда существует область наложения и взаимодействия внутренней и внешней виртуальной реальности.

Телевидение использует цвета и звуки для передачи виртуальных реальностей, которые еще более выразительны, поскольку они наделены протяженностью во времени, звуком и копируют действительную реальность с большей степенью достоверности. Здесь не требуется такого масштабного использования индивидуального воображения зрителя. Любой может идентифицировать себя с персонажем на экране, но киногерой не обладает подлинной свободой действий: как и в книгах, здесь все происходит согласно сценарию. Сравните это с динамичной, интерактивной, полномасштабной виртуальной реальностью, которая может генерироваться игрушками, играми и музыкой.

##

## 2.4 Эволюция создаваемой компьютером виртуальной реальности

Истоки компьютерной технологии лежат в попытках представить конкретную реальность в виде чисел. Физики используют компьютеры для разработки моделей физического мира. Лингвисты используют их для количественного моделирования процессов, связанных с языком. При проведении содержательного анализа в научных разработках коммуникационных систем применяют компьютеры для сопоставления виртуальных миров средств массовой информации с реальным миром. Компьютер — это генератор виртуальной реальности, но есть одно отличие.

Самолеты, автомобили и холодильники суть продукты технологии, которые появились в результате человеческой деятельности, но не эволюции. Между современным аэробусом и первыми летательными аппаратами пролегает технологическая пропасть, но они были созданы с одной и той же целью — осуществление воздушных перевозок, только теперь появилась возможность делать это быстрее, выше, дальше и с большим количеством пассажиров на борту. Летательные аппараты так и не эволюционировали в автобусы или автомобили. А те, в свою очередь, не пошли по пути эволюции, чтобы обрести функции пишущей машинки или холодильника с тем, чтобы далее постепенно превращаться в кухонную плиту.

Компьютеры, напротив, развивались в процессе исторической эволюции, которая очень напоминает биологическую в том смысле, что ее участники обретают новые функции при прочном сохранении старых. ПК имеют цифровую клавиатуру и могут использоваться в качестве калькуляторов, что напоминает об их происхождении от устройств для производства расчетов. Они уже приняли на себя роль печатной машинки и теперь освоили функции телевизора и видеомагнитофона. В процессе такого поглощения новых функций они также впитывали связанные с этими функциями технологии. Компьютер собирает в одном месте все необходимое, предлагая выбор и открывая свободный доступ к разнообразной информации. Текстовые редакторы сейчас имеют в своем составе словари и тезаурусы. Программы проверки орфографии есть не что иное, как адаптация одной из функций словаря, с той лишь разницей, что они выявляют также и ошибки, сделанные самим автором текста, увеличивая, таким образом, словарный запас пользователя. Программный продукт Pagemaker в совокупности с новым поколением печатного оборудования полностью взял на себя функции книгопечатания. В настоящее время технология компакт-дисков позволяет компьютеру осваивать функции библиотеки.

Сейчас ПК осваивают способность преобразовывать изображения и звук, а также распознавать и синтезировать речь. Мы можем разговаривать с компьютерами, подключать к ним видеокамеры и микрофоны, сканировать изображения и переводить их в цифровой формат. После этого можно манипулировать изображением. С развитием компьютерных технологий мы приобретаем невероятно гибкое, многофункциональное средство связи, которое сейчас само начинает совершенствовать свои уникальные коммуникационные функции. ПК можно использовать для письма, живописи и выполнения логических операций. Он также способен осуществлять абсолютно новые коммуникации, такие, как мультимедийная связь и виртуальная реальность.

Одновременно с постоянным усложнением своих коммуникационных функций компьютеры продолжают эволюционировать с точки зрения эргономики. Они уменьшаются в размерах, система их распределения постоянно совершенствуется, они становятся все более доступными. Сейчас размеры ПК настолько уменьшились, что стали сравнимы с форматом книги. Какой будет следующая метаморфоза персонального компьютера? Не возьмет ли он на себя функцию очков? Если такое произойдет, то именно в этот момент он станет носителем виртуальной реальности. Она может даже стать основным режимом умолчания. Представьте себе, что вы включаете режим загрузки компьютера и тут же оказываетесь в виртуальной реальности, где можете вызвать такие функции, как текстовый редактор, редактор изображений, игры или школу. Как окна имели своим прообразом лист бумаги, лежащий на столе, так же и виртуальная реальность по умолчанию — это производная от помещения, в котором хранятся книги, где вы можете читать или диктовать письмо, отправить факс, посмотреть видео, написать картину, послушать музыку либо принять решение о перемещении в другую обстановку. В настоящее время КВР — это всего лишь экспериментальная периферийная функция компьютера. Станет ли она его основной функцией, каковыми являются видеодисплей и клавиатура в нынешней его ипостаси, или так и останется необязательным придатком, подобно современным принтерам?

Теоретически миниатюризация может происходить вплоть до молекулярного уровня. Может быть, функции ПК растворятся на фоне окружающей действительности? Вместо всезнающих, всевидящих и все слышащих очков не превратится ли он в интеллектуальную комнату, подобную пещере “Плато”, стены которой могут сами собой трансформироваться и превращаться в библиотеку, в которой можно покопаться, в книгу, которую можно почитать, в мультимедийные экраны, в галерку театра, в учебную аудиторию?

Кино и театр являются погружающими ВР-технологиями. Затемнение зала во время спектакля осуществляется, чтобы максимально исключить присутствие реальной действительности. По-видимому, создаваемая компьютером виртуальная реальность идет именно в этом направлении: свести к минимуму и, в конце концов, окончательно подменить раздражители, относящиеся к физической реальности. Это похоже на то, как если бы предыдущие технологии виртуальной реальности постепенно совмещались, становились все ближе и ближе к аппарату непосредственных чувств человека, в конечном итоге возобладали над ним и полностью подчинили себе его восприятия. В современной создаваемой компьютером ВР наиболее распространенной конфигурацией устройства является так называемый блок головного дисплея (ГД), внутри которого имеются два малоразмерных видеодисплея, расположенных прямо напротив глаз пользователя. Они предназначены для создания стереоскопического изображения и обеспечивают сектор обзора более 60 градусов, поэтому все, что человек видит в них, имеет объем и проецируется под характерным для человека углом зрения. Видимые черты реального мира, таким образом, отсекаются и подменяются образами виртуального мира. Естественно, неуправляемый ГД и низкое качество графики напоминают зрителю, что это искусственно созданная ситуация. В то же время оптическая система становится все проще и легче, и если когда-нибудь она приобретет форму очков, то люди смогут забыть, что их голову венчает сложное технологическое устройство. Развитие телевидения с высокой степенью разрешения, по всей вероятности, отразится на качестве графики и сделает изображение более правдоподобным. Существуют разработки в области сетчаточной визуализации, основанной на применении лазеров для непосредственного раздражения сетчатки глаза и сканирования изображений прямо на зрительные рецепторы нервной системы человека. В этом случае картинка будет получаться более выразительной и четкой, нежели образы реального мира, которые должны, прежде всего, пройти через хрусталик глаза и подвергнуться в нем обработке, которая имеет определенные недостатки.

Что особенно удивительно в КВР, так это способность пользователя находиться внутри виртуальной реальности и при этом смотреть по сторонам. В настоящее время эта функция системы обеспечивается при помощи ГД и системы позиционирования, которую обеспечивает информацией о положении головы пользователя специальный процессор реальности, имеющийся в компьютере. Процессор реальности сопоставляет координаты положения вашей головы с виртуальной реальностью и в соответствии с этим формирует картинку, совпадающую с расположением точки визирования ваших глаз, затем передает ее по кабелю на видеоэкраны внутри ГД. Система кибернетического реагирования на положение головы должна действовать с такой скоростью, чтобы система зрительного восприятия человека не успевала замечать отставания и пользователь воспринимал происходящие изменения как реальную действительность. Восприятие виртуальной реальности в качестве подлинного явления зависит от четкости и достоверности картинки, которые, в свою очередь, определяются объемом памяти и быстродействием компьютера.

Шаг за шагом мы вступаем в альтернативный мир КВР. Сначала мы просовываем в него голову, чтобы видеть и слышать, что там происходит. Потом мы надеваем информационную перчатку и начинаем размахивать ею внутри виртуальной реальности, как символической рукой, которая существует сама по себе и может взаимодействовать с виртуальным окружением. Эта рука может манипулировать виртуальными предметами и позволяет пользователю передвигаться внутри КВР при помощи специальных жестов. Потом мы даем руке почувствовать силу ответной реакции, и перчатка становится осязательной. Вскоре в ВР можно будет оперировать при помощи двух пар осязающих и подвижных рук и ног. Но действительно революционным скачком обещает стать информационный костюм. Тот, кто наденет его, получит возможность перенести свое тело в заманчивые миры КВР.

Представьте себе, что информационный костюм — это ваша вторая кожа, которая отключает раздражители внешнего мира и подменяет их раздражителями, созданными компьютером. То, что мы осязаем, соответствует теперь генерированным компьютером звукам и изображениям. У Б. Шермана и П. Юдкинса есть описание разработок, проводимых с целью создания такого костюма. В нем используются наполненные сжатым воздухом полости, вибрирующие под воздействием электрического тока кристаллы и наборы штырьков. Оптическое волокно, опутывающее весь информационный костюм наподобие нервных окончаний человека, соединяется в жгут, который связывает информационный костюм с ГД и компьютером. Развивающаяся миниатюризация в области компьютерной обработки данных в сочетании с технологией параллельной обработки означает, что компьютер, создающий виртуальную реальность, станет частью костюма. Э. Дрекслер в своей книге “Двигатели созидания” так описывает космический костюм, появление которого станет возможным в будущем благодаря развитию нанотехнологии:

“При соприкосновении костюма с кожей кажется, что он сделан из чего-то еще более нежного, чем самая мягкая резина. У него гладкая внутренняя поверхность. Он легко надевается, а места соединений наглухо застегиваются прикосновением пальцев. Костюм плотно облегает ваше тело, наподобие тонкой кожи, которая по направлению к плечам постепенно утолщается и в области груди становится равной толщине руки. За плечами подвешен едва заметный ранец. Голову закрывает почти невидимый шлем. Сзади на шее поверхность костюма облегает вашу кожу так равномерно и нежно, что вскоре вы перестаете это ощущать. Вы встаете и начинаете ходить, чтобы привыкнуть к костюму. Вы приподнимаетесь на цыпочках и почти не чувствуете веса костюма. Вы сгибаете и разгибаете конечности, но не ощущаете скованности, ограничения подвижности, давления. Когда вы сжимаете пальцы, то чувствуете, как они соприкасаются друг с другом. Создается ощущение, что на руке нет перчатки, только кисть слегка пополнела.

Все эти и некоторые другие свойства обеспечиваются за счет сложных процессов, происходящих во внутренних покровах костюма, имеющих почти такую же замысловатую организацию, как живая ткань. Материал перчаток толщиной в один миллиметр состоит из множества микронных слоев, созданных с помощью наномеханизмов и наноэлектроники. Участок размером с мелкую монету вмещает в себя миллиард механических нанокомпьютеров, при этом 99,9 % пространства костюма остается свободным для размещения других элементов.

В частности, это пространство используется для размещения активной структуры. Средний слой материала костюма содержит трехмерную ткань из волокна на алмазной основе, выполняющего в основном роль искусственных мышц, способных как сокращаться, так и растягиваться. Это волокно занимает существенную часть пространства костюма и делает его прочным как сталь. Привод от микроскопических электромоторов и управление посредством нанокомпьютеров придают материалу упругость и заставляют изменять форму в зависимости от необходимости. Ранее вы почувствовали, что костюм очень мягкий, — это потому, что он запрограммирован на мягкое воздействие на вашу кожу. Он снабжен системой, компенсирующей давление, оказываемое массой костюма на ваше тело, и в точности имитирующей все ваши движения, не создавая ощущения запаздывания и какого-либо противодействия. Это одна из причин, по которой вы почти не ощущаете, что на вас надет костюм.

Вам кажется, что вы берете предметы голыми руками, потому что вы ощущаете их фактуру. Это происходит благодаря сенсорам давления, покрывающим костюм снаружи, и активным структурам, выстилающим его изнутри: перчатка фиксирует очертания всего, к чему вы прикасаетесь, и детальный отпечаток прикосновения в виде шаблона давления передается на ваши кожные рецепторы. Этот процесс имеет и обратную направленность: даже самое слабое усилие, возникающее в ваших мускулах, в виде силового шаблона передается на предметы, к которым вы прикасаетесь. Таким образом, создается впечатление, что на вас нет перчаток и вы действуете голыми руками.

Костюм обладает прочностью стали и гибкостью вашего собственного тела. Система управления костюмом предусматривает различные варианты взаимодействия между вами. Например, она может передавать прикладываемые вами или воздействующие на вас усилия с коэффициентом 1:10. В таком костюме вам не страшен поединок с гориллой”.

Идеи, содержащиеся в данной главе, многим педагогам могут показаться крайне странными. Тем не менее, если мы действительно стремимся сократить разрыв между миром науки и техники и учебными аудиториями, то нам нужно принимать во внимание такие радикальные посылки, как применение космического костюма Дрекслера в качестве школьной формы будущего.

Если мы допускаем возможность технологической состоятельности костюма Дрекслера как средства независимого существования человека в космосе, основанного на передаче раздражителей с поверхности костюма, то у нас появляется прекрасное средство для погружения в виртуальную реальность, поскольку описанный костюм почти полностью исключает воздействие раздражителей из внешнего мира и силы гравитации, напоминающих нам о реальной действительности. И хотя костюм Дрекслера предназначен для того, чтобы передавать человеку, находящемуся внутри, информацию о внешнем мире, он легко может послужить в качестве средства передачи информации, поступающей через системы телекоммуникаций из любого места.

##

## 2.5 Телеприсутствие в телевиртуальной реальности

КВР может использоваться одновременно двумя и более пользователями, которые в рамках этой технологии имеют возможность общаться друг с другом посредством телекоммуникаций. На развитие КВР оказывают влияние не только успехи компьютерных и нанотехнологий, но и развитие телекоммуникационных систем. Разрабатываются телевизионные системы конференцсвязи с использованием виртуальной реальности. Прототип такой системы дает возможность пользователю, сидящему за столом перед выпуклым экраном и экипированному специальными очками и перчаткой, ощущать себя на виртуальной конференции вместе с другими участниками, с которыми он может разговаривать, обмениваться рукопожатиями и взаимодействовать. Его собеседники не присутствуют физически, так, как это было бы на обычной конференции. Они — телеприсутствующие. И так же как голос вашего телефонного собеседника есть не что иное, как модифицированная версия его реального голоса, так и телеприсутствие является компьютерным графическим представлением того, как они в действительности говорят, двигаются, жестикулируют. Это все равно, что говорить с движущейся восковой фигурой. “Декорации” телеконференции можно легко поменять, как место в театре. Для этого требуется только сделать жест рукой в перчатке. Предмет обсуждения — устав предприятия, или новый космический корабль, или модель автомобиля — помещается в пространстве между участниками таким образом, чтобы до него можно было дотянуться рукой и произвести с ним необходимые манипуляции.

Эффект, производимый виртуальной реальностью и телекоммуникациями, называется телеощущениями и объясняет принципы применения систем телекоммуникации следующим образом:

“Телевизионные системы конференц-связи, вызывающие чувство реальности, — это системы, предложенные Лабораторией по исследованию передовых телекоммуникационных технологий (ATR). Система передает изображения участников встречи, находящихся на удалении друг от друга, в конференц-зал через быстродействующие телекоммуникационные линии. Впоследствии изображения в виде трехмерной информации выводятся на экран, изменяются в соответствии с углом зрения каждого из участников и позволяют им вступать в зрительный контакт друг с другом и оперировать виртуальными предметами посредством жестов и манипуляций”.

Коллаборативные возможности телеощущения:

“Например, разработчики и заказчик могут встретиться в виртуальном зале заседаний для выработки концепции индивидуального дизайна, выбора цвета и формы будущего автомобиля, которые бы удовлетворяли заказчика. Таким образом, телеощущение ведет к индивидуализации производства”.

В настоящее время для данной цели используются экран, проектор, ГД, перчатка, персональный компьютер, специальное программное обеспечение и видеокамера.

Эта технология не должна быть дорогостоящей, поскольку она предназначена для массового потребления. Она призвана стать основой для разработки многоцелевой домашней системы ВР. Она сможет служить в качестве виртуального заменителя телефона, который позволит людям общаться на уровне телеприсутствий как вдвоем, так и в составе группы в условиях виртуальной реальности, которая может иметь целью общение, развлечение или информирование. В то же время экран может быть использован для чтения с него текста, просмотра видео или для погружения в частную виртуальную реальность. Передача по системам телекоммуникаций координат, определяющих положение головы, движения руки и пальца, а также перемещения, осуществляемые любыми виртуальными объектами, необходимыми для работы системы, разработанной ATR. требует такой ширины диапазона, которая будет возможна только с широкодиапазонными ISDN. Тем не менее, это ничто в сравнении с тем, что потребуется в будущем, когда тот тип телеощущения станет полноразмерным, наполнится подробностями виртуальной реальности, а также информацией о тактильных ощущениях и отношениях с виртуальными предметами общего назначения, которые имеют вес, фактуру и издают звуки. Ранец в будущем информационном костюме станет местом размещения телекоммуникационного приемопередатчика, который обеспечит людям возможность общения друг с другом в условиях КВР, независимо от их местонахождения. С течением времени можно ожидать, что четкость изображения и скоординированность движений объектов будут обладать такой степенью достоверности, что виртуальная встреча сможет соперничать по этим параметрам со встречей в реальном мире. Она может стать даже более контрастной и впечатляющей.

**Встреча в действительной реальности:**

Рукопожатие в процессе непосредственного общения.

**Встреча в современной КВР:**

Информационные перчатки передают периферические раздражители в компьютер. Он формирует изображение, на котором положения рук скоординированы таким образом, что кажется, будто они вступают в контакт. Это изображение передается на ГД обоих пользователей и оттуда — на рецепторы глаз. Мозг воспринимает рукопожатие как непосредственный контакт.

**Встреча в будущей телевизионной КВР:**

Периферические раздражители передаются посредством спутниковой связи. Благодаря информационным костюмам, способным имитировать передачу усилия, пользователи не только видят рукопожатие, но и чувствуют его, что создает ощущение непосредственного контакта.

# 4. Виды телекоммуникаций в образовании

## 4.1 Синхронная дальняя конференц-связь

Синхронная дальняя конференц-связь, или телеконференция, в настоящее время существует в трех формах: конференц-связь по телефонному каналу, аудиографическая конференц-связь и телевизионная конференц-связь. Любая форма телеконференции представляет собой попытку использования системы телекоммуникаций для воспроизведения определенных видов синхронного общения, происходящего в учебной аудитории. Таким образом, в идеальном варианте, даже если участники телеконференции будут находиться в разных местах, они получат возможность:

* слышать и говорить друг с другом:
* видеть человека, с которым разговаривают;
* видеть то, что написано на доске, а также писать и рисовать на ней так, чтобы все остальные могли это рассмотреть;
* видеть любые используемые аудиовизуальные материалы, такие, как видеосюжеты, слайды или мультимедийные демонстрации;
* манипулировать и взаимодействовать с любым объектом, механизмом или оборудованием, имеющим отношение к процессу обучения;
* получить копию или запись того, что изучалось в течение урока.

Все перечисленные выше функции осуществляются на базе традиционного класса при условии присутствия в нем обучаемого в установленное время. Заметьте, однако, что здесь существуют некоторые ограничения: в классе можно изучать ветки, но не целые деревья. Несмотря на то, что в лекционных аудиториях стали использоваться аудиозапись и переносные компьютеры, всё же еще очень редко учащиеся фиксируют то, что изучается в классе, в форме, отличной от рукописных заметок. Исходя из этих ограничений, можно определить пути улучшения аудиторной работы за счет внедрения телеконференции. Тем не менее, несмотря на то, что современные технические средства связи способны решить транспортную проблему, они всё же не могут обеспечить наличие полного набора средств коммуникации в учебной аудитории. Более того, приобретение каждого нового элемента для осуществления телеконференции будет означать дополнительные затраты на обучение.

##

## 4.2 Конференц-связь по телефонному каналу

Наиболее простым способом использования средств телекоммуникации на пути к виртуальному классу является организация урока на основе конференц-связи по телефонному каналу, или аудиоконференция. Идея состоит в том, чтобы преподаватели и ученики, находящиеся в двух и более разных местах, могли говорить и слышать друг друга.

Изначальное предназначение телефонных систем — осуществление связи между двумя телефонными аппаратами, обеспечивающей общение двух людей. Необходимость коммутации большего числа абонентов требует уже создания телефонного моста. Конференц-вызовы, осуществляемые на несколько аппаратов одновременно, являются стандартной услугой телефонной сети. Для их обеспечения в местах организации конференц-связи устанавливают дорогостоящие телефонные мосты, способные связать между собой пять или шесть абонентов. Эти мосты, в свою очередь, могут соединяться друг с другом, создавая управляемую пользователем и теоретически безграничную мозаику взаимосвязей.

Участники аудиоконференции пересылают по почте в свои центры те графические материалы, которые будут использоваться в ходе занятий. Таким образом, в качестве иллюстрации к какому-либо выступлению можно демонстрировать слайды или пользоваться проектором.

Пересылаемые по почте материалы могут также содержать упражнения и задания для домашней работы. Системы аудиоконференции иногда интегрируются с системами обучения по переписке, что является логическим объединением синхронного и асинхронного режимов обучения. Другим шагом интеграционного развития является объединение аудиоконференции и образовательного телевидения. За узконаправленной трансляцией программы образовательного телевидения через спутник следует аудиоконференция. Такая практика приобрела популярность в Соединенных Штатах в рамках бизнес-тренинга. Это иногда еще называют бизнес-телевидением.

Аудиоконференции являются как бы прототипом виртуального класса, в котором объект, непосредственный контакт с которым невозможен, обозначает свое присутствие исключительно посредством устного общения. Но, несмотря на то что эти системы, будучи разработанными в определенный момент времени, до сих пор функционируют и являются экономичными, обучаемые всё же стремятся к визуальному контакту.

##

## 4.3 Видеоконференция

Оправдывая свое название, этот вид конференц-связи использует видеокамеры и мониторы, установленные в каждом центре, с тем, чтобы дать учащимся возможность не только слышать, но и видеть друг друга. Обеспечивается также просмотр любых иллюстрирующих тему обсуждения материалов. Проблема состоит в том, что передача видеоизображения требует использования достаточно широкого диапазона сигнала, а обладающие такой способностью магистральные каналы не всегда имеются в наличии. Конференц-связь по телевизионному каналу, или видеоконференция, всегда была дорогостоящей системой. Телевизионная конференц-связь в большинстве случаев применяется, когда людям нужно видеть тех, с кем они общаются. В случаях, когда видеоконференция используется в целях обучения, в основном показывают учащихся и их преподавателей в процессе общения, а не материалы, иллюстрирующие то, о чем идет речь. Поскольку качество изображения низкое, то картинка нуждается в постоянных устных разъяснениях. В режиме взаимного обсуждения на телеконференции особый интерес представляет возможность наблюдения за реакцией тех, к кому обращены ваши слова. Мы уже говорили о необходимости четко продуманного составления видеоматериала и о том, что одновременное использование видео- и аудиорежимов ведет к перегрузке центров восприятия и к неспособности критически истолковывать получаемую информацию (за исключением тех случаев, когда эти режимы дополняют друг друга). Изображение говорящего человека может отвлечь слушателя от восприятия познавательного содержания его речи, поступающей по аудиоканалу. В обосновании эффективности использования видеоконференции в процессе обучения важное место занимает представление, как это было в случае с образовательным телевидением, что объяснение, подкрепленное движущейся картинкой, неважно, какого качества, все равно лучше, чем без нее.

Целью видеоконференции является представление изображения ее участников, но чем больше людей одновременно показано на экране, тем хуже видно каждого конкретного человека. Оптимальный вариант использования системы — это показ одного участника крупным планом, как если бы система использовалась в качестве видеотелефона. Для автоматического нацеливания на говорящего применяются камеры, активируемые звуком голоса. В некоторых системах используют камеры., обладающие функцией предварительного выбора положения что позволяет руководителю конференции быстро ее перенацеливать.

Однако и видеоконференция имеет присущие только ей проблемы. Для работы камер нужно хорошее освещение, а использование проектора, наоборот, требует затемнения. Участники конференции не готовятся специально для выступлений по телевидению. При ведении дискуссии их взгляд направлен на изображение того человека, к кому они обращаются, а не в объектив видеокамеры. В результате на экране выступающий выглядит смотрящим в сторону, соответственно, его телеприсутствие не имеет зрительного контакта с тем, к кому он обращается, вследствие чего его речь становится менее убедительной. Несмотря на то, что большинство систем видеоконференции оснащено дополнительной видеокамерой для демонстрации графического и другого вспомогательного материала, она чаще всего используется для показа текста. В редких случаях на видеоконференции демонстрируются движущиеся объекты в качестве учебного материала: здесь наиболее очевидной становится необходимость участия в съемках специально подготовленного оператора. Центры видеоконференции обычно не имеют в своем штате сотрудников с профессиональными навыками производства видеофильмов. Видеоконференция находится на таком же уровне развития, как телевидение 50 лет назад. Это тоже прототип виртуального класса, в котором телеприсутствие облечено в визуальную форму, но его пока плохо видно.

Решение проблем видеоконференции может содержаться в разработке настольного видео. Имеется в виду, что настольный компьютер наделен функциями системы видеоконференции. Любой человек может включиться в работу видеоконференции из своего дома или офиса и при этом получить возможность слышать, видеть и писать другим участникам этого процесса. Также можно послать или продемонстрировать файлы, содержащие заранее подготовленную мультимедийную информацию. При этом синхронный и асинхронный режимы смешиваются почти так же легко, как в традиционной учебной аудитории. Включение в эту систему телеприсутствия может стать таким же обыденным делом, как звонок по телефону. Такая технология еще более приближает перспективу создания виртуального класса, поскольку она дает возможность небольшим группам и отдельным людям вступать в контакт друг с другом в форме телеприсутствия.

## 4.5 Аудиографическая конференция

В центрах аудиографической конференции используются две телефонные линии: одна — для передачи звука, вторая — для графики, или, точнее, для передачи данных с одного компьютера на другой. Данные появляются на их экранах в виде текста или графики. Другими словами, аудиографическая конференция — это аудиоконференция, дополненная компьютерной связью, обеспечивающей наличие виртуальной классной доски.

Каждый аудиографический центр не только оснащен средствами, позволяющими вести переговоры с любым другим центром, но также имеет видеомонитор, подключенный к персональному компьютеру, служащий как бы общей доской в том смысле, что каждый центр может выводить на него свою информацию и видеть то, что на него вывели другие. Представлять можно текстовые сообщения с графическими приложениями, а также схемы и рисунки. Электронная ручка позволяет писать непосредственно на экране видеодисплея. При использовании оптического сканера появляется возможность представления при помощи компьютера и имеющихся печатных документов. Можно также использовать видеокамеру для записи отдельных видеокадров, которые впоследствии могут демонстрироваться в качестве неподвижных изображений.

Включение в состав оборудования центра CD-ROM позволяет в ходе конференции ее участникам обращаться к поистине энциклопедическим объемам информации.

В аудиографических центрах, где занимаются 10 и более человек, требуется установка больших видеомониторов. В тех центрах, где количество обучаемых превышает 20 человек, также устанавливают электронные доски, на которые проецируется изображение с экрана видеомонитора. Причем, надавливая на доску, можно писать на ней, подобно тому, как это делается с помощью электронной ручки на экране видеодисплея. Несмотря на то, что эти системы отягощены наличием определенного количества сопутствующих малоразмерных элементов, они зарекомендовали себя как удивительно эффективные и перспективные средства коммуникации.

Там, где видеоконференции апеллируют к эффективным аспектам телеобучения, аудиографические конференции уделяют основное внимание познавательной стороне вопроса. Это обеспечивает такие присущие виртуальному классу свойства, как возможность вести переговоры друг с другом, а также совместно пользоваться классной доской. Но все-таки между телеприсутствующими нет прямого визуального контакта.

##

## 4.6 Асинхронные телеуслуги для телеобучения

Факсимильная связь является дополнением системы ОТВ, используемым не только для обучения как такового, но и для управления им. Факс — это очень удобный способ постраничной рассылки текстов, расписаний, брошюр, заданий, лекций и других печатных материалов. Тем не менее, передача по факсу больших объемов текста вызывает определенные трудности, а в случаях, когда необходимо связаться с зарубежными абонентами, это превращается еще и в очень дорогое удовольствие.

До тех пор пока с помощью факса нельзя будет быстро и недорого отправлять обширные текстовые материалы, лучшим способом для осуществления этой операции останутся почта и курьерская служба. Сюда же можно отнести и электронную почту, являющуюся наиболее мощным средством телеобучения в середине 90-х гг.

Для доступа к сети, обслуживающей электронную почту, Пользователю необходим компьютер с факс-модемом. Это устройство обеспечивает соединение вашего ПК с системой телефонной связи. Как системы телефонии работают на принципе Превращения звуковых волн в электронные сигналы, так и модем преобразует электронные сигналы, поступающие из компьютера таким образом, чтобы они могли передаваться по линиям телефонной сети. Компьютеры могут, как бы разговаривать друг с другом по телефону. Для работы с такой системой пользователю понадобится пароль и некоторое программное обеспечение. Каждый, обладающий этими средствами, может войти в систему и использовать ее. В процессе работы с электронной почтой пользователь выполняет такие операции, как отправление своего сообщения, считывание сообщения, отправленного в его адрес, распечатка сообщения или запись его в файл, ответ на сообщение или отправка его кому-либо еще по цепочке. Если все участники системы телеобучения обладают компьютерами и имеют доступ к услугам электронной почты, то они могут использовать ее для передачи информации классу в целом, отдельным ученикам или группам учеников, для рассылки контрольных упражнений, экзаменационных вопросов и заданий. Учащиеся могут выполнять работу на компьютере с использованием текстового редактора, отправлять преподавателю для проверки и получать обратно проверенный материал.

Может быть задействована система “электронная доска объявлений” (ЭДО), которая обеспечит временное размещение информации таким образом, чтобы все заинтересованные пользователи смогли ознакомиться с ней или написать свои сообщения. Компьютерная конференция — это разновидность ЭДО, которая ограничивает взаимное общение людей рамками определенного круга интересов. И следовательно, она может служить средством асинхронного общения внутри класса по какому-либо предмету. А. Ромижовски с 1989 г. вел выпускные курсы в этой системе, позволившей установить взаимосвязь между обучаемыми из различных частей света. На основании накопленного опыта Ромижовски утверждает, что задание, в проработке и обсуждении которого принимал участие весь класс, будет выполнено и осмыслено учащимися гораздо лучше и полнее, чем если бы каждый из них работал над темой индивидуально.

Другой важной областью совершенствования телеобразования является непосредственное представление услуг баз данных. Это не что иное, как определенный набор информации, доступ к которой возможен через специально организованные сети. Информация может иметь отношение к последним событиям в мире, фондовым рынкам, ценам на сельскохозяйственную продукцию, предлагаемым колледжами курсам обучения и т.д. Что в этой системе действительно ценно для телеобучения это приобретение возможности доступа в различные библиотеки. В настоящий момент такой способ делает доступными каталоги многих книгохранилищ, но в большинстве случаев бывает невозможно перегрузить текст выбранных книг в свой компьютер. Когда такая возможность появится, виртуальный класс обретет свою виртуальную библиотеку.

### Формирование шаблона

Три вышеописанные формы проведения телеконференции могут пересекаться и взаимодействовать друг с другом.

Аудиоконференция оказывает существенную помощь при обучении по переписке, видеоконференция взаимосвязана с ОТВ, а аудиографическая конференция — с использованием компьютеров в системе образования. По мере все более тесного сближения трех форм проведения телеконференции они интегрируют в себе весь накопленный ранее опыт применения телекоммуникационных технологий в процессе обучения. Следует отметить, что аудио- и видеоконференции также имеют взаимосвязь с мультимедийной компьютерной техникой.

Термин “мультимедиа” изначально использовался для определения сочетаний различных типов отображения информации, таких, как звук, слайды, различные виды изображений и компьютерное видео, в рамках одной программы. Под термином “мультимедиа” подразумевалось “интегрирование каждого канала и формата канала в структурированной систематической презентации”. В настоящее время этот термин употребляется для определения компьютерной интеграции различных каналов информации. Это означает, что различные средства записи переводятся в цифровой формат для использования в компьютерной среде.

Аудиографическая конференция является примером мультимедийности в изначальном значении этого слова, поскольку объединяет в себе два средства предоставления информации — телефон и компьютерную графику. Она сохраняет свою мультимедийность и в современном значении, так как компьютерная графика может быть получена с видеокамеры, оптического сканера или самого компьютера. Таким образом, экран компьютера стал системой воспроизведения звука и движущегося изображения, а также текста и графики, составляющих основу явления мультимедийности. Компьютер превратился в поглощающую среду, как телевизор. Видео, воспроизведенное через компьютер, — это уже не видео, равно как и кинолента, показанная по телевизору, — это уже не лента в оригинальном значении этого слова. Видео, выводимое на экран компьютера, переведено в цифровой формат, а это означает, что его можно отредактировать так, как этого желает пользователь. Его можно поместить в окно, размер, форма и расположение которого поддаются изменению. Для обработки поглощенного носителя информации могут применяться все средства используемого набора прикладных программ.

Компьютерные мультимедийные системы, которые включают в себя видео, должны обладать обширной памятью для хранения информации. Это требование было выполнено благодаря развитию технологии создания носителей на компактных лазерных дисках — CD-ROM. Этот мультимедийный носитель располагает таким объемом памяти, который сопоставим с содержанием нескольких энциклопедий, вместе взятых. На нем можно сохранить звук, изображение и текст в цифровом формате, он позволяет получить доступ к отдельному элементу информации за считанные секунды.

Телевидение, как и книга, отображает информацию в линейной последовательности. Эта последовательность устанавливается составителями программ. Мультимедийные компьютерные системы предназначены для вывода информации в такой последовательности, какую пожелает пользователь. С точки зрения образования можно сказать, что если ОТВ управлялось преподавателем, то мультимедийные системы управляются учеником. Для того чтобы дать пользователю возможность свободно ориентироваться в имеющейся в его распоряжении информации, хранящейся в мультимедийной системе, разработана технология преобразования данных, которая раньше называлась “гипертекст”. Теперь ее называют “гипермедиа”, учитывая тот факт, что информация может существовать в полном наборе различных форматов.

Мультимедийные системы могут объединяться в сети. World Wide Web — паутина, опутывающая весь мир — — это широкомасштабная гипермедийная сеть, содержащая картинки, движущиеся изображения и аудиоклипы. Тем не менее существуют определенные проблемы в ориентировании фрагментов информации в пространстве распределённых гиперносителей. Пользователи теряются в гиперпространстве. Для решения этой проблемы в Технологическом университете города Грац (Австрия) разрабатывается распределенная гипермедийная система, получившая название “Гипер-Джи” (Hyper-G). Эта система включает в себя набор различных средств, помогающих пользователю правильно определять свое местоположение в информационных джунглях. Одно из таких Средств — “локальная карта”, показывающая области, прилегающие к определенному элементу информации. Другим средством является “информационный ландшафт”: пользователь как бы летает над ним в поисках выступающих над поверхностью ориентиров.

Важнейшим достижением, возможно, является разработка функции “диапазон по требованию”. Это означает, что теперь можно будет корректировать ширину диапазона таким образом, чтобы в ходе телеконференции можно было использовать звук, видео, компьютерную графику или текст в том виде, в каком они лучше всего отвечают педагогическим требованиям телеурока. Таким образом, появляется возможность платить только за используемую ширину диапазона, а не за максимально доступную, как это происходит в настоящее время. Такой подход будет способствовать рациональному, бережному отношению к выбору носителей информации. Видеоизображение будет использоваться только в случае необходимости, а не потому, что оно имеется в наличии. Мультимедийные системы на Компьютерах обеспечивают возможность манипулировать видеоизображением, изменяя картинки и скорость кадров при передаче.

Когда различные аспекты телеобучения рассматриваются как единое целое, они обретают все элементы, составляющие стройную образовательную систему. Не это ли формирующиеся контуры всеобъемлющей, основанной на использовании коммуникационных технологий альтернативы существующей схемы аудиторного обучения, замкнутой на транспортную инфраструктуру? Обладает ли она способностью увязывать четыре основные составляющие обучения на различных уровнях и обеспечивать необходимое для образовательного процесса переключение на различные фрактальные уровни?

##

## 4.7 Модель многоуровневой системы телеобучения

Итак, мы пришли к выводу, что процесс обучения подразумевает существование фрактального измерения. Обучаемые должны уметь переключаться с режима самообучения на усвоение того, что могут им сообщить другие люди. В соответствии с теорией Л.С. Выготского, человек кроме способности к самообучению располагает также возможностью впитывать знания, преподносимые ему другими. Этот процесс может происходить на уровне малых и больших семейных групп, в масштабе страны, с учетом исповедуемой религии и национальной культуры. Тем не менее, на каждом уровне обучения должна существовать сеть передачи информации, в рамках которой осуществляется взаимодействие учителя, ученика, знания и проблемы.

Мы рассмотрели, как это происходит в системе образования, основанной на использовании учебных аудиторий, а также установили, что учащийся может работать самостоятельно: обратиться за помощью к преподавателю или однокласснику, либо обучаться в составе класса, школы или общегосударственной образовательной системы. Тем не менее, для того чтобы в классе сложилась ситуация общения по поводу обучения, необходимо обеспечить на этом уровне соединение воедино всех четырех составляющих процесса усвоения, что достигается только при использовании транспортной инфраструктуры. В настоящий момент предметом нашего рассмотрения станут способы создания многоуровневой системы обучения в условиях. когда четыре основных фактора образовательного процесса объединяются при помощи систем телекоммуникации. Есть мнение, что в телеобучении формируются четыре основных уровня, между которыми обучаемые могут осуществлять переключения с такой же легкостью, как при переходе с одного фрактального уровня на другой в традиционной системе учебной аудитории. Такими уровнями являются:

* отдельный обучаемый со своим ПК и модемом;
* небольшая групповая сеть учащихся;
* сеть курса;
* виртуальные учебные заведения.

Именно первые три уровня принимают участие в формировании виртуального класса. Четвертый уровень можно, скорее, отнести к разряду виртуальных детских садов, школ, колледжей, университетов и, наконец, виртуальных систем образования. Уровень виртуального учебного заведения, так же как и обычного учебного заведения, отвечает за управление и поддержку систем телеобучения, моделирование и разработку образовательных курсов, обеспечивает телеконсалтинг, телерегистрацию и доступ к телебиблиотеке. На основании приведенных выше положений мы попытаемся рассмотреть вначале три уровня виртуального класса, а затем уровень функционирования виртуальной школы.

### Уровень 1: Конкретный обучаемый и его ПК

Бурное развитие информационных технологий стремительно приближает нас к тому моменту, когда все обучаемые начнут пользоваться собственными компьютерами. Компьютер придет на смену пеналам, ручкам, тетрадям, сборникам упражнений и учебникам. Так и должно быть, если наша цель — подготовить учащегося к жизни в реальном мире. Персональный компьютер нового поколения, появление которого ожидается в недалеком будущем, будет мультимедийным устройством, которое сможет вооружить обучаемого средствами видео- и аудионосителей, а также обеспечит возможность подключения к системам телекоммуникаций.

В следующей главе мы проанализируем, как подобные устройства на определенном этапе будут наделяться способностью генерировать виртуальную реальность. Но в данном случае предметом нашего рассмотрения является компьютер, появление которого на рынке пришлось на середину 90-х гг. Хотя в настоящее время подобные устройства весьма дороги, мы думаем, что к тому времени, когда они станут жизненно необходимыми каждому обучаемому, цены на них будут приемлемыми.

Термин “самообучение” в настоящее время ассоциируется с учеником, который, склонившись над партой или столом, в поте лица работает над выполнением домашнего задания, записанного в тетради или на клочке бумаги (проблема). Обычно в этой схеме также отводится место для некоторого количества учебников (знание). В данном случае ученик выступает как в роли преподавателя, так и в роли обучаемого. Новый образ учащегося, работающего самостоятельно, — это человек за персональным компьютером. Задание может быть получено по электронной почте. Основные учебные материалы курса хранятся на диске. Книги еще долго останутся нашими спутниками, поэтому учащийся будет продолжать пользоваться услугами библиотеки. И всё же в среде обучающихся будет превалировать тенденция к использованию баз данных. В отличие от обычного ученика, телеобучаемый будет иметь возможность выхода на знания, записанные в видео- или аудиоформате, а также вызова интерактивных обучающих программ. Это будет интеллектуальное, мультимедийное, основанное на использовании компьютера обучение. Возможно, компьютер будет играть роль преподавателя, а также служить источником знания и постановки проблемы. Такой тип основанного на компьютерах обучения напоминает “внутреннюю речь” по Выготскому, в том смысле, что так же является как бы непрерывным эхом учительского наставления.

ПК становится все более компактным, так что обучаемый сможет работать на нем в любое удобное время и в любом месте. Телеобучаемому не нужно будет искать способ подключения к системе телекоммуникаций. Для этого будет использоваться сотовая связь или любая находящаяся поблизости телефонная розетка. ПК будет автоматически вызывать виртуальную сеть обучения и затем проводить операцию самоидентификации. Как только система опознает его, она начнет общаться с компьютером в соответствии с данными конкретного зарегистрированного обучаемого. В результате на дисплее появится меню, из которого ученик сможет выбрать по перечню различных услуг, предоставляемых виртуальной школой или колледжем, то, что ему в данный момент необходимо. Например, обучаемый может захотеть просмотреть библиотеку, получить консультацию, взять задание, попросить отсрочку или дополнительную работу либо отправить звуковое сообщение преподавателю.

Всё это асинхронные действия, предоставляющие обучаемому возможность не зависеть от времени и пространства. Электронные библиотеки и компьютерные консультационные службы работают круглосуточно. Неважно, где находится учащийся — дома, на работе, едет в другой город, ложится в больницу или живет на маяке, — в любом случае у него имеется возможность “ходить в школу”. Другими словами, ученик может использовать компьютер (с модемом) для индивидуальных занятий либо для обучения в составе виртуального класса. Компьютер облегчает усвоение независимо от наличия или отсутствия ЗБР.

### Уровень 2: Сети небольших групповых телецентров

Небольшие группы обучаемых могут формироваться на основе использования систем телекоммуникаций. Но всё же существует стабильно развивающаяся тенденция к тому, что предпочтительнее собирать компактные группы учащихся в центрах телеобучения, имеющих технические средства для занятий в системе телеконференции на уровне больших курсовых учебных сетей. По всей вероятности, количество членов такой группы будет меньше, чем число учащихся в обычном классе. Некоторые технические особенности используемой аппаратуры способствуют скорее формированию малых групп, чем больших. Пять или шесть человек могут чувствовать себя вполне комфортно, расположившись вокруг настольного персонального компьютера в офисе или даже дома. В этом случае не требуется заранее готовить помещение, а компьютер и комната во внеучебное время могут использоваться для других целей. Для больших групп потребуется большой экран видеодисплея или электронная доска с проектором. А это, в свою очередь, означает возникновение проблемы освещения, звукоизоляции и вентиляции, поэтому придется выделять под эти цели специальное помещение, что создаст необходимость обеспечения охраны и обслуживания. То есть чем больше людей одновременно собирается в телевизионном центре телеконференции, тем больше возникает организационных проблем и тем дороже становится процесс обучения.

Занятия в составе небольшой группы учащихся дают возможность использовать самые разнообразные средства для изучения конкретного предмета. В группе всегда найдется человек, обладающий некоторыми знаниями по изучаемому вопросу, а также кто-нибудь, кто может выступить в роли учителя относительно данной темы. Социальная динамика маленьких групп является привлекательной для многих людей, и всё же по сравнению с обычным классом такие группы недостаточно способствуют процессу усвоения.

### Уровень 3: Курсовая сеть

Моделью, которая, по нашему мнению, нормально функционирует в системе телеобучения, является организация сети учебного курса, состоящего из нескольких телецентров.

Телеобучение, по всей вероятности, способствует общению в рамках группы, поэтому некоторые разрабатываемые методики предполагают произвольное переключение фрактальных уровней в процессе группового взаимодействия. Например, обычной практикой в процессе телеобучения является постановка перед каждым из телецентров задачи, которая требует выхода группы на несколько минут из режима телеконференции. В этот момент фрактальный уровень переключается с большой курсовой сети на сеть небольшой группы по месту расположения отдельного центра телеконференции. Но и на этом уровне за каждым обучаемым сохраняется право взять на себя какую-то часть решений задачи. В этом случае фрактальный уровень переключается уже на сеть индивидуума. После выполнения индивидуальной задачи каждым из учащихся они снова собираются вместе, чтобы синтезировать общее решение поставленной проблемы в целом, переходя, таким образом, опять на групповой уровень. Телеконференция снова вступает во взаимодействие со всеми центрами, вышедшими на связь по окончании индивидуальной работы, что означает повторное переключение на уровень курсовой сети. Каждый центр в отдельности вызывается для отчета о проделанной работе. Для этого, например, каждая группа должна написать на виртуальной общей доске свой вариант ответа, сделав соответствующую пометку для идентификации автора сообщения. В дальнейшем представленная информация оценивается, защищается и модифицируется при участии других центров. По мере того как каждый центр вписывает свой вариант решения, на виртуальной доске выстраивается последовательность пунктов, отражающих идеи каждого участника сети. В последующем каждому центру не составит труда создать для себя копию информации, содержащейся на доске. Телеконференция способствует развитию децентрализованного, направленного на учащегося демократического подхода к обучению, в отличие от традиционного иерархического подхода, все еще господствующего в обычном классе. Если при проведении аудиторного занятия учитель не может овладеть вниманием учеников, его беспокойство нарастает, по мере того как отдельные учащиеся начинают переговариваться друг с другом. В действительности они просто переключаются на другие фрактальные уровни. И, тем не менее это расценивается как нарушение дисциплины. Учитель пытается привлечь внимание всех учеников в классе одновременно и во что бы то ни стало старается удержать их на этом фрактальном уровне. В телеклассе преподаватель может даже и не подозревать, что отдельные группы переключились на другой фрактальный уровень и беседуют между собой. Для обычного учителя было бы настоящим потрясением, заехав в небольшой групповой центр, увидеть, как учащиеся разливаютчай и по ходу теледискуссии критикуют выступающих, которые кажутся им глупыми, неинтересными или говорящими не по теме.

В обычном классе преподаватель начинает изучение новой "темы со всем классом одновременно и в конце занятия дает задание, для того чтобы убедиться, насколько ученики усвоили содержание урока. В телеобучении действует другая модель: ознакомление с материалом урока по большей части происходит асинхронно, до начала телеконференции. Таким образом, ученики получают возможность разобраться в предмете и попробовать выполнить задания до того, как они придут в телекласс, который используется для того, чтобы подвести итог и суммировать полученные знания, а не инициировать изучение темы. Иными словами, телеобучение имеет тенденцию делать то же, что происходит в обычном классе, только наоборот.

Постепенно исчезают количественные ограничения числа центров телеконференции, которые могут объединяться в рамках одного телекурса. В то же время основой телеобучения является взаимодействие, но если в часовой конференции участвуют 30 человек, то время, выделяемое каждому из них для выступления, составляет всего-навсего 2 минуты. Эту проблему можно решить следующим образом. Если распределить эти 30 человек на 6 небольших телецентров и позволить им время от времени работать самостоятельно, то они получат возможность общения в рамках своей группы, а взаимодействие на уровне курса могут осуществлять в это время представители каждой из этих 6 групп. Другими словами, телецентры переключатся с индивидуального уровня на уровень сети телекласса.

Теоретически можно предположить возможность того, что группа центров телеконференции выбирает один из них в качестве представителя для более широкого обсуждения темы на уровне сети, объединяющей несколько курсов, или на международном уровне. В этом случае группы телецентров становятся узлами в обширных курсовых сетях. П. Россман в своей книге “Формирование всемирного электронного университета” описывает несколько вариантов создания такого университета. Он пишет о телевизионных классах, где известные деятели науки и культуры будут рассказывать о достижениях в конкретных отраслях знаний, а за этим последует двустороннее аудиообсуждение, в котором могут принять участие все подключившиеся к сети обучаемые. Далее он рассматривает концепцию виртуального класса, которую разработали М. Турофф и Р. Хилтц, основанную на компьютерных системах связи. Россман пишет и о третьем варианте телекласса, в котором сочетаются “лучите черты виртуального класса, организованного на основе компьютерных сетей, и интерактивного телевидения, использующего как компьютерные сети, так и собственно телевидение”. Он называет это всемирной лекционной аудиторией. Россман также отмечает возникновение “ситуационных классов”, которые оснащены аппаратурой, программным обеспечением и информацией, необходимыми для широкомасштабного электронного обучения.

### Уровень 4: Виртуальное учебное заведение

Уровни виртуального класса работают синхронно, но взаимодействие между учащимся и виртуальным учебным заведением носит в основном асинхронный характер. Обучающийся является узлом по отношению к сети виртуальных учебных заведений. Само учебное заведение также можно представить в виде сети, состоящей из телеадминистрации, служб телеподдержки, телебиблиотеки и академических отделов. Каждое из этих подразделений, в свою очередь, располагает своей системой фрактальных уровней. Например, телебиблиотека может быть представлена в виде сети собраний сочинений, а те, в свою очередь, в виде сети отдельных томов, том — в виде сети глав, глава — в виде сети параграфов и т.д. Учащийся в своем стремлении получить определенную порцию знания переключается с одного уровня библиотеки на другой.

В настоящий момент для телеобучаемого существует возможность поиска информации и знания, в основном на уровне библиотечного каталога, используемого для поиска заглавии книг и статей. Становится возможным перегрузить статьи и компьютер учащегося. Тем не менее время, когда обучаемым сможет пользоваться всеми фрактальными уровнями телебиблиотеки так же, как он сейчас пользуется обычной библиотекой, еще не настало. Естественно, доступ к виртуальному учебному заведению открыт для всех желающих. Студент сможет ознакомиться с содержанием индивидуальной курсовой программы, абитуриент — получить доступ к службе телеадминистрации для изучения каталога предлагаемых курсов и получить любую информацию по интересующему его вопросу, вплоть до списка индивидуальных требований к поступающему. Всеобъемлющая многоуровневая система телеобучения, представленная в виде виртуальной школы, университета, колледжа и т. п., будет таким образом, существовать на синхронном и асинхронном уровнях. Асинхронный уровень будет в основном отвечать за обеспечение доступа к комплексной системе интегрированных баз данных. Это уровень оси “проблема—знание”. Поскольку работа в такой системе не зависит от времени и пространства, то появляется возможность создания глобальной системы баз данных на уровне виртуальных учебных заведений. Более того, инвестиции в накапливание знания и материалов для курсов обучения обеспечат привлечение больших количеств обучаемых.

Синхронный уровень — это уровень оси “учитель—ученик”. Этот уровень развивается вместе с технологией телеконференции, позволяющей преподавателям и учащимся находить те фрактальные уровни, на которых работа с различными аспектами оси “проблема—знание” представляется наиболее эффективной. Динамические возможности малой группы получают на этом уровне новое применение в процессе обучения. И интересно, что, хотя отдельные обучаемые также могут принимать участие в телеклассе, всё же популярностью пользуются собрания небольших групп людей в центрах телеконференции с целью последующего участия в телеклассе в качестве группы. Может быть, причиной служит экономия, которой удается достичь при совместном использовании компьютерного модема и линий связи, но эти встречи также удовлетворяют и социальные потребности образования. Будет обидно, если и обучение, и преподавание станут в реальной действительности чисто индивидуальным занятием.

Как бы обучение по переписке, образовательное телевидение и компьютерное обучение ни компенсировали, ни пополняли и дополняли традиционные методы просвещения, основанные на общении в классе, всё же формируется новый подход к образованию, воплощенный в виде телеобучения. Он предоставляет учащемуся новые возможности, расширяет набор доступных для обучаемого фрактальных уровней, создает новые социальные модели обучения с помощью других людей. Это не есть совершенствование педагогической теории, по, скорее, процесс самоорганизации системы обучения, происходящий в условиях новой технологической среды.

##

## 4.8 Киберпространство

В 1986 г. У. Гибсон написал книгу “Нейромансер” (нейрофантазер — Пер.) — историю в стиле научной фантастики, герой которой включается в глобальную компьютерную сеть сетей связи, называемую киберпространством. Идея создания этого виртуального телемира захватила в свое время воображение миллионов людей по всему свету. Теперь эти фантазеры пользуются услугами сети Интернет. Интернет — это уже реальная суперсеть, стремительно растущая и в некоторых аспектах принимающая вид гибсоновского киберпространства. Приверженцы Интернета считают его изменчивой формой такого пространства, в котором сами они являются кибернавтами, исследующими новый мир. Некоторые разработки в области распределенных мультимедийных систем, в частности информационный ландшафт “Гипер-Джи”, представляющий собой графическое выражение данных и позволяющий пользователю “летать” над ним в поисках выступающих над “местностью” информационных конструкций, по-видимому, приближаются к идее Гибсона о киберпространстве как о мире информации в мультимедийной среде.

Интернет растет так быстро, что никто не знает его размеров. В настоящее время люди связываются между собой через Интернет, используя перевод файлов при помощи электронной почты, доски объявлений и компьютерную конференц-связь. Они получают доступ к огромным хранилищам информации и входят в протовиртуальную реальность, называемую MUD (Multi-user Dungeons — погреба для множества пользователей), MOO (MUD Object-oriented — MUD, ориентированный на объект), MUSE (Multi-user Simultaneous Environments — одновременные среды для многих пользователей), MUA (Multi-user Adventures — приключения для многих пользователей — Пер.).

# 5. Информационные технологии как средство повышения эффективности инженерной подготовки в образовании

Применение информационных технологий в жизни современного человека весьма разнообразно и во многом затрагивает устоявшиеся основы его существования. К примерам применения средств информационных технологий в бытовой сфере следует отнести:

* автоматическую телефонную связь, включая мобильные телефоны;
* автоматические многофункциональные бытовые машины и приборы с дистанционным управлением, в том числе и с управлением по компьютерным сетям;
* компьютерное медицинское диагностирование, лечение и врачебное наблюдение, включая дистанционные способы выполнения перечисленных врачебных действий;
* дистанционные системы охраны жилищ и мониторинга автоматизированных средств поддержки комфортных условий жизни;
* компьютерные средства обучения и тренажеры;
* интерактивное цифровое телевидение;
* автомобильная навигация на базе компьютерной техники, средств космической связи и геоинформационных систем;
* обмен личной и деловой информацией по компьютерным сетям (электронная почта, видеоконференции, заказ проездных билетов, резервирование мест в гостиницах, коммунальные платежи, биржевые и банковские операции, покупки товаров);
* безналичные расчеты за покупки и услуги с помощью пластиковых карт, которые являются средством индивидуального доступа в банковские информационные системы;
* применение компьютеров как мультимедийных средств отдыха (музыка, видеофильмы, игры).

В многообразии фактов и пространных аналитических выкладок теряются собственно фундаментальные положения курса, которые состоят в описании принципов действия и способов их конструктивно-технологического воплощения применительно к конкретным классам технических устройств и систем. На основе этого описания строится по возможности универсальное и полное математическое описание, позволяющее в дальнейшем перейти к формированию соответствующих компьютерных моделей и осуществлять содержательный анализ рабочих свойств совокупности объектов при различных сочетаниях их внутренних параметров и различных внешних воздействиях.

Таким образом, центр тяжести перспективного учебного курса фундаментальной подготовки инженера переносится на создание адекватных математических и компьютерных моделей, позволяющих имитировать поведение множества технических объектов в различных условиях. Большинство процедур моделирования может быть выполнено с помощью универсальных программных средств анализа, которыми снабжаются современные компьютеры. При этом проблемы вычислений, занимающие в современных курсах до половины времени и ни в какой мере не связанные с существом изучаемого предмета, возникают только при оценке точности и достоверности получаемых результатов моделирования.

Последовательная реализация излагаемого подхода создает предпосылки для существенного снижения, а в ряде случаев и разрушения междисциплинарных барьеров, поскольку реально математические модели физически разнородных объектов аналогичны по своей структуре. Кроме того, применение компьютеров как средства моделирования позволяет исключить большинство рутинных операций по преобразованию данных и соответствующим образом повысить производительность учебной работы студентов. А это, в свою очередь, открывает возможности индивидуальной творческой работы с вероятностью получения нетривиальных результатов.

Но даже самостоятельное «открытие» известных зависимостей или закономерностей в процессе «экспериментирования» с имитационными компьютерными моделями дает существенно больший обучающий эффект, чем тот, который достигается в рамках традиционной дидактики многократным повторением некоторой последовательности рутинных операций.

Применение информационных технологий в производственной деятельности человека не менее многообразно и действенно в плане изменения условий и результативности труда. К наиболее широко применимым средствам информационных технологий здесь можно отнести:

* автоматизированные производственные системы и комплексы;
* системы автоматизированного проектирования;
* геоинформационные системы;
* системы мониторинга природной среды и прогноза погоды;
* навигационные комплексы;
* компьютерные системы бухгалтерского учета и автоматизации делопроизводства.

Система образования должна готовить людей к жизни и профессиональной деятельности в информационном обществе, что обязывает применять информационные технологии в образовательном процессе.

## 5.1 Необходимость и предпосылки информатизации сферы образования

Образование по своей сути является процессом получения, преобразования, накопления и целесообразного применения информации. Поэтому один из эффективных путей совершенствования системы образования состоит во включении современных технологий поиска, передачи, накопления, преобразования и представления информации в различные виды учебных занятий.

Современные информационные технологии предоставляют широкие возможности для эффективного решения всех перечисленных задач обработки информации в образовательном процессе.

Поиск необходимой информации осуществляется на основе ее предварительной структуризации и накопления на машинных носителях в локальных или глобальных компьютерных сетях. Для поиска необходимых сведений используются системы управления базами данных и знаний, а также специальные навигационные программные системы.

Для передачи данных используются традиционные телефонные и оптоволоконные линии связи, а также системы беспроводной связи, включая космические телекоммуникационные системы. Скорости и стоимости передачи информации по мере совершенствования средств связи оказываются вполне приемлемыми для осуществления образовательного процесса в реальном масштабе времени на любых расстояниях между участниками этого процесса.

Формы и методы преобразования информации, доступные современным прикладным программам, чрезвычайно многообразны. Созданы и широко применяются на практике компьютерные системы преобразования текстовой и деловой графической информации, системы автоматизированного проектирования, в которых преобразуется оцифрованная графическая информация, специальные математические программы, которым доступны операции с информацией в символьной форме, электронные переводчики с одних естественных языков на другие.

Возможности отображения и представления информации, доступные современным компьютерам, практически безграничны. В данном случае возможными формами являются тексты и гипертексты, двух- и трехмерные графические изображения, включая создание виртуальных миров, как это делается, в частности, в компьютерных играх и анимационных презентациях. Кроме того, возможна работа с качественной звуковой и реальной видеоинформацией. Современный компьютер является полноценным мультимедийным технологическим комплексом.

Однако наличие широких возможностей для работы с разнообразными формами информации у современных компьютеров и создание большого количества прикладных программ, облегчающих работу пользователей, не обеспечивает их целесообразного автоматического включения в образовательный процесс. Это оказывается справедливым даже в тех случаях, когда собственно компьютер и средства обеспечения его работы рассматриваются в учебном процессе как объекты изучения, что характерно для большинства учебных курсов по информатике и информационным технологиям. Оказывается, что и в этих случаях не удается обойтись без подготовки методических материалов, структурирования учебного материала, разработки программ контроля знаний и пр. Следует отметить, что справедливость сказанного возрастает по мере увеличения возраста и жизненного опыта обучающихся индивидуумов.

Молодые люди, выросшие в новой информационной среде и закрепившие основные технологические приемы работы с информацией на подсознательном уровне, в большинстве случаев применяют алгоритм проб и ошибок в процессе поиска приемлемого способа решения той или иной возникающей практической задачи. Чаще всего такой подход оказывается более продуктивным в условиях априорной неполноты знаний и реально существующего многообразия путей получения конечного результата, что характерно для большинства современных информационных систем.

Для людей более зрелого возраста, получивших образование в то время, когда компьютеры еще не существовали или не были доступны для повседневного применения, характерно стремление к созданию мысленной модели своих дальнейших действий на основе предварительно полученной и осознанной объективной информации. Только после этого они готовы обратиться к компьютеру для решения возникших проблем.

Эти особенности необходимо учитывать при разработке методик переподготовки и повышения квалификации.

Еще большие трудности возникают при попытках внедрения информационных технологий для изучения учебных дисциплин естественнонаучной, общей профессиональной и специальной подготовки, когда компьютеры являются не объектом, а средством обучения. Эти попытки начались практически с появлением первых вычислительных систем коллективного пользования более тридцати лет назад.

Однако скорость смены технологической среды разработки и применения обучающих программ неизбежно приводит к ускоренным темпам морального старения разрабатываемых средств обучения еще до завершения их разработки. Это характерно не только для обучающих систем, но в данном случае из-за значительных масштабов применения имеет наиболее негативные последствия. В результате на долгие годы новые образовательные технологии становятся прерогативой узкой группы подвижников и практически исключаются из инструментария совершенствования образовательного процесса и улучшения качества подготовки специалистов.

Практически целое поколение педагогов высшей школы оказалось выключенным из процесса результативного совершенствования образовательного процесса. Время стагнации в данной области совпало со временем становления новых информационных технологий. Учитывая ранее отмеченную консервативность системы образования, это вполне объяснимое явление.

Значимые изменения консервативных систем возможны только в стационарных условиях. Это положение в полной мере относится к эволюции системы образования, вызываемой появлением и развитием новых информационных технологий. И эти условия становятся реальностью несмотря на ускоряющиеся темпы развития информационных и телекоммуникационных технологий, которые при этом не затрагивают базовых принципов обработки и представления информации.

Зрелое состояние информационных технологий и средств их реализации характеризуется достигнутыми возможностями объединения прикладных программных систем, созданных на базе различных технических и программных платформ в составе сложных информационных комплексов. Таким образом, обеспечивается преемственность и возможности развития достаточно длительных процессов информатизации образовательного процесса.

Целью применения информационных технологий для совершенствования образования является достижение открытости, гибкости, индивидуализации и непрерывности образования. Последовательное применение перечисленных принципов приводит к созданию системы образования нового типа, которая открыта для всех желающих при минимуме предварительных условий. Образовательный процесс в такой системе строится на основании индивидуальных учебных планов и программ при свободном выборе времени, темпов и места обучения.

На пути достижения обозначенной цели необходимо решить совокупность организационных проблем и проблем содержательного наполнения образовательного процесса. При этом следует учитывать, что простое переложение наработанных в традиционном образовании методических приемов на новые возможности, открывающиеся информационными технологиями, не приведет к ожидаемым положительным результатам. Последовательное применение новых информационных технологий изменяет саму природу мышления, а значит должно затронуть и суть процесса образования. Образность представления информации, доступная современным компьютерам, должна стать мощным усилителем мыслительных процессов в образовании.

И здесь особая роль отводится преподавателям, которые являются носителями технологии образования и которые должны творчески переосмыслить накопленный интеллектуальный багаж в соответствии с новыми технологическими возможностями.

До настоящего времени в российском обществе отсутствует четкое понимание роли информатизации в развитии не только образования, но и всех сторон общественной жизни. Это непонимание характерно не только для обывателей, но и для политиков, организаторов образования, преподавателей, т.е. людей, от которых во многом зависят перспективы информатизации общества.

Для того чтобы пойти на глубокие изменения действующей системы образования на основе широкого применения новых информационных и телекоммуникационных технологий, необходимо ясное понимание того, что эти изменения дадут в результате. Требуется научное обоснование кризиса образования и целесообразных путей его преодоления. Необходимо предпринять большие усилия для того, чтобы новые образовательные технологии как база будущей системы образования были приняты не только в образовательной среде, но и в обществе в целом.

Как было указано раньше, сами по себе технические и программные средства компьютеров не обеспечивают успеха в достижении целей образования. Требуется создание педагогически и дидактически обоснованных новых образовательных технологий, учитывающих возможности техники и направленных на достижение конечных целей образовательного процесса. А для этого необходимо объединить усилия педагогов и специалистов в области компьютерных технологий. Первые должны четко понимать возможности информационных технологий для их целесообразного применения, а вторые - разрабатывать обучающие программы с учетом дидактических требований.

Становление новой образовательной системы невозможно без проведения целенаправленной организационной политики. Организационная структура и политика традиционных университетов не ориентирована на широкое внедрение информационных технологий в образовательный процесс. Последовательное проведение такой политики с неизбежностью приведет к полному изменению структуры этих образовательных учреждений, т.е. к отмиранию действующей структуры.

Необходимы специальные усилия для становления новых образовательных технологий. Прежде всего, необходимо учитывать весьма большую трудоемкость разработки методических и программных средств обеспечения образовательного процесса в новой информационной среде. С этой задачей преподаватели, работающие в традиционных университетах, не могут справиться без принятия специальных организационных и финансовых мер. Кроме того, для разработки компьютерных программ учебного назначения требуются соответствующие специалисты, а для эффективного применения этих программ необходима переподготовка преподавателей.

Работа по созданию и применению новых информационных технологий в учебном процессе никак не поощряется и является уделом небольших групп энтузиастов. Такое положение характерно для всей системы образования практически с момента первых опытов по информатизации образовательного процесса и до настоящего времени. Инициатива, как всегда оказывается наказуемой: кто применяет информационные технологии в неприспособленной для этого организационной среде, испытывает наибольшие трудности и давление этой среды.

Для новой технологии необходима и новая организационная структура, которая должна создаваться на принципах открытости, непрерывности, гибкости, индивидуализации образовательного процесса. При формировании новой образовательной среды необходимо готовить учебный материал на новых технологических и методических принципах, а также создавать специализированные управленческие структуры, без которых новая система окажется нежизненной.

Для решения этих задач также не обойтись без массовой подготовки педагогических кадров.

Экономические факторы являются определяющими при создании открытой образовательной системы. По мере развития индустрии информационных и телекоммуникационных технологий стоимость персональных компьютеров как основных средств информатизации и их работы в составе информационных сетей становится приемлемой для подавляющего числа студентов.

Важно отметить, что экономическая эффективность новой информационной системы образования увеличивается при увеличении масштабов ее применения. Для традиционной системы образования такая зависимость экономической эффективности от масштабов применения не наблюдается.

Характерной особенностью новых форм образовательного процесса, определяющей ее экономическую эффективность, является устойчивость системы, понимаемая как ее способность решать практические проблемы организации и проведения образовательного процесса при различных уровнях развития средств телекоммуникации. По мере развития телекоммуникаций и увеличения их производительности будет расширяться и сфера применения новых образовательных технологий.

Использование новых информационных технологий в образовании позволяет по-новому подойти к организации и проведению такого важнейшего вида учебных занятий, как лабораторные работы. Однако при ограниченных финансовых ресурсах обеспечение учащихся полноценными лабораторными практикумами возможно только на базе современных информационных и телекоммуникационных технологий. Эффективное использование этих технологий в образовательном процессе возможно лишь при решении проблем автоматизации применяемого лабораторного оборудования.

Таким образом, основные предпосылки информатизации сферы образования определяются следующими факторами:

* стремительно развивающимися процессами информатизации всех сфер общественной и личной жизни людей, широким практическим использованием компьютеров, локальных и глобальных компьютерных сетей;
* необходимостью активизации и повышения роли самостоятельной творческой работы студентов;
* потребностями обработки в образовательном процессе все больших объемов информации, изучения все более сложных объектов и процессов;
* открывающимися возможностями оперативного доступа к территориально распределенным информационным и техническим ресурсам образовательных и научных учреждений;
* ожидаемым повышением эффективности и результативности образовательного процесса за счет улучшения наглядности, увеличения объемов обрабатываемой учебной информации, организации индивидуальной работы студентов;
* открывающимся многообразием выбора состава объектов исследования, заданий и форм выполнения учебных проектных и исследовательских работ;
* существующим уровнем развития и распространения технических и программных средств информатизации, доступных широким слоям пользователей, включая студентов и школьников;
* практической реализуемостью и целесообразностью интеграции научных исследований и образовательного процесса;
* экономической эффективностью, определяемой простотой распространения информации и программного обеспечения, а также исключением многократного тиражирования лабораторного оборудования, минимизацией затрат на его размещение и обслуживание.

Информатизация сферы образования создает реальные предпосылки для решения важнейшей социальной задачи - предоставления высококачественных образовательных услуг самым широким слоям населения вне зависимости от социального статуса, уровня доходов, места жительства и других жизненных обстоятельств.

## 5.2 Формы и методы применения информационных технологий в образовании

Информационные технологии выполняют в образовательном процессе двоякую роль: с одной стороны, они являются предметом изучения и практического освоения, а с другой - инструментальным средством, с помощью которого удается повысить результативность и эффективность изучения практически всех дисциплин учебного плана подготовки инженеров. При этом список средств информационных технологий, применяемых в образовательном процессе инженерной подготовки, оказывается весьма обширным и может включать следующие основные компоненты:

* компьютеры,
* средства телекоммуникации,
* текстовые и графические процессоры,
* математические пакеты,
* средства управления базами данных и знаний,
* средства автоматизации экспериментальных исследований,
* средства автоматизации проектирования,
* средства автоматизации программирования,
* средства компьютерного моделирования,
* средства обучения и контроля знаний,
* компьютерные тренажеры.

Ряд учебных дисциплин подготовки современных инженеров непосредственно направлен на изучение и практическое освоение информационных технологий. К их числу можно отнести, например, учебные дисциплины «Информационные технологии», «Информационные системы», «Компьютерное моделирование», «Системы автоматизированного проектирования», «Автоматизированные системы научных исследований», «Микропроцессорная техника». Применительно к изучению этих дисциплин традиционные формы образовательного процесса в виде лекционных и аудиторных практических занятий оказываются чрезвычайно малоэффективными и вместо интереса вызывают отторжение от предмета изучения у большинства студентов. Компьютеры как носители информационных технологий здесь являются незаменимыми помощниками методистов и преподавателей, а сами информационные технологии и средства информатизации рассматриваются как объекты изучения.

Характерно, что все современные средства информатизации обладают дружественным графическим интерфейсом, существенно облегчающим действия неподготовленных пользователей. Кроме того, в подавляющем большинстве случаев имеется развитая система контекстной поддержки действий пользователей, которая разъясняет существо выбранных действий или предупреждает о возможных негативных последствиях. Учитывая чрезвычайно многообразный характер действий, которые могут быть выполнены с помощью современных средств информационных технологий, роль преподавателей при их изучении может состоять в доведении до обучающихся информации об основных функциональных свойствах и возможностях объекта изучения, в выборе совокупности функций, которые должны быть изучены и освоены на уровне практического применения, в подготовке и проверке результатов выполнения индивидуальных заданий. Основная работа выполняется студентами самостоятельно в режиме непосредственного контакта с изучаемым информационным средством при консультационной поддержке преподавателей.

В большинстве случаев сами информационные технологии и средства их реализации не являются конечной целью обучения, а рассматриваются как инструмент поддержки действий пользователя в решении актуальных задач. Поэтому весьма важно в процессе обучения предлагать студентам, осваивающим информационные технологии, не абстрактные, а конкретные задачи, решение которых оказывается полезным в изучении других дисциплин учебного плана.

Место, состав средств и задачи информационных технологий в структуре инженерной подготовки представлены на рис. 14.

Информационные технологии как средства автоматизации решения прикладных задач могут и должны оказывать самое существенное влияние на повышение качества и результативности образовательного процесса на этапах общей профессиональной и специальной подготовки инженеров. В данном случае информационные технологии являются средством активизации самостоятельной творческой работы студентов.

Так, например, изложение принципов действия или конструкции технических устройств и систем целесообразно дополнить наглядными, в том числе и анимированными изображениями, выполненными средствами компьютерной графики. Применение универсальных программных средств моделирования позволяет заменить рассмотрение Упрощенных математических моделей имитационным компьютерным моделированием. При этом удается получать и анализировать количественные оценки функциональных показателей изучаемых объектов и процессов с учетом многообразия воздействующих факторов, а также осуществлять, например, поиск путей повышения эффективности.

Использование автоматизированных методик проектирования в процессе выполнения курсовых проектов открывает возможности постановки и решения творческих задач поиска эффективных проектных решений взамен многократного повторения рутинных расчетных или графических работ. Кроме того, применение информационных технологий в данном случае позволяет осуществлять поиск аналогов выполняемой разработки, а также оперативно обращаться за нормативно-справочной информацией, хранящейся в автоматизированных банках данных.

Автоматизация экспериментальных исследований делает возможными ранее недоступные в учебной практике исследования динамических процессов с многоканальными измерениями, запоминанием и последующей математической обработкой мгновенных значений функциональных показателей изучаемых объектов, сложного экстремального и адаптивного управления, диагностики и прогнозирования технического состояния изучаемых объектов.

Телекоммуникационные средства делают доступными распределенные информационные и технические ресурсы образовательных и научных учреждений. Формы и эффект применения различных средств информационных технологий в инженерной подготовке иллюстрируются материалами табл. 1.

Таблица 1. Формы применения и роль информационных технологий в инженерной подготовке

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Решаемые задачи | Применяемые ИТ | Эффект |
| Изучение принципов действия | Автоматизированные средства технической иллюстрации | Повышение наглядности, увеличение количества и качества информации |
| Моделирование | Универсальные и специализированные программы моделирования, отображения и преобразования выходной информации | Возможность имитационного моделирования сложных технических систем с учетом изменения структуры, параметров и внешних воздействий |
| Конструирование | Автоматизированные средства технической иллюстрации, конструкторские базы данных | Наглядность процедур сборки и разборки, рабочих процессов, типизация и нормализация конструкторских решений |
| Проектирование | Автоматизированные методики проектирования, банки аналогов, нормативной и справочной информации, САПР | Переход к оптимизации, поиску эффективных проектных решений, автоматизированной подготовке документации |
| Подготовка производства | Автоматизированные системы технологической подготовки производства | Переход к количественному анализу, повышение уровня разработок |
| Принятие решений | Экспертные системы, системы управления базами данных и знаний | Повышение качества и достоверности принимаемых решений |
| Экспериментальные исследования | Технические и программные средства автоматизации эксперимента | Расширение круга и усложнение задач, повышение точности и достоверности получаемых результатов |

## 5.3 Автоматизированные учебные курсы как база новых технологий подготовки инженеров

В соответствии с предлагаемой концепцией совершенствования системы подготовки инженеров информационные технологии рассматриваются как основа кардинального изменения организации, форм и содержания образовательного процесса.

Первым требованием к создаваемым новым методическим рекомендациям является условие, что информационные технологии применяются не как дополнение к известному набору традиционных дидактических приемов, а как их замена, позволяющая получать качественно новые результаты. В противном случае вместо повышения эффективности и результативности образовательного процесса будут повышаться только трудозатраты студентов и преподавателей.

Следующее важное требование связано с необходимостью индивидуализации образовательного процесса и активизации самостоятельной работы студентов. С учетом ранее отмеченных недостатков традиционных печатных изданий как носителей учебной информации следует постулировать необходимость подготовки учебных и методических материалов с применением компьютерных носителей информации и средств ее воспроизведения.

Применение доступных современным компьютерам технологий манипулирования информацией позволяет в данном случае перейти от последовательных текстов к гипертекстам, от схематичных рисунков и фотографий — к анимированным изображениям или видеофрагментам, от статичных уравнений — к имитационным компьютерным моделям. Причем эти модели адекватно реагируют на изменения их структуры, параметров или внешних воздействий, которые могут производиться студентом в интерактивном режиме.

Еще одним требованием, логически вытекающим из уже рассмотренных положений, является *отказ от вынужденно принятого в традиционной системе деления образовательного процесса на лекции, практические занятия, лабораторные работы и переход к непрерывному системному изучению объектов и процессов. Автоматизированные средства методического обеспечения учебной дисциплины должны содержать информацию, необходимую для самостоятельного изучения теоретического материала, решения практических задач, экспериментальной проверки теоретических положений.*

Все перечисленные компоненты в совокупности представляют автоматизированный учебный курс (АУК) как единый комплекс программно-технических средств и учебно-методических материалов, обеспечивающих самостоятельную работу студентов в процессе фундаментальной подготовки к инженерной деятельности.

В дополнение к перечисленным выше средствам методического обеспечения необходимо предусмотреть возможность автоматической фиксации в специальной базе данных действий студентов в процессе обучения и получаемых ими результатов. Основное содержание и структуру АУК схематично можно представить в виде, изображенном на рис. 15.

Приведенная схема отображает также телекоммуникационную среду, которая является неотъемлемым атрибутом функционирования АУК, предназначенного для использования в системе подготовки инженеров. Весь комплекс средств поддержки и сопровождения учебного процесса в данном случае разделяется на две основные части по месту их расположения и выполняемым функциям.

Часть средств, находящаяся в составе образовательного учреждения предназначается для выполнения следующих функций:

* администрирование учебного процесса, доставка учебно-методических материалов, организация консультационной поддержки действий студентов и оценка их учебной работы;
* ведение базы данных по каждому студенту, в которых учитываются результаты выполнения индивидуального плана, полученные оценки, другие необходимые данные (подробная анкета, сроки и суммы оплаты образовательных услуг и др.);
* снабжение студентов информацией, которая находится в составе электронной библиотеки образовательного учреждения и может потребоваться им дополнительно к полученным учебно-методическим материалам;
* выполнение лабораторных исследований с помощью программно-технических средств автоматизированного лабораторного практикума, доступных студентам по компьютерным сетям;
* разработка и развитие компонентов АУК, которые выполняются с помощью специализированных программных средств, а также с применением базовых комплектов программно-технических средств автоматизированного лабораторного практикума.

Собственно АУК после доставки из учебного заведения размещается на рабочем месте каждого студента и является средством его работы, включающей следующие основные компоненты:

* теоретическую подготовку, предполагающую освоение базовых понятий и положений изучаемого курса;
* самоконтроль степени понимания и умения применять изученные положения и понятия, а также контрольную проверку знаний, результаты которой фиксируются в «электронной» зачетной книжке студента;
* компьютерное моделирование изучаемых объектов и процессов, применяемое как при теоретической подготовке, так и при выполнении практических заданий;
* обращение к средствам автоматизированного лабораторного практикума для экспериментальной проверки теоретическою материала;
* получение консультаций при возникновении затруднений в процессе учебной работы от тьютора, а также в диалоге с другими студентами, изучающими тот же учебный курс.

Перестроение учебных курсов, принятых в традиционной системе подготовки инженеров, на основе информационных технологий должно проводиться в направлении их фундаментализации, что с неизбежностью будет приводить к слиянию ряда частных курсов в составе единого базового курса. В то же время необходимо обеспечить подготовку многих курсов для углубленного изучения специальных разделов конкретной предметной области, для того чтобы обеспечить возможности широкого выбора в получении требуемого образования.

Таким образом, содержательную основу новой образовательной системы должны составлять автоматизированные учебные курсы фундаментальной подготовки, обеспечивающие возможности самостоятельного изучения, практического освоения и экспериментальной проверки полученных теоретических знаний. При этом должен быть обеспечен дистанционный доступ студента к распределенным информационным и техническим ресурсам системы образования, включая возможности оперативного доступа к тьютору с применением средств телекоммуникации. Наряду с этим каждому студенту должно быть предоставлено на выбор множество курсов, позволяющих сформировать индивидуальный учебный план и, в конечном итоге, углубленную специальную подготовку в требуемом направлении.

### Традиционный подход к построению автоматизированных учебных курсов

Обычно разработчики автоматизированных учебных курсов идут несколькими простейшими в отношении трудозатрат путями:

* Чаще всего текст популярного учебника по выбранному учебному направлению вводится в память компьютера, и листание бумажного учебника заменяется листанием учебника электронного. В познавательном отношении такой путь не дает нового качества получения знаний.
* Незначительным качественным шагом вперед является *гипертекстовое* исполнение электронного учебника, которое требует больших трудозатрат, но позволяет сделать текст более компактным для подготовленного учащегося и достаточно полным для человека, начинающего обучение.
* С развитием *средств мультимедиа* стали появляться автоматизированные учебные курсы, в которых лекция перед телекамерой читается ведущим в данной области специалистом или актером с хорошей внешностью и дикцией. Такой путь мало отличается от обычной аудиторной лекции, кроме возможности потенциального расширения количества слушателей.
* Лучшие из существующих автоматизированных учебных курсов содержат в обучающей части элементы *мультипликации* для более эффективного понимания сложных процессов, средства контроля усвоения материала, а также оперативную связь с преподавателем-консультантом (тьютором).

Общим и существенным недостатком всех перечисленных путей создания автоматизированных учебных курсов является *пассивная роль обучаемого,* которому, как и в традиционной системе образования, приходится только слушать либо читать, что обеспечивает низкий эффект усвоения изучаемого материала. Кроме того, рассмотренные выше способы построения автоматизированных курсов заменяют лишь лекционную часть традиционного курса, предполагая, что где-то в другом месте и в другое время теоретическая часть, курса будет закреплена на практических занятиях, а также экспериментально - путем выполнения цикла лабораторных работ. Правда, к тому времени уже основательно забывается теоретическая часть и этот разрыв во времени, а также *искусственное деление объекта на части* (теоретическая, практическая, лабораторная) не способствует эффективности обучения.

### Принципы создания автоматизированных учебных курсов нового типа

В предлагаемом подходе к созданию автоматизированных учебных курсов авторы рекомендуют следовать следующим основным принципам:

Принцип *"единства и комплексности объектов изучения"* включает следующие основные положения:

* Каждый базовый учебный курс фундаментальной подготовки не делится искусственно на *лекционную часть -* "у доски", *практическую часть —* "в аудитории", *лабораторную часть -*"за стендом". Учебный процесс рассматривается как *единый во времени и в пространстве* и *комплексный по содержанию* (т.е. все этапы обучения могут быть реализованы на одном рабочем месте без разрыва во времени).
* Компьютеризированный *комплексный цикл обучения* включает средства изучения основ теории, структурно-конструктивных особенностей объектов, выполнения практических заданий, математического и компьютерного моделирования изучаемых объектов, автоматизированного лабораторного практикума, обработки результатов моделирования и эксперимента.
* Для инженерной подготовки является *обязательным* компьютерное моделирование изучаемых физических процессов и последующая экспериментальная проверка полученных результатов. При этом учащийся должен овладеть современными методами математической оценки *адекватности* используемых математических моделей и методами *идентификации* параметров математических моделей на основе проведенных экспериментальных исследований.
* Средства обучения нового поколения можно рассматривать не в виде отдельных понятий "объект", "стенд", "модель", "методические средства" и т.д., а как их неразрывную совокупность в виде комплекса аппаратных, программных, научных и методических средств, обеспечивающих полноценное изучение объектов в составе *программно-технических и научно-методических комплексов* по направлениям подготовки.
* Компьютеризированный учебный курс может быть реализован как в режиме прямого общения учащегося с преподавателем, который в реальном времени излагает основы теории и тут же иллюстрирует их средствами моделирования и эксперимента, так и в режиме *самостоятельного изучения,* когда учащийся самостоятельно выбирает время и последовательность изучения материала, исходя из собственных возможностей, а не следуя к жесткому регламенту образовательного учреждения.

**Принцип *"интеллектуализации объекта и средств обучения"***

Общение человека со сложным оборудованием станет более эффективным и комфортным, если это оборудование будет иметь хотя бы простейший "интеллект", способный в любой момент дать информацию о текущем состоянии оборудования, направленно изменять это состояние, а также хранить в своей памяти типовые и оптимальные режимы работы. При этом наибольший эффект следует ожидать от интеллектуализации сложных технологических процессов и технических систем.

В общем случае можно выделить следующие признаки интеллектуальных технических систем, которые характеризуются наличием:

* *сенсорной подсистемы,* позволяющей судить о состоянии как самого объекта изучения, так и окружающей его среды;
* *памяти,* в которой сохраняется модель поведения объекта изучения и данные, необходимые для его функционирования;
* *анализатора (вычислителя),* предназначенного для выработки реакций на внешние воздействия.

Применительно к сложным техническим системам интеллектуализацию можно определить как процесс преобразования различных видов данных, происходящий в многоуровневой информационной среде и позволяющий эффективно решать задачи управления, диагностики и прогнозирования качества функционирования данной системы. При этом целесообразно выделять:

* *интеллектуальную подсистему объектного уровня,* где решаются задачи измерения параметров и управления объектом в реальном масштабе времени;
* *интеллектуальную подсистему модельного уровня,* где также в реальном масштабе времени решаются задачи идентификации параметров математических моделей, диагностики и прогнозирования состояния и, как результат - принимаются решения об изменении режимов управления объектом, вплоть до прекращения его функционирования.

Особенностью объектного уровня является наличие распределенного интеллекта, интегрированного в датчики, регуляторы, контроллеры. Такой подход позволяет резко снизить требования к быстродействию, объему памяти и стоимости распределенных вычислительных средств.

**Принцип *"распределения информационных и технических ресурсов"***

В предлагаемой концепции построения автоматизированных учебных курсов предусматривается комплексный подход к объекту изучения, предполагающий изучение необходимого объема *инвариантных фактографических материалов* (справочно-информационные сведения, описание принципа действия, конструктивных особенностей, математическое описание и модельный анализ изучаемых физических процессов), а также *обязательное экспериментальное исследование* объекта с последующим математическим анализом полученных результатов. Все эти составляющие процесса обучения имеют различную информационную нагрузку на средства обучения.

В компьютерных технологиях наиболее доступными являются информационные ресурсы, которые легко хранятся и тиражируются на компактных носителях информации. Поэтому в настоящее время нет необходимости загружать компьютерные сети передачей инвариантных составляющих автоматизированных учебных курсов. Все это легко тиражируется и распространяется, например, на лазерных компакт-дисках.

Сложнее обстоит дело с доступом к техническим ресурсам, для чего, как минимум, необходимо реальный физический объект исследования превратить в источник доступной и управляемой информации, что и составляет суть принципа телекоммуникационного доступа к техническим ресурсам. Для практического воплощения этого принципа необходима последовательная реализация ряда мер, обеспечивающих синтез лабораторного оборудования нового поколения. В случае дистанционного доступа к лабораторному оборудованию подход к его автоматизации коренным образом меняется. При этом полностью исключаются любые неавтоматизированные операции как при управлении объектом, так и на этапе контроля его параметров.

Объект изучения должен стать "полностью управляемым" и "информационно прозрачным". Это означает, что любой значимый для изучения объекта параметр управления должен быть доступен для варьирования в широких пределах по любому заданному алгоритму, а любой значимый параметр контроля должен быть доступен для измерения с требуемой точностью.

Все это предъявляет повышенные требования к гибкости и перестраиваемоcти средств управления и измерения, которые могут быть реализованы практически только при условии интеллектуализации, т.е. применения в их составе высокопроизводительных микропроцессорных устройств с использованием технологии цифровых сигнальных процессоров. Наиболее важные узлы исследовательского оборудования: источники питания, нагрузочные устройства, регуляторы, сенсорные подсистемы и т.д. должны изначально проектироваться с программно перестраиваемой структурой и адаптивно перестраиваемыми параметрами.

Перечисленные выше особенности подготовки лабораторного оборудования нового поколения показывают, что оно должно быть уникальным по содержанию и исполнению, а, следовательно, и дорогостоящим. Иногда в качестве такого лабораторного оборудования могут применяться специально доработанные научные стенды как наиболее полно отвечающие задачам углубленного изучения физических процессов. Понятно, что широкое тиражирование такого оборудования практически невозможно, поэтому наиболее целесообразно обеспечить удаленный доступ к нему большого количества пользователей. В этом и заключается принцип распределения информационных ресурсов, находящихся в прямом пользовании каждого обучаемого, и технических ресурсов, находящихся в коллективном пользовании многих.

### Рекомендации по синтезу структуры автоматизированного учебного курса нового типа

Структурно предлагаемый автоматизированный учебный курс по любому учебному направлению реализуется средствами программно-технического и научно-методического комплекса, который представляет собою совокупность нескольких функциональных подсистем, среди которых:

* объектная подсистема;
* информационно-измерительная подсистема;
* управляющая подсистема;
* моделирующая подсистема;
* программно-методическая подсистема;
* телекоммуникационная подсистема;
* удаленное рабочее место пользователя.

В рамках объектной подсистемы *перечень объектов изучения* рекомендуется делать открытым и последовательно развиваемым. Полный перечень должен соответствовать концепции базовой подготовки и учитывать особенности организации образовательного процесса в каждом учебном заведении. Конкретный набор объектов изучения формируется из перечня, регламентированного соответствующим учебным направлением

В качестве *объектов изучения* рекомендуется рассматривать специально разработанные *физические модели-аналоги,* а не промышленные образцы, поскольку промышленный образец всегда проектируется на эффективное выполнение узкой прикладной задачи, не содержит дополнительных информационных каналов и каналов управления и поэтому не соответствует задачам обучения. Лишь физическая модель-аналог, выполненная с соблюдением критериев подобия, снабженная многочисленными, физически разнородными информационными каналами и каналами управления - способна дать критериальные соотношения для выявления фундаментальных закономерностей изучаемых процессов.

Физические модели-аналоги объектов изучения, как правило, должны выполняться с изменением геометрических и энергетических показателей, чтобы исключить трудности размещения оборудования (лабораторные площади, энергосети, средства защиты и пр.). При этом изменение может быть любым, если оно не искажает изучаемые процессы и не создает трудности работы с объектом (съем информации, управление).

Исследователь должен иметь возможность реализации любого разумного режима функционирования объекта, кроме аварийных режимов. Для реализации такого подхода необходима многоуровневая система вычислительных средств:

* *на объектном уровне -* это, как правило, *мультипроцессорная подсистема,* построенная по идеологии *цифровых сигнальных процессоров;*
* *на верхнем уровне —* это *сервер комплекса,* выполняющий функции обслуживания внутренних и внешних информационных потоков и связей.

Комплекс должен быть *открытым* для свободного наращивания подготовленными разработчиками количества каналов измерения и управления, варьирования объектов изучения в рамках выбранного тематического направления, для чего он выполняется по *блочно-модульному принципу* с использованием *отечественных и международных стандартов* в части использования:

* конструктивных решений (например, АСЭТ, Евромеханика);
* интерфейсные средства (LabCard, VME, VXI, PXI и др.);
* программных продуктов (LabWindows/CVI, Component Works, PSpice).

Для повышения *эффективности использования* установленного оборудования каждый функциональный блок или модуль комплекса целесообразно рассматривать в одних случаях как объект изучения, а в других - как технологическое оборудование для изучения других объектов. При этом выбор конкретного объекта изучения и режимов его работы должен производиться автоматически по заданию удаленного исследователя.

При этом принципиально осуществляется отказ от тиражирования однотипного оборудования, применяемого в составе учебного курса, и организуется фронтальное выполнение экспериментальных работ с помощью ограниченного набора универсального лабораторного оборудования. Предполагается также наличие многих рабочих мест, представляющих собой персональные компьютеры, связанные со средствами измерения и управления лабораторным оборудованием по локальной или глобальной компьютерной сети.

*Программное обеспечение* (ПО) комплекса выполняется *многоуровневым* и включает ряд компонентов, выполняющих различные функции:

* *ПО объектного уровня* содержит набор программ-драйверов управления стандартными и специально разработанными средствами многоканального аналогового, цифрового и частотного измерения и управления.
* *ПО базового сервера* предназначено для реализации дистанционного обмена информацией между комплексом и рабочими местами удаленных пользователей и выбрано таким образом, чтобы обеспечить работы технических средств телекоммуникации и, в частности, поддерживать протокол сетевого обмена ТСРЛР.
* *ПО рабочего места удаленного пользователя* создается с применением инструментальных средств: Borland С++, Component Works, Pspice и др.

*Методическое обеспечение* комплекса должно содержать полную совокупность средств, необходимых и достаточных для его использования в учебном процессе и научных исследованиях:

* информационно-справочные средства, предназначенные для изучения теоретических основ исследуемых физических процессов;
* программные средства имитационного компьютерного моделирования динамических процессов в сложных технических системах и их компонентах;
* средства подготовки и проведения натурных исследований сложных технических систем и их компонентов в режиме удаленного доступа;
* средства обработки и анализа экспериментальных данных для практической проверки адекватности применяемых математических моделей.

*Подсистема моделирования* включает совокупность математических моделей различного физического содержания (например, электромагнитную, электромеханическую, тепловую и т.д.), а также математические модели используемых технологических процессов. Если математические модели достаточно просты, то их носителем может быть один достаточно мощный компьютер. Однако для эффективной работы в реальном масштабе времени одновременно нескольких математических моделей целесообразно воспользоваться несколькими менее мощными компьютерами с сетевым обменом информацией. При этом для обмена информацией между подсистемами объектного и модельного уровней необходима - организация и поддержка "шлюза" обмена данными, сложность которого зависит от выбранных исходных интерфейсов на каждом уровне.

Важное свойство компьютерных моделей состоит в возможности имитировать различные режимы работы объектов изучения, а также переходы от одного режима к другому. Следует также предусмотреть имитацию, например, независимого или подчиненного изменения электропитания, электрических, механических, тепловых нагрузок. Наконец, имитационные модели должны учитывать случайные факторы, неизбежно влияющие на функционирование системы, т.е. модели должны быть вероятностными. В функции вероятностных моделей необходимо включить также возможности оценки корреляции показателей системы, что может обеспечить уменьшение количества информационных каналов и объем сохраняемых и обрабатываемых данных в процессе контроля и диагностики.

Система компьютерных моделей, как правило, должна быть многоуровневой. С помощью наиболее полных моделей имитируются динамические процессы в вероятностной постановке, в результате чего получаются опорные данные, непосредственно используемые в процессах диагностики, управления, и прогнозирования, Важно учесть при этом вероятностный характер получаемых опорных данных, что позволяет перейти к решению перечисленных задач с применением понятий нечеткого математического программирования.

Второй уровень модельного обеспечения составляют упрощенные регрессионные математические модели, позволяющие судить о чувствительности системы к изменению множества управляющих воздействий.

Наконец, на третьем уровне функционируют модели в виде совокупности детерминированных или вероятностных оценок значений контролируемых показателей управляемого объекта и некоторое множество формализованных правил, необходимых для оценки ситуаций и выработки управляющих воздействий. Эти модели должны работать в режиме реального времени, что предъявляет самые жесткие требования к их быстродействию, а следовательно, к допустимой сложности.

*Функциональные возможности* предлагаемого комплекса позволяют ставить и решать качественно новые, недоступные ранее и чрезвычайно важные задачи:

* оперативного многоканального мониторинга динамических процессов в сложных технических системах;
* диагностики и прогнозирования технического состояния сложных технических систем и их компонентов;
* идентификации параметров математических моделей исследуемых объектов по экспериментальным данным;
* многоканального функционально сложного управления техническими системами для обеспечения их качественного функционирования.

*В организационном плане* предполагается *тиражирование* подобных комплексов и создание на их основе *отраслевых и региональных учебно-научных Центров* при ведущих технических университетах и академических институтах, объединенных научно-образовательной компьютерной сетью, что позволит обеспечить значительное сокращение:

* требуемого количества квалифицированных педагогических кадров, участвующих в текущем процессе обучения, поскольку подготовленные и сертифицированные курсы реализуются на машинных носителях (лазерных дисках) и требуют лишь ограниченной консультационной поддержки. Наиболее квалифицированные педагоги должны работать над созданием и совершенствованием фундаментальных учебных курсов.
* общего количества основного лабораторного оборудования, используемых площадей, затрат энергии, обслуживающего персонала за счет дистанционного коллективного использования этого оборудования в режиме дистанционного доступа.

# 6. Базовые программно-технические средства создания автоматизированных учебных курсов

## 6.1 Общие требования

Выбор базовых программно-технических средств разработки является ответственным моментом, поскольку разрабатываемые с их помощью курсы и практикумы должны пройти сертификацию и отбор на соответствие современному уровню образовательных технологий. Эти технологии базируются на процедурах обмена информацией распределенными информационными и техническими ресурсами на основе корпоративных образовательных сетей. По этой причине выбор средств разработки должен определяется не случайным выгодным вариантом, предлагаемым на достаточно разнообразном рынке, а целевой совокупностью принятых критериев создания автоматизированных учебных курсов, а также следующими общими ми требованиями, в соответствии с которыми используемые базою программно-технические средства должны быть:

* открытыми, т. е. допускать их свободное конфигурирование и развитие подготовленными пользователями без дополнительного обращения к изготовителю;
* комплектными, т. с. обеспечивать наилучшее согласование компонентов и допускать свободный обмен информацией между ними;
* стандартными, т. е. выполненными на базе отечественных международных стандартов, как в части используемых конструктивных решений, так и программных продуктов;
* гибкими, т. е. обеспечивать возможность автоматического перестроения конфигурации оборудования, включая смену объектов исследования по заданиям пользователей с применением специальных блоков коммутационной аппаратуры;
* информацинно совместимыми, т. е. предполагающими согласованность действий функциональных элементов, единство способов кодирования и форматов команд и данных, совместимость адресов и временных характеристик передачи данных;
* электрически совместимыми, т. е. предполагающими согласованность параметров электрических сигналов на шинах и линиях связи;
* конструктивно-совместимыми, т. е. обеспечивающими согласованность конструктивных элементов интерфейса, предназначенных для обеспечения механического контакта соединений и механической замены элементов, блоков и устройств.

В частности, конструктивная совместимость определяется:

* типами соединительных элементов (разъем, штекер и распределение линий связи внутри соединительного элемента);
* конструкцией платы, каркаса, стойки;
* конструкцией кабельного соединения.

При этом следует учитывать, что условия конструктивной совместимости в рекомендациях стандартных интерфейсов не всегда определяются полностью, а в некоторых случаях могут отсутствовать или иметь несколько вариантов использования (разъемов, типов кабеля и т.п.).

## 6.2 Средства телекоммуникационных технологий

Телекоммуникационные технологии базируются на 3-х компонентах, среди которых: *физическая среда* передачи информации между абонентами (каналы), *организационные структуры* передачи информации (сети) и *процедуры* формирования информационных потоков (протоколы). При этом различают следующие виды названных компонентов:

*Каналы* имеют следующие разновидности:

* *проводные* (кабельные) — многожильные параллельные, телефонные, витые пары, коаксиальные, оптоволоконные;
* *беспроводные —* радиорелейные, спутниковые, оптические.

*Сети* могут быть локальными, корпоративными, глобальными.

*Протоколы* принято различать на протоколы компьютерных сетей и полевые протоколы.

Перечисленные особенности организации телекоммуникационных подсистем необходимо знать, поскольку в конкретных регионах страны исторически сложились их конкретные виды. Принимая решение об организации образовательного процесса в соответствующем регионе, следует использовать существующие структуры или стремиться к переходу на применение более перспективных технических решений. Знание предельных возможностей используемой телекоммуникационной подсистемы позволяет более эффективно построить образовательный процесс в открытой образовательной среде.

В настоящее время происходит интенсивный процесс становления новых образовательных технологий, основанных на коллективном доступе к распределенным информационным и техническим ресурсам с использованием корпоративных образовательных сетей. Однако отсутствие единой нормативной базы приводит к информационному засорению корпоративных сетей.

Как было сказано ранее, широко рекламируемый режим телеконференций, порождая большие потоки информационного обмена, практически не привносит нового качества в процесс познания объекта изучения.

Применение такого режима обмена учебной информацией объективно необходимо только в тех случаях, когда в ходе активного воздействия на удаленный объект появляется необходимость визуальной оценки результата, если его практически невозможно зафиксировать инструментальными средствами.

**Проводные каналы**

*Параллельные каналы* связи физически реализуются с помощью многожильного кабеля (или печатной платы), причем число жил (печатных проводников) выбирается в соответствии с требуемой разрядностью передаваемой информации (адресов, данных) — обычно 8, 16, 24, 32, 64. В целях обеспечения компактности, расстояние между проводниками стараются уменьшать, однако при этом увеличиваются межпроводные емкостные связи, что приводит к возрастанию взаимных помех, особенно при больших скоростях передачи информации. Это обстоятельство и является естественным ограничением области применения параллельного канала связи. Как правило, он используется для организации *высокоскоростных магистралей* между отдельными функциональными устройствами, удаленными друг от друга в пределах от нескольких сантиметров до 1.. .2 м

Диапазон скоростей передачи данных по параллельному каналу очень широк — от 10 Мбит/с (внешние магистрали повышенной протяженности 1-2 м) до 1000 Мбит/с (например, короткие внутренние компьютерные магистрали).

*Последовательные каналы* связи различного типа, содержат преимущественно два проводника, взаимное размещение которых имеет следующие разновидности:

1. Проводники размещены параллельно друг другу на некотором фиксированном расстоянии (телефонный кабель). Каналы, использующие телефонный кабель, самые дешевые, однако они наименее защищены от внешних помех, у них наиболее высокий показатель межпроводной емкости, а, следовательно, - низкая скорость передачи данных (не более 19200 бит/с).
2. Проводники перевиты между собою с определенным шагом и помещены в экранирующую оплетку (витая пара). Такое решение позволяет значительно снизить уровень внешних помех, несколько уменьшить межпроводную емкость и увеличить скорость передачи данных до 10 Мбит/с.
3. Проводники располагаются таким образом, что один из них образует центральную жилу, а другой - гибкую оболочку (оплетку) вокруг центральной жилы с использованием промежуточного изолятора (коаксиальный кабель). Данный кабель имеет практически такую же степень защиты от внешних помех, как витая пара, близкое значение межпроводной емкости и, следовательно, - аналогичную скорость передачи данных до 10 Мбит/с.
4. Уникальными возможностями для передачи данных обладает оптоволоконный кабель. Здесь отсутствует межпроводная емкость, поскольку информация передается модуляцией светового потока. Скорость передачи данных возрастает до 100 Мбит/с и ограничивается не самим кабелем, а электронными системами преобразования информации. Практически обеспечивается полная защита от внешних помех. Стоимость такого кабеля наиболее высокая, но в пересчете на передаваемый бит информации оптоволоконный кабель является экономически наиболее выгодной проводной линией связи, естественно, при условии полного использования его возможностей.

Передача данных по последовательному каналу происходит последовательно бит за битом, поэтому при прочих равных условиях скорость передачи данных здесь, как минимум, в десять раз ниже, чем скорость передачи данных по параллельному каналу. В зависимости от организации формирования и передачи данных принято несколько международных стандартов:

* *Стандарт RS-232* является самым простым и надежным средством связи двух электронных устройств на расстояниях до 15 м. Он имеет возможность варьирования скорости передачи данных от 1,2 до 38,4 Кбит/с, в зависимости от быстродействия подключаемых устройств. При создании исследовательского оборудования нового поколения последовательный канал, построенный на стандарте RS-232, становится удобным средством связи автоматизированного оборудования, снабженного интеллектуальными микроконтроллерами, и компьютера, выполняющего служебные функции (сервера), поскольку практически каждый компьютер в своем составе имеет стандартный порт RS-232.
* *Стандарт RS-485* позволяет создавать систему связи сетевой структуры, т.е. включать на один канал связи более двух устройств. Технические средства поддержки данного стандарта позволяют обеспечить скорость передачи информации до 500 Кбит/с при удалении абонентов до 1500 метров. RS-485 следует применять в распределенных микроконтроллерных системах, когда расстояние между отдельными микроконтроллерами составляет более двух метров.
* *Стандарт f~C* также предназначен для включения в сеть нескольких устройств, но на расстояниях до I - 1,5 м. Контро,-лер шины *ГС,* как правило, входит в состав специализированных микроконтроллеров, например, РСВ80С552 фирмы Philips, что делает его применение простым и удобным. Преимуществом стандарта *ГС* для межпроцессорного обмена на малом удалении (около 1 м) является наличие встроенного аппаратного контроля ошибок и конфликтов на уровне приемопередатчиков, значительно снижающего количество ошибок при передаче данных и позволяющего существенно повысить скорость работы системы связи в целом (до 115 Кбит/с).

**Беспроводные каналы**

С семидесятых годов началось развитие беспроводных линии связи для передачи данных. Первоначально наибольшее развитие получили *радиорелейные линии,* способные обеспечить передачу потоков информации со скоростями 32, 64, 128 бит/с. В дальнейшем скорости передачи информации по радиорелейным линиям были увеличены до 2048 Кбит/с и более. Недостатком радиорелейных систем является работа только в пределах прямой видимости и относительно высокая стоимость, поэтому они преимущественно используются при передаче потоков информации для привязки к мощным кабельным или спутниковым магистралям передачи информации.

Делались попытки строительства линий передачи информации по *лазерным каналам* передачи данных. Экспериментальная лазерная линия связи "МГУ - Главпочтамт", построенная в 80-е годы, работает и в настоящее время.

В ряде случаев используются *комбинированные системы,* когда на кабельные линии при преодолении больших преград, например, водных (крупные реки), делают лазерные вставки. Однако широкого распространения лазерные линии связи не получили из-за нестабильности связи при изменении погодных условий.

Наибольшее развитие в последние 10—15 лет получили *спутниковые системы* связи, где наблюдается устойчивый прогресс по следующим причинам:

* полнота охвата поверхности Земли;
* независимость от климатических и погодных условий;
* высокая надежность;
* возможность получения практически неограниченной пропускной способности. Например, система спутниковой связи "Ямал" имеет полную пропускную способность 12500 дуплексных каналов по 32 Кбит/с. При этом пользователям предоставляются каналы различных типов: 2,4; 4,8; 9,6; 2048 Кбит/с;
* приемлемые показатели по стоимости.

Здесь необходимо уточнить экономические особенности использования радиорелейной и спутниковой связи. Если на малых расстояниях радиорелейный канал в 64 Кбит/с (или ствол в 2048 Кбит/с) выгоднее спутникового, на больших расстояниях сравнительная стоимость передачи информации по спутниковому каналу становится в 5 - 6 раз более выгодной.

Во всем мире широко развиваются системы *сотовой радиосвязи.* Первоначально они предназначались для ведения телефонных переговоров, но в последнее время все больше захватывают и область передачи всех видов информации, предоставляя абоненту услуги по передаче данных с пропускной способностью от 96 до 2048 Кбит/с.

Стоимость передачи информации в сотовых сетях гораздо выше, чем в радиорелейных или проводных (до 1,0 $/мин за передачу данных со скоростью 64 Кбит/с), но предоставляемые пользователю Удобства и простота сопряжения с глобальными сетями передачи информации даже в движении являются привлекательными для многих пользователей. Перспективным направлением во всем мире признано создание *гибридных систем* передачи информации на базе ATM-технологи и (Asynchronous Transfer Mode - тип коммутационной технологии, при котором по сети передаются небольшие порции данных фиксированного размера), в первую очередь, объединяющих достоинства сотовой и спутниковой связи.

В настоящее время развиваются программы по .созданию всемирных сетей спутниковой связи ("Иридиум", "Глобалстар", "Ростелесат" и др.) на низко летящих спутниках (одновременно от 40 до 120 спутников на орбите), позволяющих обеспечить доступ для передачи и приема всех видов информации (голос, данные, изображение) с мобильных или стационарных объектов.

Перспективным является создание линий лазерной связи в диапазонах инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Во многих странах, в том числе в России, проводятся исследования в этой области, в том числе для передачи информации рассеянным или отраженным от верхних слоев атмосферы излучением.

Определенная номенклатура устройств для этих целей уже выпускается как за рубежом, так и в нашей стране. Главным преимуществом этой техники является отсутствие затрат на использование частотного диапазона, составляющих существенную часть стоимости сотовых и спутниковых каналов связи. Однако дальность подобных линий связи в настоящее время невелика (в среднем до 1,5-3 км), и они подвержены промышленным помехам. Ориентировочно стоимость использования каналов связи, построенных по этому принципу, будет от 1,5 до 3 раз меньше стоимости применения традиционных каналов.

В России разработки по этой тематике ведутся в Институте проблем передачи информации РАН. Так называемый "инфракрасный прожектор", разработанный здесь, позволит даже в городских условиях при наличии большого числа источников инфракрасного излучения передавать информацию, кодированную исправляющим ошибки кодом со скоростью до 8 Мбит/с на дальность до 5 км. Устройство предназначено для привязки абонентов с большими информационными потребностями к сетям передачи данных типа Интернет. Причем стоимость использования "инфракрасного прожектора" существенно ниже, чем аналогичной по пропускной способности кабельной линии связи, радиорелейной или сотовой связи.

В целом, беспроводные линии связи в последнее время получили мощный импульс развития, вызванный, с одной стороны, растущими в геометрической прогрессии потребностями в передаче большими объемов информации в минимальные сроки, при обеспечении пользователю удобного, простого и экономически привлекательного доступа к информационным ресурсам; с другой стороны - бурным прогрессом цифровых методов передачи и обработки информации, появлением принципиально новых технологий обработки, организации передачи и сжатия информации, дальнейшей миниатюризацией электронных компонентов. Как показывает статистика, каждые десять лет потребность в передаче информации увеличивается в десять раз.

Поэтому в 1998-1999 годах ряд ведущих государств, в том числе и Россия, подписали Соглашение о совместном строительстве единого глобального информационного пространства, призванного как облегчить пользователям обмен информацией, так и обеспечить широкий доступ к уже созданным информационным ресурсам для всестороннего укрепления международного сотрудничества и доверия между странами.

**Основные сетевые топологии**

Сетевая топология описывает структуру объединения различных устройств. Существует несколько видов топологий, отличающихся друг от друга по трем основным критериям:

* режиму доступа к сети;
* средствам контроля, передачи и восстановления данных;
* возможности изменения числа узлов сети.

Основными применяемыми топологиями являются "звезда", "кольцо" и "шина".

В *звездообразной* топологии вся информация передается через некоторый центральный узел. Каждое устройство имеет свою собственную среду соединения (каналы связи, программная поддержка). Все периферийные станции могут обмениваться друг с другом только через центральный узел. Преимуществом этой структуры является то, что на среду передачи не может влиять никто, кроме ее собственника. С другой стороны, центральный узел должен быть исключительно надежным устройством. Кроме того, расширение сети возможно только в том случае, если организован порт для его подсоединения к Центральному узлу.

В *кольцевой* структуре информация передается от узла к узлу по физическому кольцу. Приемник копирует данные, регенерирует их вместе со своей квитанцией подтверждения следующему устройству в сети. Когда начальный передатчик получает свою собственную квитанцию, это означает, что его информация была корректно получена адресатом. В кольце не существует определенного централизованного контроля. Каждое устройство получает функции управляющего контроллера (так называемый "маркер") на строго определенный промежуток времени. Отказ в работе хотя бы одного узла приводит к нарушению работы кольца, а, следовательно, и к остановке всех передач.

В любой *шинной* структуре все устройства подсоединены к общей среде передачи данных, или шине. В отличие от "кольца" адресат получает свой информационный пакет без посредников. Процесс подключения к шине дополнительных узлов не требует аппаратных доработок со стороны уже работающих узлов сети, как это имеет место в случае топологии "звезда". Однако шинная топология требует жесткой регламентации доступа к среде передачи.

Существует два метода регулирования такого доступа -"шинного арбитража":

* "фиксированный мастер" (централизованный контроль шины), в соответствии с которым доступ к шине контролируется центральным мастер-узлом;
* "плавающий мастер" (децентрализованный контроль шины) благодаря собственному интеллекту каждое устройство само определяет регламент доступа к шине.

**Протоколы обмена информацией**

Протоколы обмена информацией - это принятые определенные правила построения информационных потоков, которые делают пере даваемую кодированную информацию понятной всем абонентам Обычно к числу таких правил относят: структуру построения блока данных, приемы реализации их контроля и пр.

Следует учитывать, что сложные протоколы повышают надежность передачи информации, но значительно снижают скорость ее передачи.

Принципиально каждый разработчик автоматизированной системы может использовать свой собственный протокол.

Однако подобная система будет доступна ограниченному кругу пользователей и не может быть интегрирована в сложные сетевые процессы обмена информацией.

Поэтому в международной практике приняты соответствующие стандарты на протоколы обмена информацией, среди которых можно выделить две крупные ветви: протоколы компьютерных сетей и полевые протоколы, работающие на уровне промышленных или полевых линий связи.

**Протоколы компьютерных сетей**

Среди протоколов информационных компьютерных сетей наибольшее распространение получило семейство (стек) протоколов TCP/IP *(Transmission Control Protocol / Internet Protocol).* Его лидирующая роль объясняется следующими свойствами:

* это наиболее завершенный стандартный и в то же время популярный стек сетевых протоколов, имеющий многолетнюю историю;
* почти все большие сети передают основную часть своего трафика с помощью протокола ТСР/IР;
* это метод получения доступа к сети Internet;
* этот стек служит основой для создания Intranet — корпоративной сети, использующей транспортные услуги Internet и гипертекстовую технологию WWW, разработанную в Internet;
* все современные операционные системы поддерживают стек ТСР/IP;
* это гибкая технология для соединения разнородных систем как на уровне транспортных подсистем, так и на уровне прикладных сервисов;
* это устойчивая масштабируемая межплатформенная среда для приложений клиент-сервер.

Протоколы ТСР/IP делятся на 4 уровня:

*Уровень IV* поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровней:

* для локальных сетей - это Ethernet, Token Ring, FDDI, Fast Ethernet, l00VG-AnyLAN;
* для глобальных сетей - протоколы соединений "точка - точка" SLIP и РРР, протоколы территориальных сетей с коммутацией пакетов Х.25, frame relay;
* разработана спецификация, определяющая использование технологии ATM в качестве транспорта канального уровня;
* при появлении новой технологии локальных или глобальных сетей она быстро включается в стек ТСP/IP за счет разработки соответствующего RFC (Request for Comment) - серии документов, описывающих сетевые сервисы и протоколы.

*Уровень III -* это уровень межсетевого взаимодействия, который занимается передачей пакетов данных с использованием различных транспортных технологий локальных сетей, территориальных сетей, линий специальной связи и т. п.:

* В качестве основного протокола сетевого уровня в стеке используется протокол IP (Internet Protocol), который первоначально проектировался как протокол передачи пакетов в сетях, состоящих из большого количества локальных сетей, объединенных как локальными, так и глобальными связями. Поэтому протокол IP хорошо работает в сетях со сложной топологией, рационально используя наличие в них подсистем и экономно расходуя пропускную способность связи.
* К уровню межсетевого взаимодействия относятся и все протоколы, связанные с составлением и модификацией таблиц маршрутизации, такие как протоколы сбора маршрутной информации RIP (Routing Internet Protocol) и OSPF (Open Shortest Path First), а также протокол межсетевых управляющих сообщений ICMP (Internet Control Message Protocol). Последний из перечисленных протоколов предназначен для обмена информацией об ошибках между маршрутизаторами сети и узлом-источником пакета данных. С помощью специальных пакетов ICMP сообщается о невозможности доставки пакета, о превышении времени жизни или продолжительности сборки пакета из фрагментов, об аномальных значениях параметров, об изменении маршрута пересылки и типа обслуживания, о состоянии системы и т.п.

*Уровень II* называется основным. На этом уровне функционируют протокол управления передачей TCP (Transmission Control Protocol) и протокол дейтаграмм пользователя UDP (User Datagram Protocol). Протокол TCP обеспечивает надежную передачу сообщений между удаленными прикладными процессами за счет образования виртуальных соединений. Протокол UDP обеспечивает передачу прикладных пакетов дейтаграммным способом, как и IP, и выполняет только функции связующего звена между сетевым протоколом и многочисленными прикладными процессами.

*Уровень 1* называется прикладным. За долгие годы использования в сетях различных стран и организаций стек ТСР/IP накопил большое количество протоколов и сервисов прикладного уровня, к которым относятся:

* Протокол пересылки файлов FTP (File Transfer Protocol) реализует удаленный доступ к файлу. Для того чтобы обеспечить надежную передачу, FTP использует в качестве транспорта протокол с установлением соединений - TCP. Кроме пересылки файлов протокол FTP предлагает и другие услуги. Так, пользователю предоставляется возможность интерактивной работы с удаленной машиной, например, он может распечатать содержимое ее каталогов. Наконец, FTP выполняет аутентификацию пользователей. Прежде чем получить доступ к файлу, в соответствии с протоколом пользователи должны сообщить свое имя и пароль. Для доступа к публичным каталогам FTP-архивов Internet парольная аутентификация не требуется, и ее обходят за счет использования для такого доступа предопределенного имени пользователя Anonymous.
* В стеке TCP/IP протокол FTP предлагает наиболее широкий набор услуг для работы с файлами, однако он является и самым сложным для программирования. Приложения, которым не требуются все возможности FTP, могут использовать другой, более экономичный простейший протокол пересылки файлов TFTP (Trivial File Transfer Protocol). Этот протокол реализует только передачу файлов, причем в качестве транспорта используется более простой, чем TCP, протокол без установления соединения — UDP.
* Протокол telnet обеспечивает передачу потока байтов между процессорами, а также между процессором и терминалом. Наиболее часто этот протокол используется для эмуляции терминала удаленного компьютера. При использовании сервиса telnet пользователь фактически управляет удаленным компьютером также, как локальный пользователь, поэтому такой вид доступа требует хорошей защиты. Поэтому серверы telnet всегда используют как минимум аутентификацию по паролю, а иногда и более мощные средства защиты, например, систему Kerberos.

Протокол SNMP (Simple Network Management Protocol) используется для организации сетевого управления. Протокол SNMP был разработан для удаленного контроля и управления маршрутизаторами Internet (шлюзами). С ростом популярности протокол SNMP стали применять и для управления любым коммуникационным оборудованием - концентраторами, мостами, сетевыми адаптерами и т.д.

**Полевые протоколы**

Сети, обеспечивающие информационные потоки между контроллерами, датчиками сигналов и разнообразными исполнительными механизмами, объединяются общим названием "промышленные сети или "полевая шина" (FieldBus). Протоколы, по которым работают полевые шины, относят к полевым протоколам.

Основная задача полевых сетей (следовательно, и полевых протоколов) - обеспечить совместимость на уровне сети аппаратных средств от разных производителей.

Предпочтительность того или иного сетевого решения как средства транспортировки данных можно оценить по следующей группе критериев:

* объем передаваемых полезных данных;
* время передачи фиксированного объема данных;
* удовлетворение требованиям задач реального времени;
* максимальная длина шины;
* допустимое число узлов на шине;
* помехозащищенность.

Часто улучшение по одному параметру может привести к снижению качества по другому, то есть при выборе того или иного протокольного решения необходимо следовать принципу разумной достаточности. Наиболее распространенными полевыми протоколами являются:

*Протокол MODBUS* разработан фирмой Gould Inc. для построения промышленных распределенных систем управления. Специальный физический интерфейс для него не определен и может быть выбран самим пользователем: RS-232C, RS-422, RS-485 или токовая петля 20мА.

Протокол работает по принципу Master/Slave. В сети могут находиться одновременно один Master-узел и до 247 Slave-узлов. Master-узел инициирует циклы обмена данными двух видов: запрос/ответ (адресуется только один из Slave-узлов) и широковещательная передача данных.

Протокол описывает фиксированный формат команд, последовательность полей в команде, обработку ошибок и исключительных состояний, коды функций. Каждый запрос со стороны ведущего узла включает код команды (чтение, запись и т.д.), адрес абонента, размер поля данных, собственно данные и контрольный код. В набор команд входят чтение/запись данных, функции диагностики, программные функции и т.п. Протокол *MODBUS* можно назвать наиболее распространенным в мире. Он привлекателен своей простотой и независимостью от физического интерфейса.

*Протокол BITBUS* разработан фирмой Intel в 1984 году для построения распределенных систем, в которых должны быть обеспечены высокая скорость передачи и надежность. Протоколу был присвоен статус стандарта IEEE 1118. Используется принцип Master/Slave. физический интерфейс основан на RS-485. Протокол не дает возможности построения сложных систем из-за простоты структуры его информационных пакетов. Он определяет два режима передачи данных по шине:

* *Синхронный режим* используется для работы на большой скорости, но на ограниченных расстояниях: от 500 до 2400 кбит/с на расстоянии до 30 м. При этом в сеть может быть включено до 28 узлов.
* *Режим с самосинхронизацией,* когда передача возможна на скоростях 375 Кбит/с (до 300 м) и 62,5 Кбит/с (до 1200 м). Используя шинные повторители, можно объединять последовательно несколько шинных сегментов (до 28 узлов на каждом). Тогда общее число узлов можно довести до 250, а длину шины - до нескольких километров.

*Протокол PROFIBUS (Process Field Bus)* первоначально предназначался для выполнения следующих действий:

* организации связи с устройствами, гарантирующими быстрый ответ;
* создания простой и экономичной системы передачи данных, основанной на стандартах;
* реализации интерфейса между протоколами передачи данных и пользователем.

В *PROFIBUS* используется гибридный метод доступа в структуре Master/Slave и децентрализованная процедура передачи маркера. Сеть может состоять из 122 узлов, 32 из которых могут быть Master-узлами. В среде Master-узлов передается маркер — право проведения циклов передачи данных по шине. Все циклы строго регламентированы по времени, организована продуманная система тайм-аутов.

Протокол *PROFIBUS* является наиболее развивающимся и завоевывает все большую популярность.

**Локальные компьютерные сети**

Локальная компьютерная сеть или локальная вычислительная сеть (ЛВС, LAN - Local Area Network) *-* это объединение компьютеров и других устройств для создания общих ресурсов и совместного использования данных. Компьютеры, входящие в состав ЛВС, расположены на небольших расстояниях один от другого (комната, этаж, небольшое здание и т.п.). Существуют различные типы ЛВС: Ethernet, как описано в стандарте IEEE 802.3, представляет собой компьютерную сеть, основанную на использовании протокола CSMA/CD (множественный доступ к среде с детектированием несущей и обнаружением конфликтов) при передаче электрических сигналов по соединяющему компьютеры кабелю. Метод CSMA/CD обеспечивает каждой станции возможность передачи данных в сетевой кабель, при этом все станции имеют равные права. Прежде, чем начать передачу данных, станция должна "прослушать среду" и определить: не используется ли кабель в данный момент другой станцией. Если сеть занята, станция повторяет попытку по истечении случайного интервала времени. Если же среда свободна, станция начинает передачу данных.

Стандарт IEEE 802.3 содержит несколько спецификаций, отличающихся топологией и типом используемого кабеля. Например, 10BASE-5 использует толстый коаксиальный кабель, 10BASE-2 тонкий, a 10BASE-F, 10BASE-FB, 10BASE-FL и FOIRL используют оптический кабель. Наиболее популярна спецификация IEEE 802.3I 10BASE-T, в которой для организации сети используется кабель на основе неэкранированных скрученных пар с разъемами RJ-45. Ethernet поддерживает скорости передачи информации 10 и 100 Мбит/с.

Token Ring (маркерное кольцо) - это локальная компьютерная сеть, в которой передача информации (при скорости передачи 4 и 16 Мбит/с) организована на следующих основных принципах:

* станции подключаются к сети по топологии "кольцо";
* все станции, подключённые к сети, могут передавать данные, только получив разрешение на передачу (маркер);
* в любой момент времени только одна станция в сети обладает таким правом.

Управление станциями в сети Token Ring происходит с помощью передачи специального кадра - маркера. Станция, которая приняла маркер, получает право на передачу и может передавать данные. Для этого станция удаляет маркер из кольца, формирует кадр данных и передаёт его следующей станции. В сети Token Ring все станции принимают и ретранслируют все кадры, проходящие по кольцу. При приёме станция сравнивает поле адреса кадра с собственным адресок;. Если адреса не совпадают, то кадр передаётся далее по кольцу без изменений. Если адреса совпадают, или принят кадр с широковещательным адресом, то содержимое копируется в буфер станции, а по результатам приёма вносятся изменения в поле статуса кадра. Загс кадр передаётся далее по сети и, таким образом, возвращается на станцию-отправитель. Получив кадр, станция-отправитель проверяет поле статуса кадра, формирует маркер и передаёт его следующей станции. Таким образом, следующая станция получает право на передачу данных.

В последние несколько лет наметилось движение к отказу от использования в локальных сетях разделяемых сред передачи данных. Наметился переход на обязательное использование между станциями активных коммутаторов, к которым конечные узлы присоединяются индивидуальными линиями связи. В чистом виде такой подход предлагается в технологии ATM, а смешанный подход, сочетающий разделяемые и индивидуальные среды передачи данных, используется в технологиях, носящих традиционные названия с приставкой switching (коммутирующий): switching Ethernet, switching Token Ring и т.д.

**Корпоративные сети**

Корпоративная сеть - это (как и ЛВС) сеть, объединяющая компьютеры и другие устройства для создания общих ресурсов и совместного использования данных. Но, в отличие от ЛВС, корпоративные сети объединяют компьютеры в масштабе крупных предприятий или других образований, например администрация города или банковская система: в состав корпоративной сети может входить несколько сотен или тысяч компьютеров, находящихся на значительном расстоянии друг от друга, даже в разных городах. Компьютеры отдельных подразделений обычно объединяются в ЛВС, которые и охватываются единой корпоративной сетью с помощью самых разнообразных каналов связи и сетей различного типа.

Разветвленность и большое количество абонентов сети делает крупные корпоративные сети похожими на Internet. В связи с этим в корпоративных сетях все больше применяются хорошо развитые технологии Internet, использующие протоколы прикладного уровня ТСР/IP: корпоративная почта, доступ к файлам, базам данных и т.п. Такие сети получили название Intranet.

**Глобальная компьютерная сеть**

Сеть Internet (Интернет) можно описать как огромную цифровую магистраль — систему, связывающую миллионы компьютеров, подключенных к тысячам сетей по всему миру. Ее прошлое уходит своими корнями в эпоху холодной войны, конец 60-х - начало 70-х годов. Первоначально данные разработки финансировались правительством США, и сеть, ставшая предшественницей Internet, была специально спроектирована таким образом, чтобы обеспечить коммуникации между правительственными узлами в том случае, если часть ее выйдет из строя в результате ядерной атаки. Применяемый в ней протокол TCP/IP разработан с учетом того, чтобы компьютеры всех видов могли совместно использовать сетевые средства и непосредственно взаимодействовать друг с другом, как одна эффективно интегрированная компьютерная сеть. Сегодня сеть Internet связывает уже десятки миллионов пользователей компьютеров во всем мире. Эта глобальная "сеть сетей" охватывает тысячи университетских, правительственных и корпоративных сетевых систем, связанных высокоскоростными частными и общедоступными сетями.

Internet - это общедоступная сеть, открытая для любого пользователя, имеющего модем и/или инсталлированное программное обеспечение для работы по протоколу TCP/IP. Допуск в Internet через постоянное сетевое соединение или коммутируемую линию предоставляется провайдером услуг Internet (Internet Service Provider - ISP).

Internet функционирует, не имея никакой центральной организации, которая осуществляла бы управление или руководство ею, за исключением, Центра сетевой информации Internet - InterNIC (Internet Network Information Center), организации, предлагающей информационные и регистрационные услуги пользователям Internet.

##

## 6.3 Средства измерительных и управляющих технологий

Все средства измерительных и управляющих технологий образуют две подсистемы:

* *Подсистему измерения* (датчики, измерительные преобразователи, каналы ввода устройств сопряжения ЭВМ с объектом). Эта подсистема предназначена для контроля заданной совокупности аналоговых, частотных и дискретных параметров объекта изучения, их предварительного преобразования к нормализованному виду, а также преобразования нормализованных сигналов в цифровой код, необходимый для обеспечения ввода в ЭВМ.
* *Подсистему управления* (регуляторы, исполнительные механизмы, каналы вывода устройств сопряжения ЭВМ с объектом), которая предназначена для приема от ЭВМ управляющих воздействий в кодированном виде, преобразования полученных цифровых кодов в электрические сигналы аналоговой, импульсной, частотной или дискретной формы и передачи их в органы управления.

### Датчики и измерительные преобразователи

Датчики - это устройства, реагирующие своими чувствительными элементами на изменения того или иного параметра исследуемого объекта и преобразующие эти изменения в форму удобную для последующей передачи информации (обычно в электрический сигнал). Существует множество видов и типов датчиков, способных контролировать процессы различной физической природы: *электрические, тепловые, механические, магнитные, оптические* и т.д.

При выборе типа датчика любого назначения следует руководствоваться несколькими общими принципами.

При наличии выбора необходимо, прежде всего, ориентироваться на датчики *прямого однократного преобразования,* что позволяет минимизировать потери и искажения информации. При ограниченности выбора вполне допустимо использование датчиков *многократного преобразования* и даже *косвенных методов измерения,* когда интересующий параметр не измеряется непосредственно, а вычисляется по результатам замера косвенных параметров, однако при этом следует более тщательно относиться к их тарировке.

Например, датчик температуры на основе термопары осуществляет прямое однократное преобразование измеряемой температуры в напряжение, которое непосредственно измеряется без дополнительных преобразований.

В датчике напряжения на основе эффекта Холла измеряемое напряжение вначале преобразуется в электрический ток (первое преобразование), который, проходя по измерительной обмотке, создает в сердечнике магнитного концентратора магнитное поле (второе преобразование), а затем в элементе Холла магнитная индукция преобразуется в электрическое напряжение низкого уровня (третье преобразование). Как правило, датчики Холла выполняются в интегральном исполнении со встроенными средствами усиления и стабилизации параметров (четвертое преобразование).

Такой параметр, как момент вращения электродвигателя непосредственно замерить достаточно трудно, поэтому часто замеряют Косвенные параметры (частоту вращения, электрические параметры нагрузочного устройства) и по ним вычисляют искомый момент. При достаточно большом удалении физического объекта от вычислительных средств обработки информации (более 10 м) целесообразно выбирать датчики со *встроенными измерительными преобразователями и цифровым выходом,* что значительно снижает уровень возможных помех на длинной линии связи, особенно при наличии источников помех, например, от промышленных объектов. Как правило, подобные структуры датчиков реализуются с использованием микропроцессорных средств и называются "интеллектуальными" (рис.3.1.).

При таком подходе возможны не только предварительное преобразование измеряемого сигнала, но также предварительная обработка (сжатие) информации. Например, несколько сотен мгновенных значений измеряемого сигнала усредняются на заданном интервале времени, и в центральную систему передается только одно среднее значение, что значительно упрощает работу центрального вычислительного устройства.

При изучении динамических процессов, например, с целью идентификации динамических параметров математических моделей, важен синхронный контроль изменения одновременно нескольких параметров объекта на одно и то же возмущение. Для решения таких задач современных высокоэффективных исследований целесообразно применение *многоканальных синхронизированных датчиков.*

Например, при изучении энергетических параметров в многофазных энергосистемах важен синхронный контроль трех фазных токов и трех фазных напряжений. Был создан специальный 6-канальный интеллектуальный датчик, способный по каждому каналу измерять и запоминать в буферном накопителе до несколько сотен мгновенных значений с последующей их обработкой и передачей информации в центральное вычислительное устройство.

Используемые в составе измерительных каналов *измерительные преобразователи* (кондиционеры сигналов) - это устройства, осуществляющие преобразование электрических сигналов и приведение их к удобному (нормализованному) для дальнейшего использования уровню или виду. К ним относятся усилители, нормализаторы, фильтры, гальванические развязки, искрогасящие барьеры, преобразователи типа ток/напряжение, частота/напряжение и другие подобные устройства. Чаще всего конструктивно они выполняются в виде отдельных блоков. В международной практике используют нормализованные ряды первичных преобразователей.

##

## 6.4 Регуляторы и исполнительные механизмы

Регуляторы — это чаще всего *логические устройства,* воспроизводящие заданную логику управления (алгоритмы управления), а исполнительные механизмы - это *силовые устройства,* реализующие воздействие на элементы экспериментальной установки или непосредственно на объект изучения в соответствии с заданным алгоритмом.

Иногда эти понятия объединяют и говорят, например, "регулятор напряжения", понимая под этим и логику управления, и силовой элемент, например, в виде силового транзистора или реле (релейный регулятор напряжения).

Существует несколько общепринятых типов регуляторов, которые предназначены для решения различных задач управления:

* *релейный (Р) -* простейший тип дискретного регулятора, у которого амплитуда выходного сигнала дискретно изменяется только на двух уровнях: Uвых(t) = 0 или Uвых(t) = Uвых(max);
* основанный на *широтно-импульсной модуляции (ШИМ)* сигналов - это более сложный тип дискретного регулятора, у которого амплитуда выходного сигнала управления также дискретно изменяется только на двух уровнях: Uвыx(t) = 0 или Uвых(t) = Uвых(max), но имеется возможность управления длительностью дискретного состояния, что обеспечивает более высокое качество управления;
* *частотный (Ч) -* это тип регулятора, у которого выходной сигнал представляет собою изменение частоты в функции входного сигнала, что удобно и необходимо для целого ряда задач управления, например, в области электроники и электротехники;
* *пропорциональный (П) -* простейший тип аналогового регулятора, у которого выходной сигнал управления пропорционален с заданным коэффициентом входному сигналу Uвых(t) = kUBX(t);
* *интегральный (И)* - тип аналогового регулятора, у которого выходной сигнал управления пропорционален интегралу входного сигнала UBblx(t) = k2 J UBX(t)dt;
* *дифференциальный (Д)* — тип аналогового регулятора, у которого выходной сигнал управления пропорционален производной входного сигнала UBblx(t) = k3dUBX(t)/dt;
* *пропорционально-интегральный (ПИ) —* тип аналогового регулятора, у которого выходной сигнал управления пропорционален с заданным коэффициентом входному сигналу и его интегралу U.ux(t) = k,Ulx(t) + k2 J UBX(t) dt;
* *пропорционально-дифференциальный (ПД)* — тип аналогового регулятора, у которого выходной сигнал управления пропорционален с заданным коэффициентом входному сигналу и его производной UBblx(t) = k|UBX(t) + k3dUBX(t)/dt;
* *пропорционапъно-интегрально-дифферет^иальный (ПИД) —* тип аналогового регулятора, у которого выходной сигнал управления пропорционален с заданными коэффициентами входному сигналу, его интегралу и производной UBb,x(t) = k|UBX(t) + k2 J U.,(t) dt + k3dUBX(t)/dt;
* *адаптивный (А) —* это наиболее сложный тип регулятора, у которого структура и параметры могут изменяться в зависимости от значений контролируемых параметров или каких-либо внешних условий.

Реализация различных типов регуляторов возможна как простейшими аппаратными средствами, например, с использованием операционных усилителей, цифро-аналоговых преобразователей, программируемых таймеров и пр., так и с использованием микропроцессорных средств.

Последнее решение более предпочтительно, поскольку позволяет дополнительно реализовать более сложные адаптивные алгоритмы программного изменения как структуры регулятора, так и его параметров. Особое внимание при выборе средств управления следует обращать на возможность реализации нескольких разнородных каналов управления. Здесь также предпочтительно использование микроконтроллеров. Например, микроконтроллер типа РСВ80С552 фирмы Philips имеет два независимых канала ШИМ, два независимых цифро-аналоговых преобразователя и три канала частотного управления. Спектр исполнительных механизмов достаточно широк и обычно ориентирован на прикладные области применения:

* *в теплотехнике ~* устройства нагрева, охлаждения и т.д.;
* *в электротехнике -* реле, контакторы, электродвигатели, электронные преобразователи частоты и напряжения и пр.;
* *в гидравлике —* насосные и компрессорные агрегаты, задвижки и вентили и т.д.

Общим требованием ко всем исполнительным механизмам является возможность их автоматического управления, что не всегда просто реализуется и требует иногда разработки уникальных силовых устройств. Например, для реализации различных алгоритмов управления электроприводами потребовалось разработать универсальный многофазный преобразователь частоты и напряжения мощностью 1000 Вт, у которого регулируются:

* уровень выходного напряжения в диапазоне 0...220 В с дискретностью не хуже 1 В;
* частота выходного напряжения в диапазоне 0...1000 Гц с дискретностью не хуже 1 Гц;
* тип выходного напряжения (постоянное, переменное);
* форма выходного напряжения (меандр, ступенчатая, квазисинусоидальная).

**Устройства сопряжения с объектом**

Устройства сопряжения с объектом (УСО) предназначены для передачи и преобразования самой разнообразной информации от объекта изучения к обрабатывающим вычислительным средствам (микропроцессорам, компьютерам), а также для преобразования и передачи управляющих воздействий от вычислительных средств к объекту.

Существует множество разнообразных УСО, которые можно разделить на следующие основные типы:

* приборный интерфейс GPIB (HPIB, МЭК 625.1, КОП);
* магистрально-модульные системы (MMS);
* встраиваемые в компьютер измерительно-управляющие платы (Plugin-Card);
* программируемые логические контроллеры (PLC);
* комбинированные многоуровневые иерархические системы.

*Приборный интерфейс GPIB (HPIB, МЭК 625.1, КОП).* Приборный интерфейс был предложен американской фирмой Hewlett Packard в 1972 г.- HPIB (Hewlett Packard Interface Bus), признан международным стандартом в 1975 г. - МЭК 625.1 (Международная Электротехническая Комиссия, протокол 625.1) и принят и России в 1980 г. - КОП (Канал Общего Пользования - Российский стандарт).

Приборный интерфейс представляет собою дополнение цифрового измерительного прибора с встроенной в него интерфейсной платой GPIB (General Purpose Interface Bus). Интерфейсная плата реализующих дистанционное программное управление всеми параметрами прибор си удаленного управляющего компьютера, снабженного интерфейсной платой адаптера, которая обеспечивает согласование магистрали используемого компьютера с 16-разрядной магистралью приборного интерфейса. С помощью специального 24-жильного кабеля возможно объединение нескольких цифровых измерительных приборов в измерительную систему сложной конфигурации. Максимально допускается объединение до 15 приборов с общей длиной магистрали 20 м.

Использование в составе лабораторного оборудования приборного интерфейса оправдано в двух случаях:

* когда уже существующее лабораторное оборудование было построено именно на этом принципе, накоплен опыт работы с ним и нет веских оснований для перехода на другие системы;
* в тех уникальных случаях, когда нет других средств для контроля необходимых параметров.

Во всех других случаях следует по возможности избегать применения приборного интерфейса из-за его громоздкости, относительно высокой стоимости, низкого быстродействия (максимальное быстродействие магистрали приборного интерфейса до 8 Мбайт/с, типовое значение - 1 Мбайт/с), сложности реализации даже простых управляющих функций.

***Магистрально-модульные системы (MMS)***

Универсальные магистрально-модульные системы (MMS) представляют собою набор типовых измерительно-управляющих модулей ввода/вывода цифровой, аналоговой и дискретной информации, установленных в один из стандартных каркасов (крейтов) с общим блоком энергоснабжения, объединенных общей информационной магистралью и управляемых от удаленного компьютера посредством встроенного в крейт контроллера. Приведенные системы при общности их основной структуры отличаются конструктивным исполнением, энергетическими показателями, функциональными возможностями.

Одна из первых MMS, принятых в качестве международного стандарта - САМАС (Computer Application to Measurement And Control) в 1972 г., успешно используется до настоящего времени. В стандарте САМАС фирмами различных стран разработано и эксплуатируется более 1500 функциональных модулей измерения и управления. САМАС не имеет собственных вычислительных средств, но может управляться практически от любого компьютера, для чего в крейт Устанавливается соответствующий выбранному компьютеру контроллер, а в сам компьютер должна быть установлена соответствующая плата адаптера, согласующая магистраль выбранного компьютера со стандартной магистралью САМАС. В САМАС принята достаточно быстрая магистраль с 24-разрядными шинами адреса, данных и тиной управления, со временем цикла по магистрали - 1 мкс (что эквивалентно скорости передачи данных по магистрали 16 Мбит/с). Однако наличие между функциональными модулями и управляющим компьютером промежуточных устройств (контроллер - кабель связи-адаптер) делает результирующее быстродействие системы не более одного Мбит/с.

Дальнейшим развитием идеологии MMS, но на новой элементной базе более высокой степени интеграции являются системы VME (Versabus Module Europe-bus) и VXI (VMEbus extensions for Instrumentation). Кроме современной элементной базы, обеспечивающей более высокую функциональную насыщенность и быстродействие каждого модуля, здесь следует выделить несколько принципиальных особенностей:

* Контроллер крейта стал интеллектуальным, что позволяет перенести программы управления модулями с удаленного компьютера непосредственно в состав крейта, а это повышает общее быстродействие системы практически на порядок. Кроме того, в ряде случаев (например, в некоторых контроллерах VXI) стали использоваться RISC-процессоры реального времени, что еще больше увеличивает быстродействие системы.
* В основе VXI лежит магистраль новой архитектуры, которая разрешает прямое обращение одного модуля к памяти другого и наоборот, что расширяет функциональные возможности системы, снижает количество ошибок и существенно повышает надежность и скорость работы. Итоговая скорость магистрали VXI достигает 360 Мбит/с.
* Большинство функциональных модулей сами стали интеллектуальными за счет введения в их состав специализированных микроконтроллеров, что значительно улучшило функциональные возможности таких модулей. Появился режим самодиагностики, автоматической коррекции нулевых сигналов, предварительное накопление и обработка данных, программное изменение параметров модуля, улучшилась процедура обмена данными с обшей магистралью и пр. Так, модули VXI имеют оперативную память до 64 Мбайт. Эта память может быть использована как для хранения экспериментальных данных, так и данных, характеризующих сложные сигналы управления. Кроме того, как уже говорилось, содержимое памяти каждого модуля может быть получено другим модулем для обработки или иного использования с высокой скоростью магистрали.

Сравнительно недавно появились компактные и высокоэффективные MMS разработки американской фирмы National Instruments для обслуживания объектов средней сложности PXI (PCI extensions for Instrumentation) и SCXI (Signal Conditioning extensions for Instrumentation).

PXI представляет собой магистрально-модульную систему на основе компьютерной магистрали PCI (Peripherial Computer Interconnect), скорость передачи информации по которой составляет 132 Мбайт/с, дополненной линиями синхронизации модулей (10 МГц) и линиями передачи аналоговых сигналов. Контроллер крейта выполнен по архитектуре управляющего компьютера с процессором Intel Pentium в том же конструктиве, что и модули, и устанавливается в крейт как один из модулей. Стандартная система PXI имеет 8 слотов расширения PCI, а с помощью мостов PCI — PCI количество подключаемых модулей может расширяться практически неограниченно. Ассортимент модулей повторяет типовой набор устройств ввода/вывода с добавлением высокоскоростных измерителей, модуля оцифровки изображения и других модулей, что позволяет реализовать на основе PXI достаточно эффективные автоматизированные системы средней сложности.

SCXI является еще более простой и компактной системой, которая, как и САМАС, не имеет собственных вычислительных ресурсов, а подключается к внешнему управляющему компьютеру через параллельный порт. SCXI представляет собой многоканальную систему согласования и ввода/вывода сигналов для работы с Plugin-Card, PXI, VXI. SCXI может использоваться как дополнение к измерительно-управляющим платам и модулям для согласования сигналов или как самостоятельная законченная система ввода/вывода. SCXI- система состоит из одного или нескольких крейтов для размещения в каждом 4-х или 12-ти модулей разного функционального назначения.

Таким образом, общим для всех MMS является объединение Функциональных модулей в едином каркасе общей магистралью, что обеспечивает их эффективное управление от главного модуля (контроллера), также устанавливаемого в общий крейт.

Достоинством MMS является возможность простого конфигурирования и практически неограниченного наращивания автоматизированной системы любой сложности за счет смены модулей и наращивания количества крейтов. Относительным недостатком MMS является их избыточность при использовании для автоматизации простых объектов. Системы VME,VXI, PXI, SCXI достаточно дорогостоящие и функционально насыщенные. Каждая из этих систем помимо набора функциональных модулей измерения и управления в обязательном порядке содержит дополнительные устройства, удорожающие эти системы:

* каркас (крейт) с общим для всех модулей блоком питания и системой вентиляции;
* общую для всех модулей магистраль;
* контроллер (чаще всего интеллектуальный), обеспечивающий управление функциональными модулями по общей магистрали и связь с управляющим компьютером.

Поэтому применение указанных систем автоматизации оправдано в сложных, многоканальных экспериментах, когда требуется высокая точность контроля параметров при повышенном быстродействии всей системы.

**Измерительно-управляющие платы (Plugin-Card).**

Идея ввода в состав персонального компьютера дополнительной платы управления внешними по отношению к нему устройствами вполне логична, поскольку подобными платами исходно оснащен любой компьютер (платы управления монитором, внешними накопителями, плата связи с сетью и т.д.). Более того, каждый компьютер имеет несколько свободных мест (слотов) для установки подобных плат по желанию пользователя.

Структурно и конструктивно каждая Plugin-Card содержит:

* *функциональную часть* в виде универсального набора устройств ввода/вывода цифровой, аналоговой и дискретной информации (входной аналоговый коммутатор, АЦП, ЦАП, программируемый счетчик/таймер, порты цифрового ввода/вывода и т.д.);
* *интерфейсную часть,* обеспечивающую информационное и энергетическое согласование устройств функциональной части с магистралью компьютера;
* *печатный разъем,* соответствующий типу слота компьютера.

Данное направление развития базовых средств автоматизации постоянно совершенствуется. Появились Plugin-Card для различных классов компьютеров (IBM PC, PS2, Macintosh), платы с собственными микропроцессорными средствами обработки, быстрыми буферными накопителями типа FIFO (First Input-First Output) и т. д., благодаря чему значительно расширились их функциональные возможности. Спектр возможностей современных Plugin-Card значительно возрос и практически приблизился к возможностям функциональных модулей таких систем, как VME,VXI, PXI, SCXI:

* входной аналоговый коммутатор- 8...64 канала;
* АЦП - 8... 16 разрядов при быстродействии до 5 Ms/c (для 12-разрядов);
* ЦАП - 8... 16 разрядов при быстродействии до 1 Ms/c (для 12-разрядов);
* программируемый счетчик/таймер - 1... 8 каналов, с разрядностью 16...24;
* порты цифрового ввода/вывода — 8... 128 разрядов.

Основное преимущество измерительно-управляющих подсистем на основе Plugin-Card состоит в том, что между обрабатывающим компьютером и функциональными устройствами ввода/вывода информации отсутствуют промежуточные устройства, поскольку Plugin-Card вставляют в свободные слоты компьютера. При этом основные измерительно-управляющие устройства Plugin-Card оказываются расположенными непосредственно на шинах обрабатывающего процессора, им присваиваются соответствующие адреса одного из внешних устройств процессора, могут быть назначены необходимые приоритеты, что минимизирует все временные задержки при измерении и управлении. Максимальная скорость обмена информацией доходит до 132 Мбайт/с. Кроме того, отпадает необходимость в специальном корпусе, блоке питания, системе охлаждения, поскольку все это уже есть в базовом компьютере, что значительно упрощает и удешевляет измерительно-управляющую подсистему в целом.

Однако имеется недостаток, который следует учитывать при использовании Plugin-Card для аналогового управления быстродействующими объектами. Цифро-аналоговые преобразователи (в отличие от АЦП) на универсальных платах, как правило, не имеют выходного буфера, за исключением специализированных карт аналогового вывода и генераторов сигналов сложной формы, которые отличаются высокой стоимостью. Поэтому для реализации сложного алгоритма управления объектом каждое новое значение выходного аналогового сигнала по каждому каналу необходимо рассчитывать в реальном времени, в связи с чем, скорость управления объектами ограничивается или становится в прямую зависимость от производительности применяемого компьютера, вынужденного помимо задач управления Выполнять параллельно и другие служебные функции. Так, проведенное тестирование показало, что для базового компьютера на основе процессора Intel Pentium 150 МГц максимальная частота генерирования выходного аналогового сигнала не превышает 40 КГц, а для процессора Intel 486 Dx66 - не более 13 КГц.

Эта связь становится еще более явной, если необходимо корректировать алгоритм управления в зависимости от реакции объекта на управляющие воздействия. Для быстродействующих объектов при сложных алгоритмах управления такую систему практически невозможно реализовать именно потому, что современные компьютеры не успевают произвести требуемые вычисления. Например, для реализации векторного управления асинхронным двигателем на частоте питания 50 Гц с просчетом положения вектора поля через 10 электрических градусов требуется компьютер с производительностью более 50 миллионов операций в секунду, что превышает производительность самых мощных на сегодняшний день общедоступных компьютеров.

Выходом из подобной ситуации может служить использование параллельно с универсальными измерительными платами специализированных плат аналогового вывода. Такие платы имеют выходной буфер и предназначены для генерации сигналов с частотой обновления до 300 КГц.

Таким образом, можно определить основной перечень условий, при которых исследовательское оборудование целесообразно строить па основе измерительно-управляющих плат типа Plugin-Card:

* Небольшое удаление объекта исследования от измерительною компьютера (1-2м). При большем удалении объекта исследования использование измерительных карт возможно, однако требует применения дополнительных устройств - нормализаторов сигналов, фильтров и т. п. для устранения случайных помех и компенсации потерь в измерительных каналах. Однако при работе на больших частотах полностью избавиться от помех практически невозможно.
* Реализуемость задач управления, которая определяется быстродействием системы, в которую входит компьютер и измерительно-управляющая плата. Оценка реализуемости должна проводиться в каждом конкретном случае. Если система не способна обеспечить требуемого быстродействия, необходимо или переходить на более быстродействующие средства, или распределять вычислительные и измерительные задачи между несколькими устройствами, т. е. использовать комбинированные системы.
* Персональный компьютер имеет ограниченное количество слотов для подключения интерфейсных плат. Если требуемое количество интерфейсных плат превышает количество слотов персонального компьютера, необходимо использовать блоки расширения слотов или переходить на магистрально-модульные системы.

**Программируемые логические контроллеры**

Программируемые логические контроллеры (PLC) представляют собою компактные измерительно-управляющие системы с заранее программируемой логикой, выполненные на основе специальных интегральных микросхем повышенной степени интеграции (базовых микроконтроллеров). PLC содержат в одном кристалле как средства обработки информации (микропроцессор с необходимым набором периферийных устройств - ОЗУ, ПЗУ, порты ввода/вывода и пр.), так и средства измерения и управления (АЦП, ЦАП, ШИМ, программируемые счетчики/таймеры, порты ввода/вывода и пр.)

Структура измерительно-управляющей подсистемы на базе PLC отличается простотой конфигурации и компактностью. Обычно используют полностью законченные промышленные конфигурации, содержащие базовый вычислительный модуль и набор типовых модулей ввода/вывода или так называемые отладочные платы (kit). Эти платы содержат базовый комплект микроконтроллера с необходимыми внешними устройствами (ОЗУ, ПЗУ, порты ввода/вывода и т.д.), а также свободную часть монтажной платы для реализации нестандартного дополнения по проекту разработчика.

В настоящее время существует множество типов базовых микроконтроллеров различных фирм (Intel, Motorola, Texas Instruments, Maxim, Philips и т.д.), отличающихся как внутренней архитектурой, так и функциональным назначением.

Наиболее распространены микроконтроллеры на основе микропроцессора i80C51 фирмы Intel. В этом семействе особый интерес для создания PLC (для сравнительно простых объектов при хорошем соотношении: цена/функциональные возможности) представляют микроконтроллеры РСВ80С552 фирмы Philips. Они имеют следующие базовые показатели:

* внешняя память программ и данных до 64 кБ каждая;
* встроенный 8-канальный 10-разрядный АЦП со временем собственного преобразования до 10 мкс;
* два канала широтно-импульсной модуляции (ШИМ) с тактовой частотой 15 КГц для реализации частотного управления;
* 8-разрядный цифровой порт ввода/вывода;
* три встроенных 16-разрядных таймера/счетчика;
* сторожевой таймер, предназначенный для автоматического перезапуска системы в случае ее зависания, например из-за кратковременного сбоя напряжения питания;
* последовательный порт, подключаемый по стандарту RS232/RS485 для реализации внешних связей с другими микроконтроллерами или с базовым компьютером;
* последовательный порт шины I2С, позволяющий подключать к микроконтроллеру дополнительные устройства (модули флэш-памяти, часы реального времени и т. п.) и соединять несколько микроконтроллеров в единую сеть для совместной работы.

Кроме того, функциональные возможности микроконтроллера легко развиваются дополнительными устройствами, подключаемыми к нему по цифровой шине адрес/данные. В качестве таких устройств могут быть использованы высокоточные АЦП, ЦАП, счетчики, дополнительные преобразователи сигналов и т.п.

При большом количестве разнообразных задач, возлагаемых на измерительно-управляющую подсистему целесообразно распределять эти задачи между несколькими микроконтроллерами в зависимости от их производительности. В этом случае микроконтроллеры для совместной работы объединяются в сеть на основе стандарта RS-485 (при удалении на десятки и сотни метров) или на основе высокоскоростной шины ГС (при удалении микроконтроллеров не далее 1 м) При такой архитектуре обмен данными по сети осуществляется по принципу ведущий/ведомый, т. е. один из микроконтроллеров или главный компьютер берет на себя функции ведущего и осуществляет общее управление потоками данных по сети.

В зависимости от сложности решаемых задач следует выбирать микроконтроллеры разной архитектуры, начиная от простейших 8-разрядных до мощных 16-ти и 32-разрядных.

В случаях, когда микроконтроллер должен не только производить измерения параметров, но и управлять объектом в зависимости, например, от частотного состава замеренного параметра, т.е. производить некий сложный математический анализ экспериментальных данных в реальном масштабе времени с минимальными временными задержками, требуется применять цифровые сигнальные процессоры (DSP), предназначенные для решения подобных задач.

Использование PLC в качестве устройства сопряжения с объектом в сложных измерительно-управляющих подсистемах позволяет значительно разгрузить главный компьютер от таких рутинных операций как сбор и накопление данных, их предварительная обработка, управление объектом исследования и вспомогательными устройствами.

Микроконтроллерные системы, как правило, используются в тех случаях, когда не требуется высокая скорость сбора небольшого объема данных и несложных алгоритмах предварительной обработки данных.

**Комбинированные многоуровневые иерархические системы**

Практика работы с автоматизированными измерительно-управляющими системами показывает, что добиться оптимального соотношения стоимости и функциональных возможностей при использовании только одной конкретной системы практически невозможно.

При работе с реальными физическими объектами *средней и высокой сложности* (например, объединение нескольких разнородных устройств в действующую систему) спектр задач измерения и управления слишком разнообразен. Наряду с задачами высокоточного и быстрого контроля ряда параметров возникают задачи простого включения/отключения какого-либо элемента или технологического оборудования с программно-изменяемой частотой. Тратить на это вычислительные ресурсы главного управляющего компьютера было бы нерационально. Отсюда возникает стратегия использования комбинированных средств и разумного разделения между ними имеющихся вычислительных ресурсов.

Например, при создании лабораторного оборудования, не требующего в процессе работы громоздких промежуточных вычислений, но предполагающего наличие независимых каналов управления и точных измерений, вместо систем на базе VXI или PXI может быть использована комбинированная система, построенная на сочетании одного или нескольких PLC и одной или несколькими Plugin-Card.

В такой комбинированной системе Plugin-Card могут выполнять функции измерения параметров, критичных к времени и синхронизации, например, когда требуется получить осциллограмму сигнала сложной формы с высоким разрешением. При этом PLC, используя свои вычислительные ресурсы, выполняет задачи управления различными устройствами, а также может измерять медленноменяющиеся параметры, например, температуру, перемещения и т. д.

Подобные комбинированные системы сочетают в себе требуемую функциональность при значительно более низкой стоимости по сравнению с системами на основе VXI или PXI.

В целом же, как показывает опыт разработки автоматизированных курсов, для объектов повышенной сложности наиболее эффективны комбинированные системы с трехуровневым иерархическим распределением вычислительных ресурсов.

*На объектном уровне,* как правило, целесообразно использовать *мультипроцессорные подсистемы,* вычислительные ресурсы которых (разрядность, быстродействие, объем памяти) необходимо выбирать в зависимости от сложности решаемых задач. Здесь следует настойчиво рекомендовать не экономить в малом, не перегружать микроконтроллер несколькими задачами (даже, если его ресурсы не исчерпаны), а каждую задачу поручать отдельному микроконтроллеру, разработав для него оптимальную программу управления. При таком подходе каждый значимый узел объекта (датчик или группа датчиков, регулятор, преобразователь, нагрузка и т. д.), снабженный отдельным микроконтроллером, становится "информационно прозрачным" и "абсолютно управляемым", что очень важно в системах удаленного доступа. Обмен информацией между такими интеллектуальными устройствами, а также каждого из них с управляющим компьютером осуществляется по сетевым каналам.

*На промежуточном уровне* должны размещаться сервисные вычислительные средства, обеспечивающие обслуживание, с одной стороны, вычислительных средств объекта (передача данных, пересылка команд на изменение режимов работы оборудования), а, с другой стороны, - запросов удаленных пользователей. Эти достаточно сложные функции возлагаются на *сервер комплекса,* вычислительные ресурсы которого выбираются в зависимости от решаемых задач. Для реализации связи сервера комплекса с удаленными пользователями в его составе должна быть одна из типовых плат сетевого обмена, а для связи с вычислительными средствами объекта, например, адаптер последовательного интерфейса (обычно это преобразователь RS-485/RS-232).

*На пользовательском уровне* по возможности должны находиться современные компьютеры класса не ниже Pentium-100 с объемом ОЗУ не менее 16 Мб, с графическим разрешением мониторов не менее 800x600, 256 цветов. Такие относительно высокие требования объясняются тем, что при разработке программно-методического обеспечения автоматизированных курсов используются современные достижения компьютерных технологий: цвет, звук, трехмерная графика, анимация, без чего эффективность процесса обучения была бы не столь высока.

##

## 6.5 Средства разработки программно-методического обеспечения

Ведущие фирмы в области информационно-измерительных и управляющих технологий (Hewlett Packard, National Instruments и др.) производят *комплектные системы,* включающие как аппаратные средства сопряжения с объектом, так и все необходимое программное обеспечение их поддержки. Сюда входят драйверы управления аппаратными средствами, программы для создания пользовательских интерфейсов, программное обеспечение математической обработки результатов исследования и пр.

Однако спектр задач, возникающих при создании автоматизированных учебных курсов, значительно шире только измерения параметров и управления объектами. Так, *методическое обеспечение* комплекса должно содержать полную совокупность средств, необходимых и достаточных для его использования в решении задач исследования и обучения:

* информационно-справочные данные для изучения теоретических основ исследуемых физических процессов, базирующиеся на применении различных форм представления учебной информации, включая приемы гипертекстового и полиэкранного структурирования, анимационного изображения изучаемых объектов и процессов для активизации формирования знаний и навыков обучающихся;
* программы имитационного компьютерного моделирования динамических процессов в сложных технических системах и их компонентах;
* средства подготовки и проведения натурных исследований сложных технических систем и их компонентов в режиме удаленного доступа;
* средства обработки и анализа экспериментальных данных для практической проверки адекватности применяемых математических моделей;

Необходимой составляющей частью этой подсистемы является подборка из нескольких десятков контрольных вопросов и задач по каждому тематическому разделу изучаемого курса.

*Банк заданий* на проведение учебных исследований должен быть Разработан таким образом, чтобы индивидуализировать выдаваемые задания и всесторонне охватить выполняемыми исследованиями основные проблемы, характеризующие конкретное тематическое направление. Оперативность получения необходимых экспериментальных данных позволяет формировать учебные задания поискового характера.

В соответствии с изложенными положениями средства *программного обеспечения* должны включать в свой состав ряд компонентов, выполняющих различные функции:

* *ПО объектного уровня* должно содержать набор программ-драйверов управления стандартными и специально разработанными средствами обмена информацией между компонентами автоматизированного стенда.
* *ПО компьютера-сервера* предназначено для реализации дистанционного обмена информацией между аппаратными средствами автоматизированных лабораторных стендов и рабочими местами пользователей и должно выбираться таким образом, чтобы обеспечить работу технических средств телекоммуникации и, в частности, поддерживать протокол сетевого обмена ТСРЛР.
* *ПО рабочих мест пользователей* выполняет несколько функций, для реализации которых целесообразно применять соответствующие инструментальные программные средства.

Основная часть ПО рабочего места пользователя может быть создана, например, с применением инструментальной системы прикладных программ LabWindows/CVI фирмы National Instruments (США). Данная система содержит встроенные средства связи с объектами исследования в реальном масштабе времени, а также средства разработки удобных пользовательских интерфейсов. Эти возможности обеспечиваются применением развитой библиотеки примитивов и достаточно полной, легко подключаемой библиотеки математической обработки результатов экспериментальных исследований, включающей программные модули полиномиальной и сплайн интерполяции, цифровой фильтрации, спектрального и корреляционного анализа и т.д.

Значительные потенциальные возможности имеют также современные объектно-ориентированные системы программирования, например, Borland C++ в совокупности с библиотеками объектов.

Очевидно, что осуществить выполнение требований, предъявляемых к программному обеспечению всех уровней, с помощью какой-либо единой системы разработки невозможно. Необходимо применение различных средств разработки программного обеспечения по принципу соответствия их возможностей задачам разработки различных подсистем программного обеспечения исследовательского оборудования нового поколения.

Подавляющее большинство современных средств разработки программного обеспечения можно условно разделить на следующие группы:

* средства низкоуровневого программирования, основанные на языках программирования "Ассемблер" и "Си";
* средства визуального программирования, основанные на стандартах языков программирования высокого уровня, например, Си или Паскаль - National Instruments LabWindows/CVI и т.п.;
* средства объектно-ориентированного программирования (ООП) - Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C++, Borland C++, Watcom C++ и др.;
* средства визуального программирования, основанные на ООП — Borland Delphi (язык Паскаль), Borland C++ Builder;
* средства графического программирования — National Instruments LabView, LookOut и BridgeView.

Разделение средств, в основе своей использующих ООП, на две группы довольно условно - все они, в принципе, являются визуальными средствами программирования. Однако Delphi и C++ Builder обладают большим набором средств для создания развитого интерфейса пользователя, стыковки с базами данных и т.п., практически не требующих неавтоматизированного программирования.

### Средства программирования низкого уровня

Средства программирования низкого уровня ("Ассемблер", Си и Паскаль) являются основным инструментом создания оптимальных по времени исполнения и надежности программ для микропроцессорных устройств, применяемых в измерительно-управляющей подсистеме исследовательского оборудования.

Использование языка программирования Си существенно облегчает включение в программное обеспечение математических действий над числами с плавающей точкой, дополнительных математических операций, вплоть до некоторых функций анализа данных. Однако при этом становится неопределенным время исполнения программы, которое определяется качеством работы кросс-транслятора, тогда как время исполнения программы, написанной на ассемблере, легко определяется.

Поэтому желательно комбинированное использование этих двух языков программирования при разработке ПО микропроцессорных устройств: Си - для общей программы, со сложными алгоритмами и вычислениями, Ассемблер - для частей программы, время исполнения которых должно быть строго определено.

### Программная система LabWindows/CVI

Программная среда LabWindows/CVI американской фирмы National Instruments представляет собой систему визуального программирования, основанную на языке программирования ANSI С, то есть на стандартном языке Си, без расширений ООП и C++.

LabWindows/CVI отличается присущими всем визуальным средствам программирования простотой и быстротой создания программ с развитым интерфейсом пользователя, а также большой библиотекой математических инструментов обработки цифровых данных. При этом поддерживается практически весь спектр оборудования, выпускаемого фирмой National Instruments и рядом других фирм, для цифровых измерений - встраиваемых измерительных карт, измерительных и управляющих модулей SCXI, VXI и PXI, промышленных микроконтроллеров.

Кроме того, в составе LabWindows/CVI есть инструментальные средства для работы с сетевым протоколом TCP/IP и для использования функций API (Application Programming Interface) - основы операционных систем класса Windows.

Отличительной особенностью LabWindows/CVI и созданного им программного обеспечения является их работа на основе так называемого Runtime-engine, который является прослойкой между программой и операционной системой и осуществляет управление ее исполнением, координацию обмена данными и системными сообщениями программы с операционной системой. Это существенно увеличивает необходимые для нормального функционирования программы ресурсы компьютера и замедляет ее работу. Такой способ организации работы прикладных программ существенно ограничивает применение LabWindows/CVI при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования нового поколения из-за возможного повышения системных требований к необходимому для нормальной работы программы компьютерному оборудованию.

Кроме того, отсутствие механизмов ООП значительно ограничивает функциональные возможности программ, созданных на LabWindows/CVI, или существенно увеличивает время, необходимое на их разработку.

Поэтому использование LabWindows/CVI для создания программного обеспечения исследовательского оборудования возможно для решения несложных задач, не требующих высокой скорости исполнения или серьезного математического аппарата.

### Средства объектно-ориентированного программирования

Средства объектно-ориентированного программирования (ООП), такие как Microsoft Visual C++, Borland C++, Watcom C++ - являются основными средствами программирования в операционных средах семейства Microsoft Windows и применяются при создании программного обеспечения, к которому предъявляются требования высокой надежности и скорости работы при минимальных требуемых вычислительных ресурсах. Это в большей мере виртуальные драйверы устройств для самой операционной системы, служебные программы, программы для работы с сетью, мощные программные комплексы, например, Microsoft Word. Каждая из перечисленных сред разработки программного обеспечения обладает своими достоинствами и недостатками, но, в общем, все они практически идентичны в функциональном плане. Различия сводятся к оптимальности готового кода программ, скорости его работы, но они незначительны.

Однако все перечисленные средства ООП обладают существенным недостатком - они слабо приспособлены для разработки программного обеспечения с развитым интерфейсом пользователя. В них имеется некоторый набор стандартных элементов, таких как кнопки, текстовые поля, таблицы и т.п., но этот набор незначителен и пригоден для создания интерфейса, присущего системному программному обеспечению. В описываемых средствах, конечно, можно создать программу с любым по своей сложности интерфейсом пользователя, насыщенным графикой и удобными элементами, но на создание такой программы уйдет значительно больше времени.

Таким образом, средства объектно-ориентированного программирования при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования целесообразно использовать при создании наиболее важных частей программного обеспечения — серверов, модулей для работы в сети и т.п., не требующих развитого интерфейса пользователя.

### Средства визуального программирования, основанные на ООП

Средства визуального программирования, основанные на ООП, Borland Delphi, Borland C++ Builder - функционально ничем не уступают средствам, описанным выше. Но создание программ с помощью этих систем программирования занимает значительно меньше времени, чем, например, в Microsoft Visual C++. Это достигается благодаря наличию большого числа компонентов, начиная с простейших кнопок, и заканчивая компонентами для работы ссетью или каким-либо оборудованием. Однако механизм разработки программного обеспечения на основе компонентов влечет за собой неоптимальность исполняемой программы, вследствие чего она работает медленнее и требует больше ресурсов, чем такая же программа, написанная, например, на Microsoft Visual C++ или Borland C++.

К преимуществам Delphi и C++ Builder следует также отнести простоту работы с базами данных благодаря наличию специальных компонентов.

Богатые возможности Delphi и C++ Builder легко развиваются подключением других библиотек компонентов. В настоящее время существует множество различных библиотек для этих сред программирования, начиная от библиотек визуальных компонентов до мощных библиотек математического анализа. Особенный интерес при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования представляет библиотека Component Works, разработанная американской фирмой National Instruments. Эта библиотека функционально повторяет библиотеку инструментов других продуктов этой компании - LabWindows/CVI и LabView, существенно расширяя спектр возможностей программ, созданных на Delphi или на C++ Builder.

Таким образом, средства визуального программирования, основанные на ООП - Borland Delphi и C++ Builder, благодаря скорости разработки программ и функциональным возможностям наиболее привлекательны для использования при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования нового поколения практически в любой его части, а особенно в части программного обеспечения высшего уровня. Использование этих средств возможно и при разработке ответственных частей программного обеспечения, таких как программное обеспечение серверов, модули работы с сетью или модули управления оборудованием благодаря как возможности использования функций API в составе программы, так и возможностью написания программы с применением только функций API.

### Средства графического программирования

Средства графического программирования занимают особое место в ряду средств разработки программного обеспечения. Для разработки программы с помощью средств графического программирования кроме некоторых навыков, как правило, не надо знать языков программирования, владеть методикой программирования в среде Windows и т. д. Все программирование производится на уровне структуры и алгоритма программы.

Изначально средства графического программирования были предназначены для упрощения доступа инженеров и научных работников, не знакомых с программированием, к разработке систем автоматизации. В основном, имелось в виду программное обеспечение для управления измерительным оборудованием и обработки результатов измерений. Но постепенно развитие графических средств программирования позволило существенно расширить сферу их применения вплоть до разработки программ мониторинга и управления производством или технологическими процессами. Особого прогресса в данной области добилась фирма National Instruments. Ее продукты LabView, LookOut и BridgeView следует рассмотреть отдельно.

*LookOut* представляет собой систему мониторинга и управления технологическими процессами: работа в реальном времени, поддержка большого количества стандартных измерительных и управляющих устройств, несколько уровней секретности и объявления нештатных ситуаций. Программная система в LookOut строится по принципу логической схемы, что оптимально для технологического процесса и абсолютно не приемлемо для более сложных задач (например, научных исследований), так как не позволяет строить сложные алгоритмы управления различными устройствами, осуществлять серьезную математическую обработку данных и многое другое. Поэтому для разработки программного обеспечения исследовательского оборудования LookOut непригоден.

*LabView* функционально ничем не уступает другим продуктам National Instruments (LabWindows/CVI или Component Works). LabView содержит подобные инструменты для создания интерфейса пользователя, работы с измерительным и управляющим оборудованием, математической обработки данных, работы в сети и т. д. К LabView также можно подключать программные модули, созданные в Других средах программирования, например, C++ или LabWindows/CVI. Программирование в LabView ведется на уровне Диаграмм. Диаграммы в LabView - это схемы алгоритмов. Основные элементы "алгоритмического языка" Lab View практически повторяют основные конструкции языка программирования Си.

При наличии определенных навыков создание достаточно сложной программы на LabView занимает у разработчика времени примерно на два порядка меньше, чем разработка такой же программы, например, на C++. Однако, основу LabView составляет runtime-engine, подобный аналогичному средству в LabWindows/CVI. Но в LabView оно выполняет значительно больше задач, благодаря чему LabView является практически самой быстрой и самой надежной системой в своем классе.

Однако LabView при всей своей привлекательности предназначена для создания небольших измерительно-управляющих систем, работающих в реальном времени, и не предназначена для разработки мощных, развитых программных комплексов, а тем более системного программного обеспечения, так как для этого LabView слишком громоздкая и медленная система. При создании подобных систем LabView будет проигрывать программам, созданным на C++, как по скорости работы, так и по необходимым компьютерным ресурсам. Поэтому LabView не подходит для создания программного обеспечения исследовательского оборудования.

*BridgeView* представляет собой построенную на основе LabView систему управления предприятиями и технологическими процессами с элементами разграничения доступа и системы предупреждений, заимствованных из LookOut, и ее использование при создании программного обеспечения для исследовательского оборудования также нецелесообразно.

Операционные системы

*Операционные системы* разделяют на два основных класса: ОС общего назначения и ОС реального времени (ОС РВ), хотя в последнее время границы между ними заметно стираются - многие задачи реального времени успешно решаются современными версиями систем общего назначения.

*Операционные системы общего назначения..* Применительно к задачам автоматизации наиболее популярны такие ОС как Windows 3.1/95/NT, HP-UX, Solaris, MacOS, UNIX. Все они являются многозадачными системами и, в основном, используются в решении задач автоматизации с централизованным управлением, когда в системе имеется конкретная управляющая ЭВМ. Для ОС общего назначения характерна единая среда, используемая как для разработки прикладных программ, так и для их исполнения. Операционные системы общего назначения по сравнению с ОС РВ дешевле, проще в использовании и отладке приложений.

*Операционные системы реального времени.* Основными преимуществами систем реального времени по сравнению с ОС общего назначения являются:

* гарантированное время реакции системы на запросы и прерывания от внешних устройств при возникновении непредвиденных ситуаций;
* разделение среды разработки прикладного ПО и среды его исполнения.

ОС РВ предназначены, как правило, для применения в распределенных многопроцессорных системах с децентрализованным управлением, поэтому они дороже и сложнее в использовании. Среди наиболее известных ОС РВ можно назвать следующие системы: OS-9/OS-9000, VxWorks, LynxOS, VMEexec.

### Средства разработки баз и хранилищ данных

В настоящее время особенно остро ощущается потребность в информационной поддержке образовательного процесса. Для этого необходимо создание и внедрение обширных распределенных баз и хранилищ данных как основы такого информационного обеспечения. Внедрение такой системы кроме количественного роста объема доступной информации позволяет решить следующие задачи, стоящие перед образовательными учреждениями:

* активизация самостоятельной работы студентов;
* интенсификация и индивидуализация обучения;
* унификация аттестационных требований по дисциплинам на основе государственных образовательных стандартов;
* объективизация оценки эффективности профессиональной деятельности преподавателей;
* проведение внутривузовских аттестаций по отдельным элементам образовательных программ;
* организация обучения и аттестации для различных форм образования.

Анализ требований, предъявляемых образовательными учреждениями к создаваемым распределенным базам и хранилищам данных, показал, что такая база должна быть универсальной и масштабируемой. Кроме того, она должна точно соответствовать своему назначению, иметь понятный интерфейс для пользователей всех уровней, обеспечивать широкую доступность к информации, при одновременном усилении защиты конфиденциальной информации, максимально использовать имеющиеся технические средства.

Создание системы, удовлетворяющей таким жестким требованиям, возможно только при внедрении новейших технологий разработки. В настоящее время активно развиваются направления создания традиционных клиент-серверных баз данных, использующих для обмена данными Интернет и локальные сети, и баз данных, использующих собственно Интернет-технологии для обмена данными.

Для создания современных баз данных широко используются и могут быть рекомендованы к применению системы Быстрой Разработки Приложений (RAD), позволяющие вести разработку средств поэтапно, на каждом этапе предъявляя пользователю для согласования результаты работы. К таким системам относятся широко распространенные Delphi, C++ Builder, PowerBuilder, а также пока не так широко распространенные специализированные системы RAD типа системы JAM фирмы JYACC (США). Для создания Web—ориентированных баз данных существуют собственные средства разработки, такие как WebSpeed 2.x фирмы Progress Software, Baiconur Web Application Server, Jbuilder Client-Server Edition, Symantec Visual Cafe Database Engine и др.

Независимо от используемого средства создания распределенной базы данных, сложность разработки такой системы вызывает необходимость применения специальных программных средств для описания структуры проектируемой системы. Использование таких программных средств позволяет создавать детальные описания проектируемых систем, что значительно снижает трудоемкость создания за счет исключения ситуаций, когда программно реализуется система, отличающаяся от требуемой из-за ошибок в описании структуры. К таким средствам относятся система Silverrun и другие системы, реализующие методику описания сложных распределенных систем DATARUN.

В целом использование таких систем позволяет в короткие сроки создать действующую систему, которая будет совершенствоваться в процессе эксплуатации с учетом новых требований и выявленных недостатков. Возможность развития, заложенная на стадии проектирования, позволит такой системе долгое время выполнять требуемые функции с максимальной эффективностью.