

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БНТУ

*Под редакцией  
профессора, доктора технических наук  
И.П. Филонова*

Минск 2003

УДК 004  
ББК 32.965  
О 75

Составители:

Ю.Я.Болдырев, А.И.Боровков (СПбГПУ); В.А.Кочуров,  
Л.В.Курч, Ю.Н.Петренко, В.В.Поздняков, И.А.Сатиков,  
И.П.Филонов, Р.Л.Хаткевич (БНТУ)

**Болдырев Ю.Я.**

О 75 Основные направления развития информационных технологий в БНТУ / Ю.Я.Болдырев, А.И.Боровков, В.А.Кочуров и др.; Под ред. И.П.Филонова. – Мн.: БНТУ, 2003. – 67 с.

ISBN 985-479-027-4.

Издание подготовлено Центром развития информационных технологий (ЦРИТ), Международным институтом дистанционного образования (МИДО) и научной библиотекой Белорусского национального технического университета (БНТУ), отделением Главного информационного вычислительного комплекса Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ).

**УДК 004**  
**ББК 32.965**

ISBN 985-479-027-4

© Болдырев Ю.Я., Боровков А.И.,  
Кочуров В.А. и др.; составление, 2003

## **1. СТАНОВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ БНТУ**

Технологии образования должны успевать за стремительными изменениями, происходящими в настоящее время в обществе, промышленности и экономике. Несмотря на существенные различия в тенденциях мирового развития, у них имеется главная существенная общность – активное использование информационных технологий.

Степень использования информационных технологий в учебном заведении становится одним из важнейших показателей соответствия современным требованиям мировых стандартов, конкурентоспособности и потенциальной возможности образовательной системы.

Основной предпосылкой информатизации высшего образования является интенсивное развитие мировой и национальной информационной структуры.

Другой предпосылкой является развитие средств связи. Рынок услуг связи в стране постоянно развивается.

Происходят изменения и на компьютерном рынке.

Важнейшим моментом, способствующим развитию информационных технологий в образовании, является перенос технологий образования в мультимедийные и телекоммуникационные среды. Если мультимедийные среды обеспечивают возможность применения в учебном процессе методов компьютерного моделирования, то коммуникационные среды обеспечивают реальную интерактивность, например, в режиме видеоконференций, когда удаленного преподавателя можно видеть на экране. Процесс обучения через телекоммуникационные сети стал почти так же естественен, как при прямом контакте.

Меняется также роль преподавателя. Происходит разделение на специалистов по разработке специальных учебных пособий, пригодных для преподавания в дистанционной форме с использованием сетевых и мультимедийных технологий, и на преподавателей, способных организовать учебный процесс, донести предмет до студента.

Рассматривая информатизацию учебного заведения как глобальную задачу, целесообразно выделить применительно к БНТУ следующие ее основные компоненты:

- компьютеризация не только учебного процесса, но и библиотеки, бухгалтерии и т.д.;

- развитие инфраструктуры информатизации вуза,
- развитие системы автоматизации документооборота и управления вуза;
- развитие системы Intranet;
- развитие технологий дистанционного обучения;
- использование в системе обучения глобальной сети Internet и включение университета в глобальную компьютерную сеть.

Исторически первой в наших условиях развивалась компьютеризация учебного процесса: вначале компьютерные классы “больших” ЭВМ решали задачи математического моделирования, затем появились РС и, наконец, сети РС, Internet. Традиционные пути получения знаний “библиотека – пользователь – студент – обучение – контроль – оценка” пополнилось новыми, в которых РС выступал как активное звено на каждой стадии этого процесса. Наиболее активно РС должен использоваться, с одной стороны, как средство обработки результатов измерений, с другой – как средство моделирования различных технологических процессов. Компьютерные классы математического моделирования процессов используются в учебном процессе уже более 10 лет. Наиболее перспективным направлением в плане использования РС в учебном процессе нам представляется использование РС в режиме “*on line*” с учебной лабораторной установкой или учебным стендом. Развитие этого направления требует больших финансовых, интеллектуальных и трудовых затрат, и поэтому представляется интересной кооперация усилий ученых из различных университетов и фирм по разработке такого учебного оборудования.

В БНТУ в начале возникла необходимость объединения РС кафедр и лабораторий в компьютерные сети факультетов (рис. 1). Это связано с необходимостью обмена информацией внутри факультетов, оптимизацией использования компьютерной техники в учебном процессе, комплексным использованием созданного специализированного программного обеспечения и обеспечением доступа к нему как можно большего количества пользователей. При этом рассматривались различные варианты таких ЛВС: общая шина, звезда, кольцо. По причинам надежности, эффективности и финансовым затратам преобладающее распространение получили общая шина и звезда. Следующим этапом явилось объединение ЛВС факультетов и подразделений в единую ЛВС БНТУ. Подход, который был принят при

решении этой задачи, определялся конкретными условиями – расположением учебных корпусов, расстоянием между ними, степенью насыщенности РС, перспективами развития студенческого городка и т.д. С учетом наибольшей гарантии качества и возможности сети как базы не только для компьютерных, но и телекоммуникационных сетей за основу ЛВС была принята оптоволоконная линия связи, обеспечивающая скорость передачи информации 100 Мб/с (рис. 2, 3).

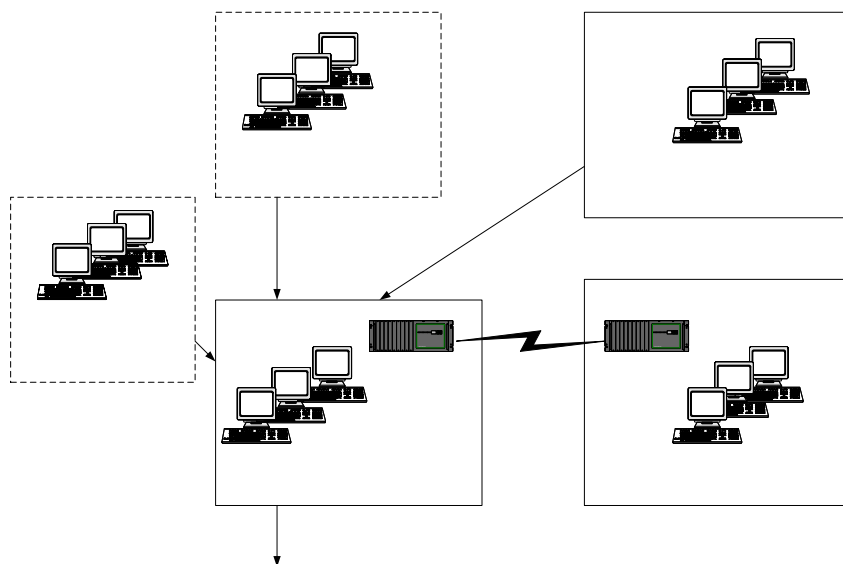


Рис. 1. ЛВС факультетов (1997 г.)

В настоящее время в основном подготовлена инфраструктура и параллельно с решением задач компьютеризации учебного процесса проектируется и создается система автоматизированного делопроизводства (документооборота) (САД).

# Минское городское кольцо

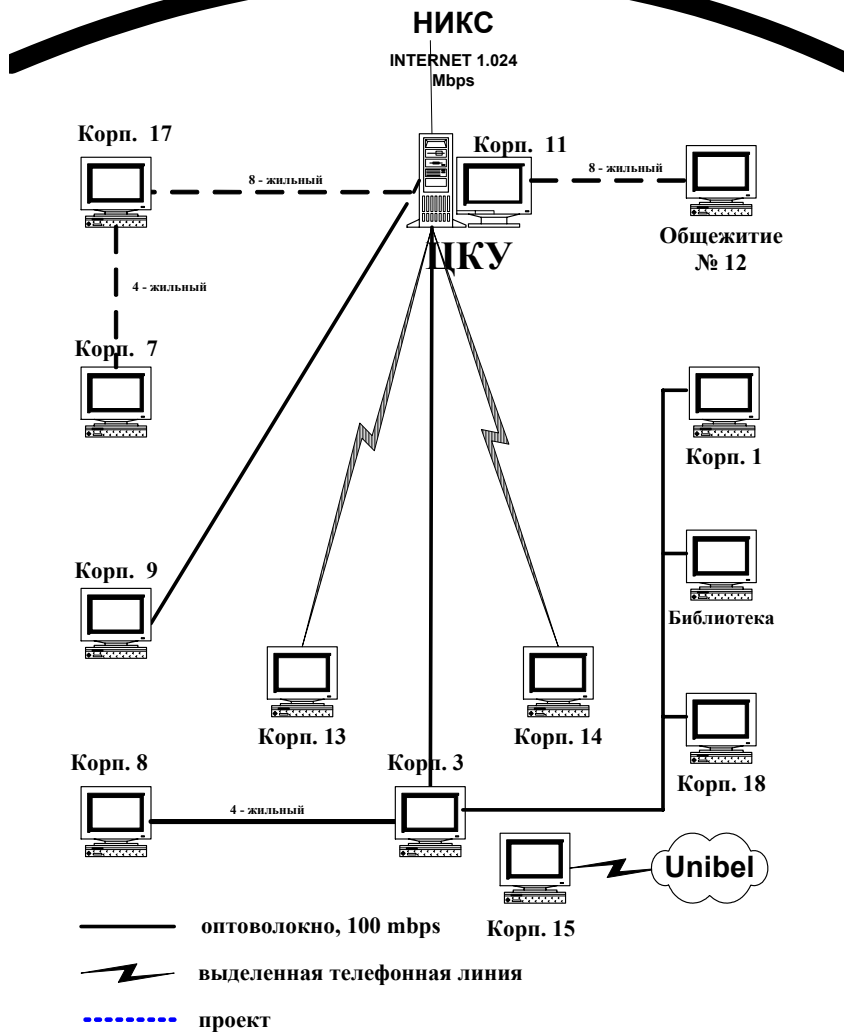


Рис. 2. Схема подключения ЛВС БНТУ к сети НИКС

## 2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА

В БНТУ существует обширная и развитая система “бумажного” документооборота. Как правило, в процессе работы этой системы возникает потребность в хранении большого количества документов, а также их каталогизации для обеспечения быстрого и удобного доступа к ним. В то же время существует достаточно большое количество документов, циркулирующих между различными подразделениями или отделами, контроль над перемещением которых практически невозможен.

Долгое время автоматизация учреждений и фирм основывалась на различного рода подсистемах АСУ баз данных подразделений (кадры, канцелярия, бухгалтерия, зарплата, контроль исполнения и др.). Они охватывали лишь 15-20% общего объема информации, циркулирующей в учреждении. Необходимость в электронной обработке документов удовлетворялась применением функциональных пакетов (редакторов текста и электронных таблиц) типа **Microsoft Office**. Эти средства не справлялись с управлением большими потоками бумажных и электронных документов, циркулирующих как внутри одного учреждения, так и между ними. Развитие информационных технологий привело к появлению методов и средств, обеспечивающих интегрированные решения по оснащению офиса, позволяющих автоматизировать ручные операции, поиск, передачу документов и контроль исполнения.

В настоящее время наиболее эффективным средством решения такого рода задач является использование средств вычислительной техники в автоматических или автоматизированных информационных системах. В самом широком смысле информационная система представляет собой программный комплекс, функции которого состоят в поддержке надежного хранения информации в памяти компьютера, выполнении специфических для данного приложения преобразований информации и/или вычислений, предоставлении пользователям удобного и легко осваиваемого интерфейса. Обычно объемы информации, с которыми приходится иметь дело таким системам, достаточно велики, а сама информация имеет достаточно сложную структуру. Классическими примерами информационных систем являются банковские системы, системы резервирования авиационных или железнодорожных билетов, мест в гостиницах и т.д. Схема движения документов в стандартных системах документооборота представлена на рис. 4.

Разработка САД требует решения не только специфических проблем, обусловленных многосторонней сложностью обработки документов, но и иных, связанных с необходимостью реорганизации управления деятельностью вуза. Пример других компаний, в том числе не связанных с образованием, показывает, что переход на электронный документооборот требует коренного изменения организационного и административного устройства организации. При этом возникают следующие проблемы.

**Проблема информированности.** Дефицит информации о САД усугубляется печальными воспоминаниями об АСУ, которые активно пытались внедрять в 80-х годах и которые так и не раскрыли своих возможностей.

По данным, представленным Ernst & Young и Nortan Nolan Institute, предприятия, внедрившие системы электронного документооборота, имеют улучшение следующих показателей:

- увеличение производительности труда в офисе на 25-50%;
- сокращение времени обработки документа на 75%;
- уменьшение расходов на оплату площади хранения документов на 80%.

Эти оценки делались для западного рынка, и в наших условиях эти цифры могут быть иными. В частности, выигрыш от уменьшения площади хранения документов может быть значительно меньшим, т.к. в нашей стране по-прежнему юридическую силу имеют только бумажные документы или их микрокопии (микропенки и микрофиши). В то же время уменьшение времени обработки документов и точное соблюдение регламента обработки документа во многих сферах являются критическими показателями, которые могут принести большой экономический эффект от внедрения САД.

Эффективность от внедрения подобных систем в значительной степени зависит от того, как успешно руководство справится с решением организационных проблем при внедрении САД.

**Организационные проблемы.** На каждом предприятии с течением времени складывается определенная организационная структура (причем не всегда оптимальная), формируются свои, характерные только для нее, стили работы, методы управления и контроля. Внедряемая САД, в подавляющем большинстве случаев, на первых порах оказывается как бы “чужеродным телом” для коллектива предприятия. Это происходит потому, что хорошо построенная САД яв-



ляется своего рода “лакмусовой бумажкой”, и многие недостатки в функционально-структурном построении предприятия проявляются уже на первых этапах процесса внедрения САД. Зачастую для того, чтобы получить реальный экономический эффект от внедрения САД приходится менять некоторые принципы работы. В частности, внедрение любой автоматизированной системы делопроизводства должно быть поддержано изменением организационно-распорядительных документов в вузе (необходимо изменить инструкцию по делопроизводству). Таким образом, значительный экономический эффект САД может принести только в том случае, когда руководство рассматривает процесс ее внедрения как комплексный организационно-технический проект. При реализации САД у пользователей могут возникнуть и психологические проблемы, связанные с подсознательным отторжением вводимых новшеств.

**Проблема кадров.** Внедрение САД подразумевает, что все основные участники процессов на предприятии должны уметь работать на компьютере. Для осуществления этого необходимо:

- обучение администраторов системы с отрывом от производства;
- обучение пользователей внутри вуза;
- длительный период опытной эксплуатации с постоянным присутствием персонала разработчика САД.

Естественно, большинство проблем находит свое решение и не является непреодолимым препятствием. Проект разработки САД в нашем университете разбит на четыре этапа:

- анализ;
- глобальное проектирование (проектирование архитектуры системы);
- детальное проектирование;
- реализация (программирование).

На этапе **анализа** строится модель среды, которая включает:

- анализ поведения системы (определение назначения информационной среды (ИС), построение начальной контекстной диаграммы потоков данных и формирование матрицы списка событий, построение контекстных диаграмм);
- анализ данных (определение состава потоков данных и построение диаграмм структур данных, конструирование глобальной модели данных в виде ER-диаграммы).

Назначение ИС определяет соглашение между проектировщиками и заказчиками относительно назначения будущей ИС, общее описание ИС для самих проектировщиков и границы ИС.

На этапе **глобального проектирования** строится *предметная модель*, которая включает в себя:

- детальное описание функционирования системы;
- дальнейший анализ используемых данных и построение логической модели данных для последующего проектирования базы данных;
- определение структуры пользовательского интерфейса;
- уточнение диаграмм потоков данных и списка событий.

Результатами **проектирования архитектуры** являются:

- модель процессов;
- модель данных;
- модель пользовательского интерфейса.

На этапе **детального проектирования** строится модульная модель. Под модульной моделью понимается реальная модель проектируемой прикладной системы. Процесс ее построения включает в себя:

- уточнение модели базы данных для последующей генерации SQL-предложений;
- уточнение структуры пользовательского интерфейса.

Результатами **детального проектирования** являются:

- модель процессов (структурные схемы интерактивных и не интерактивных функций);
- модель данных;
- модель пользовательского интерфейса.

На **этапе реализации** строится реализационная модель. Процесс ее построения включает в себя генерацию SQL-предложений, определяющих структуру целевой базы данных (БД – таблицы, индексы, ограничения целостности).

На основе анализа потоков данных и взаимодействия процессов с хранилищами данных осуществляется окончательное выделение подсистем (предварительное должно быть сделано и зафиксировано на этапе формулировки требований в техническом задании).

В качестве примера рассмотрим концепцию развития и автоматизации учебно-методического управления.

### **3. РАЗВИТИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Согласно решению совета БНТУ центр развития информационных технологий совместно с учебно-методическим управлением разработал концепцию развития и автоматизации учебно-методического управления.

В функцию деятельности учебно-методического управления (УМУ) входит следующее:

1. Контроль, разработка и обеспечение образовательного процесса учебно-планирующей документацией.
2. Составление расписания занятий и экзаменов для студентов первого и второго курсов (в перспективе – для всех студентов).
3. Расчет учебной нагрузки, в том числе и почасовой, для кафедр университета.
4. Расчет площадей, необходимых для лекционных, практических и лабораторных занятий.
5. Работа с новыми нормами, инструкциями, госстандартами и т.д. и ознакомление с нормативами кафедры, деканаты, отделы, лаборатории.

После анализа структуры и работы учебно-методического управления составлен алгоритм по автоматизации деятельности и программного обеспечения управления (рис. 5), где ОДО – отдел документооборота; ПФУ – планово-финансовое управление; ОК – отдел кадров; «ПО» – менеджер – программный менеджер.

Как видно из алгоритма, для осуществления автоматизации деятельности УМУ необходимо реализовать две задачи:

1. Создание электронного управления потоком документов.
2. Разработка программного обеспечения.

Для реализации первой задачи в первую очередь необходимо подключение УМУ к сети университета, тогда будет осуществлена взаимосвязь с другими подразделениями университета (бухгалтерией, планово-финансовым управлением, отделом кадров, ректоратом, деканатами, кафедрами, лабораториями, отделами), что приведет к возможности обмена потоком документов и созданию электронного документооборота.

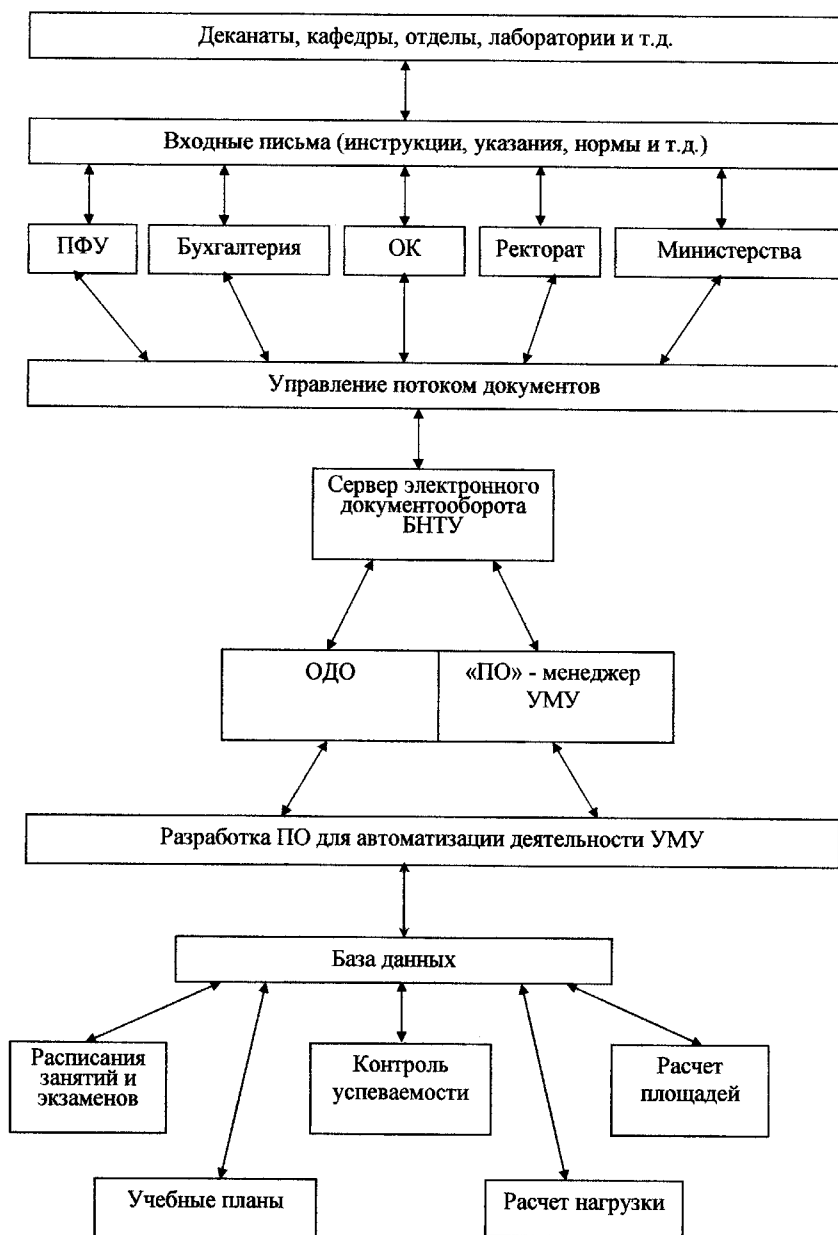


Рис. 5. Структура автоматизации деятельности учебно-методического управления

Документы, проходящие через все подразделения БНТУ, должны находиться на сервере электронного документооборота университета.

Задача документооборота в масштабе университета может решаться на платформе сервера LOTUS NOTES/DOMINO, пробная эксплуатация которого производится сотрудниками центра и ВЦ ФИТР.

Основной задачей является создание программного обеспечения для автоматизации деятельности учебно-методического управления. Оно включает в себя несколько этапов:

1. Разработка программы для автоматического составления расписания занятий и экзаменов для студентов первого и второго курсов.

2. Разработка программ по расчету нагрузок для преподавателей и расчета площадей, необходимых для занятий со студентами.

3. Разработка программы для автоматического составления учебных планов.

4. Обработка и подготовка материалов по государственному статистическому учету контингента студентов.

Для разработки программ в первую очередь нужно создать базы данных на основе учебных планов:

- нормативные документы;
- учебные планы;
- программы типовые и базовые;
- обеспеченность учебных программ литературой;
- по базам практики;
- по стандартам качества образования.

За основу берется курс, факультет, поток, группа, специальность, подгруппа, дисциплина, количество часов лабораторных, лекционных, практических занятий и так далее.

Администрированием базы данных будет заниматься «ПО»-менеджер. В его функцию будет также входить контроль за ходом выполнения программ и согласованностью работы и доступа к базе данных.

Следует отметить, что программы по расчету площадей и нагрузок были уже разработаны сотрудниками учебно-методического управления совместно с вычислительным центром энергетического факультета. База данных этих программ представлена в Excel.

#### 4. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ INTRANET БНТУ

Понятие Intranet демонстрирует новый подход к традиционным задачам. Так же как Internet решает задачи телекоммуникаций в мировом масштабе и обеспечивает эффективный поиск информации, Intranet решает аналогичные проблемы в масштабе организации (корпорации). Хотя **Intranet** является всего лишь одним из видов информационных технологий, во многих организациях считают, что создание такого рода сети позволяет значительно увеличить производительность и удовлетворить информационные требования своих сотрудников.

БНТУ представляет собой совокупность подразделений, филиалов, отделов и офисов, обменивающихся между собой информацией и выполняющих отдельные части общей работы. Другими словами, это огромное количество внутренней информации. Какая-то часть ее составляет коммерческую тайну, другую часть необходимо довести до пользователя как можно быстрее. Чаще всего приходится иметь дело с обычной внутренней информацией – не секретной, но и не общедоступной.

Сеть **Intranet** способна обеспечить оперативную доставку информации, поддерживать внутренние коммуникации и предоставлять доступ к базам данных отделов и факультетов и центральной базе данных.

Проблема заключается в том, что чаще всего такая информация представлена во множестве форматов: она может храниться на серверах, в виде документов и электронных таблиц на локальных **PC**. Часто также не совпадают текстовые редакторы. Структура сети **Intranet** и выбранный протокол должны обеспечить беспрепятственный обмен данными в условиях открытых технологий.

В узком смысле слова Intranet – это **внутрикорпоративный** инструмент для обмена информацией на базе таких стандартных технологий **Internet**, как **Web**, **TCP/IP** и **HTML**.

В более широком смысле термин **Intranet** применяется для описания сетей, где система электронной почты применяется для пересылки информации и (или) где для обмена информацией используется одна из **клиент-серверных** систем базы данных.

Сформулируем общие требования к сети **Intranet**:

– доступность данных с каждого рабочего места;

- заведомо приемлемое время ответа;
- стандартный способ представления информации при разнообразии ее внешнего оформления;
- возможность преодоления территориальных барьеров (посредством **WAN**-шлюзов или туннелирования через **Internet**);
- гибкость, заключающаяся в возможности непрерывного совершенствования.

При построении сети Intranet необходимо обобщение всех существующих наработок и технологий. Среди них можно выделить следующие:

**Выбор структуры:** распределенная или централизованная (иерархическая) модели.

В случае *распределенной* модели схема выглядит примерно следующим образом. Каждая рабочая группа (кафедра, факультет, отдел, лаборатория) публикует на своем **Intranet-сервере** контролируемую ею часть информации, делая ее доступной (хотя бы для просмотра) всем остальным. Подобная структура предусматривает систему администрирования и поисковый механизм, общий для всей сети Intranet. Этой цели служит продукт фирмы **Microsoft (Internet Information Server)**, поставляемый в составе **Windows NT Server**. Существуют решения, позволяющие организовать маломощный сервер **Intranet** на любом **PC**, работающем под **Windows NT/95/98**.

При другом подходе используется один или несколько мощных серверов, которые управляются и поддерживаются централизованно.

Такая схема упрощает управление и администрирование, повышает надежность и позволяет контролировать структурное единообразие. При этом группа разработчиков организует и поддерживает эти мощные серверы. Информационное наполнение отдельных разделов осуществляется рабочими группами, каждая из которых отвечает за свою часть информации.

Между этими двумя крайними решениями реально можно привести множество вариантов построения **интрасети**.

В мировой практике принято выделять «небольшие» и «крупные» **Intranet-сети**.

Небольшие сети служат главным образом лишь для доступа с пользовательских **PC** к единственному небольшому серверу. Найти для этой цели бесплатные и условно-бесплатные серверы **Web** не является проблемой. Это ПО имеется для большинства аппаратных платформ и

сетевых ОС, в том числе для NT, **Windows 2000**, NT **MacOS** и **UNIX**. **Intranet** способны поддерживать относительно медленные сети, такие как **Arcnet** и **AppleTalk**, хотя сети **Ethernet** на 10 Мбит/с или **Token Ring** являются более привлекательной альтернативой.

В условиях БНТУ, имеющего много корпусов, более привлекательным оказался проект «большой» сети **Intranet**, основанной на использовании оптоволокна (рис. 3) с подключением к **Internet**, используя научно-информационную компьютерную сеть (НИКС) РБ. Несмотря на большие финансовые затраты, объединение различных функций Internet/Intranet в одной системе оправданно. Здесь используется выделенный сервер **Web**, который может функционировать и как сервер электронной почты. Функционирование **LAN Internet/Intranet** обеспечивается **Центральным коммуникационным узлом (ЦКУ)** (рис. 6), где размещены:

1. Коммуникационное оборудование, в том числе центральный коммутатор, объединяющий ЛВС подразделений; **маршрутизатор CISCO 2511**, обеспечивающий связь с внешним миром; маршрутизатор, обеспечивающий связь с удаленной ЛВС.

2. Официальный **Web сервер БНТУ** на базе **Apache** под управлением ОС **Free BSD**.

3. **E-mail сервер БНТУ (Q mail)** под управлением **Free BSD**

4. **Брандмауэр (firewall)**, обеспечивающий безопасность внутренней сети БНТУ (**Free BSD**).

5. Сервер **Lotus Domino** для обеспечения групповой работы.

В процессе определения необходимых программных средств были проанализированы следующие операционные системы и прикладное программное обеспечение:

**Novell Netware;**

**Free BSD;**

**MS Windows NT.**

В качестве базовой выбрана ОС **Windows NT/2000/XP**, как обладающая развитым графическим интерфейсом и наиболее легкая в освоении пользователями. При выборе также учитывалось наличие соответствующего прикладного ПО.

Обработка информации в сети **Intranet** базируется на методах и средствах офисной автоматизации:

- *редактирование текста;*
- *электронные таблицы;*



- деловая и презентационная графика;
- планирование работ и совещаний;
- генерация отчетов из базы данных;
- мультимедиа.

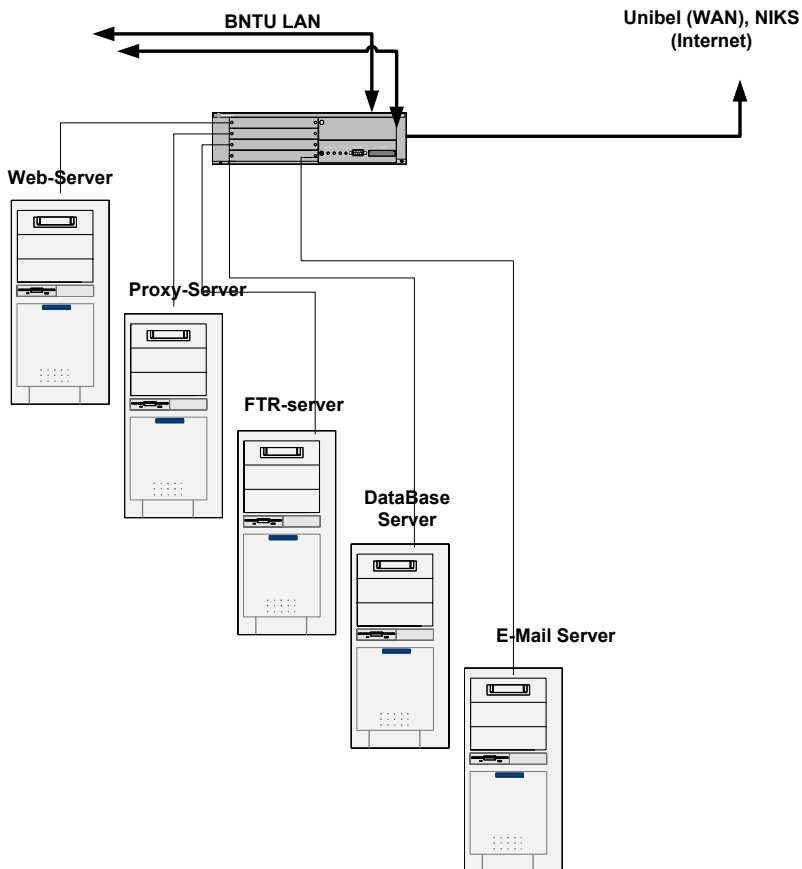


Рис. 6. Центральный коммуникационный узел

Информационно-программные средства автоматизации в сети **Intranet** можно подразделить на следующие категории:

- функциональные и интегрированные пакеты офисной автоматизации;
- системы для организации групповой работы;

- системы управления электронными документами;
- средства управления документооборотом.

Необходимо обратить внимание на следующие из известных средств.

Пакет Microsoft Office характеризуется единым набором прикладных программ для автоматизации работы и возможен в двух вариантах. В состав **Microsoft Office Standart** входит **Microsoft Excel** для создания электронных таблиц, текстовый процессор **Microsoft Word**, система подготовки презентаций **Microsoft Power Point** и планировщик **Microsoft Schedule+**. Пользователь получает доступ к почтовой станции **Microsoft Exchange** для обмена факсами и электронными письмами.

Система Lotus Notes представляет собой платформу типа «Клиент – сервер» (рис. 7), служащую для разработки и размещения приложений класса **groupware** на основе электронной почты. Она позволяет пользователям получать, отслеживать, совместно использовать и создавать документальную информацию (текст, изображение, видео и звук), получаемую из различных источников, таких как прикладные и оперативные системы, сканеры или факс-аппараты.

Пользователям система **Lotus Notes** предоставляет доступ к сети через любой применяемый ими графический пользовательский интерфейс (**Windows, Mac, OS/2, Unix**).

**Lotus Notes** обеспечивает:

- *единый постоянный пользовательский интерфейс для обращения ко всем другим абонентам, сетевым ресурсам и информации;*
- *гибкость при обработке сложных документов, содержащих данные из компьютерных приложений, новостных каналов (**newsfeeds**), сканированных изображений и структурированных реляционных систем;*
- *быструю разработку прикладных программ для рабочих групп;*
- *систему защиты доступа к информации на всех уровнях, вплоть до уровня отдельного документа;*
- *тиражирование информации, располагающейся в любом подразделении предприятия, в его филиалах, у удаленных пользователей, а также у заказчиков и поставщиков;*
- *открытость (поддержка разных сетевых операционных систем и приложений, внешних источников данных, систем электронной почты и прикладных программных интерфейсов API);*

- масштабируемость (реализация системы любого размера: от рабочей группы из двух пользователей до корпоративной сети с десятками тысяч сотрудников организации);
- интеграцию набора разнообразных элементов клиентских и серверных программных модулей (среда пользователя, распределенная обработка документов, передача сообщений, защита и среда разработки) для создания технологии бизнес-процесса заказчика.

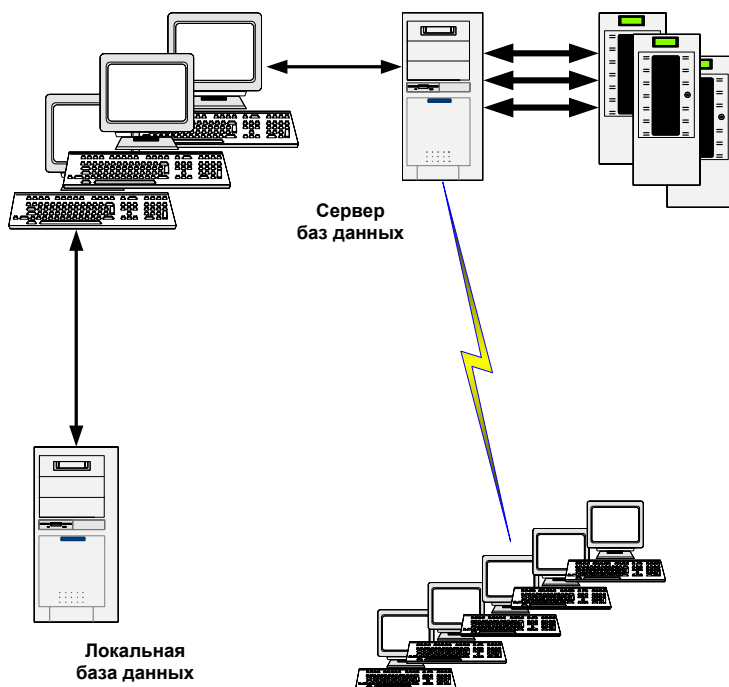


Рис. 7. Система Lotus Notes как "Клиент сервер" платформа

Рабочее пространство пользователя (Workspace) системы **Lotus Notes** основано на графическом пользовательском интерфейсе и включает шесть фиксированных экранных окон, в которых размещаются пиктограммы баз документов.

База документов Notes – это средство хранения документов, при помощи которого пользователи могут вызывать, отслеживать, хранить и преобразовывать информацию. Сложные документы созда-

ются и обновляются при помощи бланков **Notes Forms** и встроенного редактора.

Наша организация в настоящее время находится лишь на первой стадии развития электронного документооборота в пределах сети Intranet, и, хотя имеются первые обнадеживающие результаты работы системы **Lotus Notes**, еще рано говорить о завершении этой работы.

Большое значение для нашей организации имеет использование возможностей Internet-технологий непосредственно в учебном процессе. Особенно остро в последние годы ощущается нехватка учебных пособий и учебников. Здесь как раз и проявляет себя система **Lotus Notes**, на базе которой ведется разработка электронных учебников, справочников, пособий по выполнению лабораторных работ и т.д.

Сеть **Intranet** делает доступными разработки одной кафедры (лаборатории) для других пользователей. Особенно примечательно то, что в этой деятельности с большим энтузиазмом принимают участие студенты, от чего получается двойная польза: обучение информационным технологиям и в то же время различным предметам.

## **5. ПУТИ ОСВОЕНИЯ НАУКОЕМКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БНТУ**

В течение последних 2-х лет в БНТУ был проведен ряд мероприятий по созданию Белорусско-Российского центра по внедрению наукоемких компьютерных технологий в образовательную и производственную деятельность на базе Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ) и Белорусского национального технического университета (БНТУ).

Промышленность Беларуси в настоящее время отстает от ведущих мировых держав в применении современных наукоемких информационных технологий компьютерного проектирования (CAD-технологии) и инженерного анализа (CAE-технологии), планирования и управления производством на основе данных об изделии (CAM и PDM-технологии) и других технологий, объединяемых в комплекс CALS-технологий.

Обсуждению этих вопросов был посвящён международный семинар по использованию наукоемких компьютерных технологий в промышленности, науке и образовании, проведённый на базе БНТУ 26.02.2002 г. В его работе приняли участие представители ведущих

предприятий промышленности Республики Беларусь, а также представители Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, ОАО “Росстанкоинструмент”.

На семинаре было принято следующее решение:

1. Обеспечение конкурентоспособности промышленных предприятий Беларуси и России в современных экономических условиях невозможно без скорейшего освоения, сопровождения и внедрения наукоемких компьютерных технологий проектирования и инженерного анализа (CAD/CAE/CAM-технологий) – основной наукоемкой составляющей CALS-технологий (информационных технологий создания, поставки и сопровождения изделия в течение всего жизненного цикла, от проектирования, эксплуатации и до его утилизации).

2. Применение наукоемких компьютерных технологий проектирования и инженерного анализа на предприятиях Беларуси и России требует значительных финансовых затрат на приобретение высокопроизводительных вычислительных систем, лицензионного программного обеспечения и его научно-методического сопровождения, включающего подготовку высококвалифицированных специалистов и формирование у них современной инженерной культуры. В связи с этим внедрение CAD/CAE/CAM-технологий на отечественных предприятиях требует высокой степени интеграции материальных и интеллектуальных ресурсов Союзного государства для дальнейшего развития и становления на новом уровне промышленных предприятий Беларуси и России.

3. Необходимо сконцентрировать материальные и интеллектуальные ресурсы на базе ведущих высших технических университетов Беларуси и России – БНТУ, СПбГПУ и МГТУ с целью приобретения, освоения и внедрения в учебный процесс наукоемких компьютерных технологий, подготовки высококвалифицированных специалистов, оказания консалтинговых и инжиниринговых услуг предприятиям промышленности по освоению современных программных систем мирового уровня и решения актуальных задач компьютерного проектирования и инженерного анализа с использованием программно-аппаратных средств НИЦЭВТа.

4. Для скорейшего внедрения наукоемких компьютерных технологий в образование, науку и промышленность и с целью повышения конкурентоспособности промышленных предприятий Беларуси

и России необходимо создать систему Центров наукоемких компьютерных технологий в ведущих технических университетах – БНТУ, СПбГПУ и МГТУ (рис. 8).

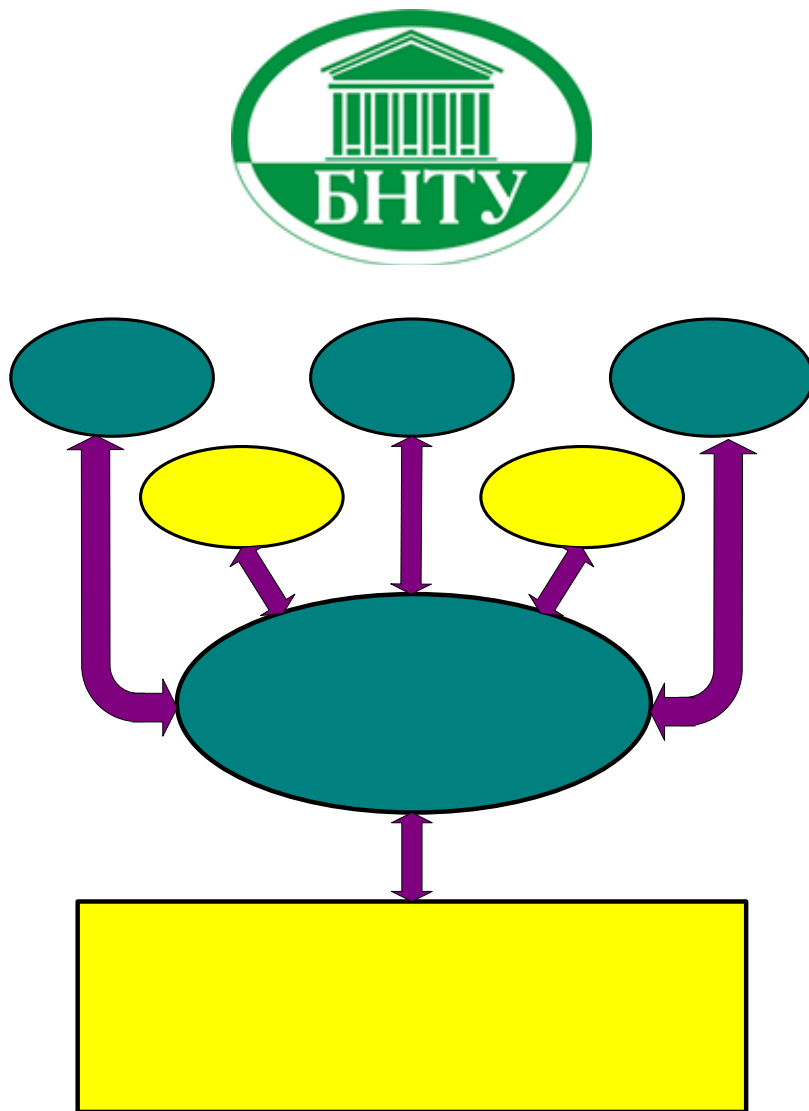


Рис. 8. Организационная структура решения задач CFLS-технологий

Это решение семинара было разослано на большинство машино-приборостроительных предприятий Республики с дополнительной просьбой – сообщить практические потребности каждого предприятия в применении наукоёмких компьютерных технологий.

По результатам рассылки БНТУ сформировал ряд актуальных конструкторско-технологических задач, имеющих практическую значимость для предприятий республики.

Для достижения сформулированных в решении целей и с учётом практических потребностей предприятий республики в БНТУ проводятся работы, направленные на объединение ресурсов высшей школы и промышленности с целью:

- развёртывания работ в области CAE- технологий компьютерного инжиниринга (Computer Aided Engineering), как дающих наибольший эффект при создании наукоёмкой, конкурентоспособной продукции и ведущих к переоснащению производства на основе принципиально новых и передовых технологий;

- подготовки и переподготовки специалистов новых поколений, в совершенстве владеющих современными наукоёмкими компьютерными технологиями и программными системами мирового уровня, разработки научно-методических основ подготовки и переподготовки специалистов с особым упором на высшую школу;

- разработки стратегии и тактики инновационных процессов, связанных с комплексной автоматизацией промышленных предприятий на основе тотального внедрения современных информационных и компьютерных технологий, в первую очередь CALS-технологий (тесно связанных с реинжинирингом, параллельным проектированием, созданием виртуальных предприятий, а также электронным обменом данными и многопользовательскими базами данных) и их наукоёмких составляющих – CAE-технологий.

Целесообразно указать на один из главных факторов, препятствующих началу широкого продвижения наукоёмких информационных технологий в промышленность – это недостаточная техническая и кадровая оснащённость высшей школы, которая не позволяет готовить специалистов, в полной мере владеющих информационными технологиями мирового уровня, и, следовательно, не позволяет ей выступать полноценным консультантом при внедрении последних в промышленность, как это имеет место в случае традиционных машиностроительных технологий. Обучение студентов по

специальности «Компьютерная механика», открытой в БНТУ с 2002 года, будет способствовать решению этих и других проблем, а также реализации предложения Министерства промышленности, науки и технологии Российской Федерации и Национальной академии наук Беларуси о разработке научно-технической программы Союзного государства «Развитие и внедрение в государствах-участниках Союзного государства наукоемких компьютерных технологий на базе мультипроцессорных вычислительных систем».

## **6. НАУКОЕМКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Потребности в применении современных наукоёмких информационных технологий на платформе высокопроизводительных компьютеров признаны научно-технической общественностью всех промышленно развитых государств.

Имеется большой спрос на программные компоненты наукоемких информационных технологий, на компьютеры, необходимые для полноценной эксплуатации этих программных компонентов, и на соответствующие услуги по внедрению, обучению и сопровождению.

Перед отраслями промышленности государств-участников Союзного государства, специализирующимися на создании и внедрении информационных технологий, возникают остро актуальные задачи:

- создание конкурентоспособной продукции, удовлетворяющей возникающий спрос и не уступающей лучшим зарубежным образцам,
- развитие рынка наукоемких информационных технологий и соответствующего компьютерного обеспечения, стимулирование спроса в этой области;
- формирование инфраструктуры, способной осваивать этот растущий рынок, увязывать спрос на этом рынке с предложением путем предоставления комплексных научно-технических и коммерческих услуг, проведения опережающих опытно-конструкторских работ и организации соответствующих производств, обеспечивающих, в частности, замену или предотвращение импорта.

Сегодня ряд ведущих вузов и крупных промышленных предприятий России и Беларуси, таких как МГУ, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Белорусский национальный технический университет, МГТУ им. Н.Э. Баумана,



АО «ГАЗ», АО «АВТОВАЗ», ГКНПЦ им. Хруничева, ОКБ им. А.С. Яковлева, БЕЛАЗ, МАЗ (Минск), ЛМЗ (Санкт-Петербург) и др., имеют значительный опыт применения наукоемких компьютерных технологий. Эти предприятия и организации (с привлечением владельцев авторских прав на используемые программные продукты) могли бы служить базой широкого внедрения наукоемких информационных технологий в промышленности стран-участниц Союзного государства и в ближнем зарубежье.

Проблема развития и внедрения в Российской Федерации и Республике Беларусь наукоемких информационных технологий на базе мультипроцессорных вычислительных систем возникла в связи с отставанием этих государств от ведущих мировых держав в применении новейших наукоемких информационных технологий, нацеленных на решение сложных задач машиностроения, биотехнологии, геологоразведки, контроля окружающей среды, транспорта и связи, *государственных, коммерческих и военных приложений*, которые требуют компьютеров с производительностью, лежащей в диапазоне 10 гигафлопс и выше, вплоть до суперкомпьютерной терафлопсной производительности.

Современные западные технологии сквозного автоматизированного проектирования (CAD/CAM технологии) такие, как UNIGRAPHICS, CATIA, PROENGINEER, EUCLID и т.п., внедряемые в масштабе предприятия, требуют и интегрированной системы управления информационными потоками и документооборотом, например, систему iMAN (Information Manager) и соответствующие корпоративные базы данных (ORACLE, SYBASE и др.) (рис. 9).

Компьютерные технологии инженерного анализа (CAE-технологии) в первую очередь опираются на семейство пакетов прикладных программных систем для решения прикладных задач механики, таких как:

ANSYS, MSC/NASTRAN – для решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твердого тела и механики конструкций (включая нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, механики связанных полей;

LS-DYNA, ABAQUS, MSC/MARC – для решения задач о сильно нелинейных и быстропротекающих процессах в деформируемых

средах со сложными реологическими свойствами, для решения пространственных динамических нелинейных задач контактного взаимодействия, решения задач технологической механики, а также задач механики конструкций, содержащих жидкость;

**Непрерывное компьютерное сопровождение  
жизненного цикла изделий  
CALS - технологии  
(Continuous Acquisition and Life Cycle Support)**



Рис. 9. Состав ПО CALS-технологии

STAR-CD, FLUENT – для решения трехмерных задач механики жидкости и газа (стационарные и нестационарные течения, ламинарные и турбулентные течения со свободными поверхностями; многофазовые потоки, учет кавитации, химические реакции и др.);

ADAMS – для решения задач кинематического и динамического моделирования и анализа (в том числе, в реальном масштабе времени) сложных механических систем, применяемых в авиационной, космической, автомобильной, железнодорожной и других отраслях промышленности.

Учитывая, что создание современных систем компьютерного проектирования для условий конкретных предприятий требует очень больших затрат на разработку методического, программного и иного обеспечения, подготовки кадров и воспитания у них соответствующей культуры, то без объединения ресурсов высшей школы и промышленности посредством упомянутого Центра решение этих проблем может оказаться просто невозможным.

Организацию взаимодействия Центра и промышленных предприятий планируется осуществлять на основе хозяйственных договоров на проведение следующих работ:

- проведение консультационной деятельности по постановке задач и их реализации в условиях предприятия-заказчика путем предварительной отработки на техническом обеспечении Центра;
- подготовку кадров заинтересованных предприятий на методической, программной и технической базе Центра;
- выполнение конкретных заказов предприятий на создание математических моделей прикладных задач механики и их последующую реализацию на технической базе Центра.

Программные и аппаратные компоненты наукоемких информационных технологий, разработанные западными фирмами, из-за своей высокой цены недоступны подавляющему большинству российских и белорусских промышленных предприятий. Это оборачивается невозможностью создания современной конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках продукции как гражданского, так и оборонного назначения.

Потребность в высокопроизводительных компьютерах не может быть удовлетворена путем применения персональных компьютеров и серверов на платформе Intel, имеющих или ожидаемых в ближайшие годы на мировом рынке. Проблема частично решается за счет приобретения высокопроизводительных рабочих станций RISC-архитектуры и компьютеров класса main-frame, не производимых в союзных государствах, а также за счет импортных мультипроцессорных кластеров. Программное обеспечение для этих вы-

числительных средств, включая пакеты прикладных программ, также приобретается за рубежом. Однако этот путь влечет утечку значительных финансовых средств за рубеж и не является безопасным, так как поставки высокопроизводительных компьютеров в союзные государства подвержены систематическим политическим ограничениям со стороны потенциальных экспортеров.

Проблема усугубляется также и крайней сложностью освоения современных наукоёмких программных систем мирового уровня. Необходима, но отсутствует в Союзном государстве инфраструктура, предоставляющая комплексные услуги по внедрению основных компонентов наукоёмких информационных технологий, а именно: консультации по выбору и применению технологий, поставку, установку и сопровождение компьютерных средств и программного обеспечения, обучение, а также решение задач по заказу (на принципах "аутсорсинга").

Таким образом, как экономическая целесообразность, так и соображения научно-технической безопасности союзных государств требуют активизации *работ по импортозамещению* как в области программного обеспечения, так и аппаратных средств высокопроизводительных систем.

При этом необходимо ориентироваться на имеющийся в странах Союзного государства технологический опыт реализации новых оригинальных подходов к созданию архитектур высокопроизводительных компьютерных систем *завтрашнего и даже послезавтрашнего дня*, по которым Россия и Республика Беларусь являются одними из мировых лидеров.

Новейшие НИР и ОКР по созданию мультипроцессорных вычислительных кластеров, проведенные на предприятиях-инициаторах Союзной программы, образовали научно-технические предпосылки для удовлетворения потребности стран Союзного государства в высокопроизводительных компьютерах. Сегодня уже очевидно, что эти потребности не могут быть удовлетворены за счет ординарной компьютерной техники, производимой в Беларуси и России или поступающей по импорту. Для реализации этих предпосылок необходимо развертывание производства, создание соответствующей внедренческой инфраструктуры. Важнейшим вопросом является формирование достаточно полной системы прикладного программного обеспечения с опорой на значительный мировой опыт в данной сфере.

Разработки мультипроцессорных вычислительных кластеров, выполненные в России, находятся на передовом научно-техническом уровне и на том магистральном пути, на котором ведущие мировые производители пытаются обеспечить пользователей вычислительными средствами повышенной мощности. Однако для освоения и удержания соответствующего рынка государств-участников Союзного государства, продвижения на рынки стран ближнего зарубежья необходимо проведение постоянной и оперативной модернизации имеющегося задела, продолжение поисковых и научно-исследовательских работ в области архитектуры высокопроизводительных мультипроцессорных систем (суперкомпьютеров), высокоскоростных адаптеров и их программного обеспечения.

Аналогичная ситуация имеет место и в применении наукоемких программных систем мирового уровня. Важнейшим обстоятельством является их возрастающая востребованность промышленностью государств-участников Союзного государства. Отметим, что такие программные системы представляют собой продукты транснациональных компаний, на разработку и систематическое развитие которых затрачиваются десятки и сотни миллионов долларов. Отслеживание же процесса непрерывного обновления этих продуктов невозможно без систематической внедренческой работы в данной области.

Россия и Беларусь имеют по рассматриваемым вопросам аналогичные потребности и проблемы, сходный и взаимодополняющий производственный потенциал, полувековой опыт кооперации в области создания и внедрения компьютерных технологий.

Проведение необходимого комплекса взаимосвязанных по целям, срокам и исполнителям научно-технических, производственных и организационных мероприятий наилучшим образом обеспечивается в рамках программы Союзного государства.

При этом необходимо ориентироваться на имеющийся в странах Союзного государства технологический опыт реализации новых *оригинальных подходов к созданию архитектур высокопроизводительных компьютерных систем завтрашнего и даже послезавтрашнего дня*, по которым Россия и Беларусь являются одними из мировых лидеров.

Для решения проблемы предлагается:

1) создание системы центров кластерных прикладных наукоемких технологий; каждая страна-участник организует:

- *базовый центр кластерных прикладных наукоемких технологий*, оснащенный современными кластерными конфигурациями и программными продуктами и обеспечивающий системную интеграцию поставок ПТК, включая маркетинг, создание, отработку и тестирование ПТК, производство кластеров и организацию технического обслуживания ПТК;

- *отраслевые центры кластерных прикладных наукоемких технологий* в ведущих учебных заведениях и промышленных предприятиях для выполнения работ по развитию и внедрению наукоемких технологий на базе высокопроизводительных кластеров;

2) выполнение в этой системе центров проектов по внедрению и развитию наукоемких технологий прежде всего в области производственных расчетов и военных приложений, государственных информационных систем, развития новых архитектурных технологий создания суперкомпьютерных систем.

В рамках Программы предполагается выполнение ряда проектов.

Планируется участие БНТУ в решении следующих задач:

- адаптация на вычислительных кластерах, освоение и внедрение зарубежных прикладных программных систем;

- разработка параллельных версий отечественных пакетов инженерных расчетов для вычислительных кластеров;

- разработка программного обеспечения для решения задач с использованием конструктивных методов коммутативной алгебры и комбинаторных алгоритмов;

- разработка технологии и программных средств для создания параллельных баз данных, информационных и информационно-аналитических систем на базе вычислительных кластеров;

- разработка научно-методических основ применения наукоемких компьютерных САЕ-технологий и сопровождение внедрения проектов на промышленных предприятиях;

- подготовка инженерных кадров, переподготовка инженерного состава промышленных предприятий в области наукоемких компьютерных технологий.

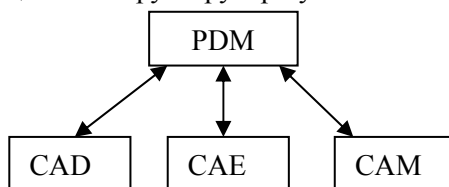
Базовые центры компьютерных технологий предполагается создать в Российской Федерации и в Республике Беларусь в государственном научном учреждении «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» (ОИПИ НАН Беларуси) с участием Белорусского национального технического университета, НИРУП «Белавтотракторостроение», УП «НИИЭВМ» и др.

## 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PDM-СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В последние годы в нашей стране сформировался и растет рынок программных продуктов, позволяющих автоматизировать процесс проектирования изделия, моделирования его поведения в реальных условиях эксплуатации до изготовления, а также разрабатывать управляющие программы для станков с ЧПУ. Эти программные продукты, как указывалось ранее, называются соответственно CAD/CAE/CAM. Также при разработке изделия возникает необходимость в координации проекта. Эту роль выполняют различные PDM-системы, наиболее известные из которых iMAN и др.

Помимо координации проектной деятельности PDM-системы выполняют и функции администрирования, т.е. доступ к информации по проекту получают те люди, которым эта информация нужна для работы, при этом для различных работников могут устанавливаться различные права доступа.

Например: конструктор разрабатывает некоторое изделие. Он должен иметь доступ и права для изменения параметров изделия и его геометрии. Расчетчику же требуется дать заключение о годности разработанной конструкции, выдержит ли она действующие на нее нагрузки и как при этом будет себя вести. Для этого ему необходим доступ и права на чтение файлов, содержащих информацию об изделии, а также возможность сообщить конструктору о результатах своей работы.



В настоящее время PDM-системы внедряются на таких предприятиях, как МТЗ, МАЗ и некоторые другие. Эти предприятия обладают большим количеством различных бюро, работу которых необходимо координировать при разработке и запуске в производство новых изделий. И если с обучением конструкторов, технологов и расчетчиков работе в CAD/CAM/CAE системах дела обстоят более-менее, то принципам работы в PDM-системах нигде не обучают, а, придя на предприятие, имеющее и использующее PDM-систему, такой человек долго не сможет самостоятельно плодотворно работать.

Этот пробел необходимо восполнить внедрением PDM-системы в учебный процесс кафедр, подготавливающих специалистов для этих предприятий. Но сама по себе PDM-система – это сложный продукт, и ее внедрение в учебный процесс будет связано со многими проблемами, а именно:

1) отсутствие квалифицированного персонала для администрирования PDM-системы; необходимо будет определить администратора PDM-системы для того, чтобы он прошел обучение у представителей (поставщиков);

2) для внедрения PDM-системы на уровне всего БНТУ было бы желательно, чтобы эта система поддерживалась на уровне консультаций поставщиками;

3) адаптация самой PDM-системы под нужды БНТУ;

4) разногласие в рабочих, учебных и др. планах дисциплин.

Решение этих проблем:

1) выделить заинтересованные кафедры;

2) поскольку работа эта пока что будет носить скорее экспериментальный характер и участвовать в ней будут различные кафедры различных факультетов, то целесообразно создание межфакультетского центра, который бы координировал данный эксперимент;

3) согласовать между кафедрами учебные программы, т.е. для каких дисциплин можно будет использовать PDM-систему, как эти работы будут согласовываться с работой других кафедр (по времени, по теоретическим знаниям студентов и т.д.).

**Работа студентов с использованием CAD/CAE/CAM/PDM** может выглядеть следующим образом:

**Студент-конструктор** получает задание на курсовое проектирование. Свою работу он выполняет полностью на компьютере, т.е. изделие проектирует в CAD системе, а данные сохраняются посредством PDM-системы на сервере, пояснительную записку готовит в текстовом редакторе. В процессе проектирования он может консультироваться с технологом, расчетчиком и экономистом посредством той же PDM-системы.





**Результаты работы конструктора будут являться исходными данными для студента – технолога и студента – расчетчика.** Расчетчик дает заключение о возможности использования изделия данной конструкции в заданных условиях эксплуатации или при неудовлетворительных результатах расчетов предлагает что-то изменить (контактирует с конструктором). Технолог же разрабатывает технологический процесс на деталь(и) данной конструкции и по возможности разрабатывает программы для числового программного управления обработкой. При этом возникающие у него вопросы он может разрешить, взаимодействуя с конструктором.

Все взаимодействия в данной схеме между конструктором, расчетчиком и технологом происходят посредством PDM-системы, поскольку обычно в PDM-системе присутствует внутренняя почтовая служба, предназначенная именно для этих целей.

При этом работа студентов остается прозрачной для преподавателей, т.е. все изменения, вносимые студентами в проект решения поставленных перед ними задач, доступны для просмотра.

Общий объем работ получается значительный, но затраты времени и материальные вполне окупятся качеством подготовки студентов. Стандарт ISO 10303, регламентирующий взаимодействие между CAD/CAM/CAE системами, еще только внедряется в нашей республике, но такие предприятия, как МТЗ и МАЗ, будут заинтересованы в специалистах, владеющих современными подходами к проектированию.

## **8. РЕШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ СПРАВОЧНИКОВ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ**

Тенденции развития технологии машиностроения сводятся к автоматизации основных и вспомогательных операций, контролю и управлению всем производственным процессом с использованием ЭВМ.

Последнее в большой степени определяет возможности создания конкурентоспособной продукции. В мировом технологическом пространстве, как отмечалось ранее, информационные технологии обеспечивают сопровождение изделия в течение всей его жизни от проектирования до утилизации. Это позволяет создавать высокотехнологичные изделия с новыми качествами, которые конкуренто-

способны на мировом рынке. Такие технологии принято называть CALS технологиями (Continuous Acquisition and Life cycle Support).

Вместе с тем в современных технологических машинах кроме традиционных электрогидропневматических связей используется искусственный интеллект, предусматривающий наличие в системе управления преобразователей информации зрительной, слуховой (звуковой), тактильной и др. Такая "интеллектуализация" машин и производств обеспечивает не только восприятие информации, ее хранение и передачу, но и переработку в сигналы, управляющие работой машины и технологическими системами в целом. Другими словами, в основу проектирования технологических процессов изготовления деталей машин и приборов ложится кибернетический подход.

Современные подходы в этой области основаны на интеграции областей знаний в различных сферах, на междисциплинарном подходе к решению конкретных научно-технических проблем, т.е. указывают на синергетический характер интеграции.

За последние годы бурное развитие фундаментальных исследований во многом расширило возможности решения производственных задач в машиностроении и определило направление прикладных исследований в поисках методов повышения эффективности обработки рабочих поверхностей деталей машин и приборов. Можно сказать, что на сегодняшний день большинство всех известных физических явлений положено в основу физико-химических, электромагнитных, термомеханических, плазменных, газопламенных, лазерных и других методов обработки. Поиски того или иного метода, обеспечивающего решение конкретной производственной задачи, становятся затруднительными. В основу автоматизации поиска оптимальных технологических процессов в такой ситуации следует положить имеющийся достигнутый опыт предприятий и их традиций, а также сложившуюся экономическую, экологическую ситуацию и имеющиеся запасы природных ресурсов. Поэтому концепция поиска наилучшего варианта МТП (маршрутного технологического процесса) может быть основана на анализе основных технико-экономических показателей базового варианта МТП и поиска новых операционных процессов, основанных на новых физических явлениях и обеспечивающих снижение трудозатрат, себестоимости, энергопотребления и материалоемкости данного МТП.

Реализация такого подхода имеет особое значение на этапе проектирования МТП. Проведение многовариантных численных исследований с помощью ЭВМ по вышеперечисленным критериям позволит в этом случае отыскивать оптимальный вариант без дополнительных затрат на апробацию технических решений в производственных условиях.

Программное обеспечение с интерактивной графикой и соответствующим интерфейсом для решения задач поиска оптимальных МТП разработано на кафедре «Технология машиностроения» БНТУ. В течение последующих четырех лет выполняются дипломные проекты по совершенствованию базовых МТП машиностроительных предприятий г. Минска (МТЗ, МАЗ, МЗКТ и др.).

Программное обеспечение проектирования маршрутных технологических процессов представлено на CD и позволяет автоматизировать данный процесс проектирования, а также облегчить поиск новых, оптимальных, с точки зрения наилучших технико-экономических показателей, маршрутных технологических процессов. Пользователь, получивший доступ к файлам электронного справочника, дополняет его содержание. Таким образом, он становится соавтором программного продукта. Этим обеспечивается постоянное расширение базы данных новых технических решений в области технологии машиностроения.

Электронный справочник предусматривает также формирование базы данных об информативности использованных литературных источников.

Предлагается трехуровневое использование программного продукта, положенного в основу электронного справочника (см. табл. 1).

**Таблица 1**

**Применяемость программного обеспечения**

Уровни пользователей	Уровни программного продукта		
	1	2	3
1. Библиотекарь, инженер (техник), студент			
2. Специалист в области технологии машиностроения (ТМ)			
3. Специалист в области ТМ + программист (группа экспертов в области разработки программного обеспечения по технологии машиностроения)			

В зависимости от уровня программного продукта предоставляются следующие возможности:

1. Сравнительный анализ используемых источников с целью выявления наиболее информативного содержания. Результат: экономия времени при первоначальном анализе используемых источников.

2. Выявление информативности отдельных разделов используемого источника. Результат: ускорение процесса подготовки к накоплению исходной информации для разработки технологических операций.

3. Оценка и корректировка информационных связей в справочнике. Результат:

а) построение структуры электронного справочника, приемлемой для конкретного предприятия, имеющего сложившуюся информационную структуру;

б) создание прототипа информационной модели САПР.

Организация интерфейса обработки справочной информации для пользователей различных уровней представляется вместе с электронным справочником, сформированным на CD. В настоящее время ведутся работы по разработке электронных справочников и учебников с использованием последних возможностей интернет-технологий, обеспечивающих одновременную доступность и интерактивность информации практически для неограниченной аудитории пользователей (рис. 10).

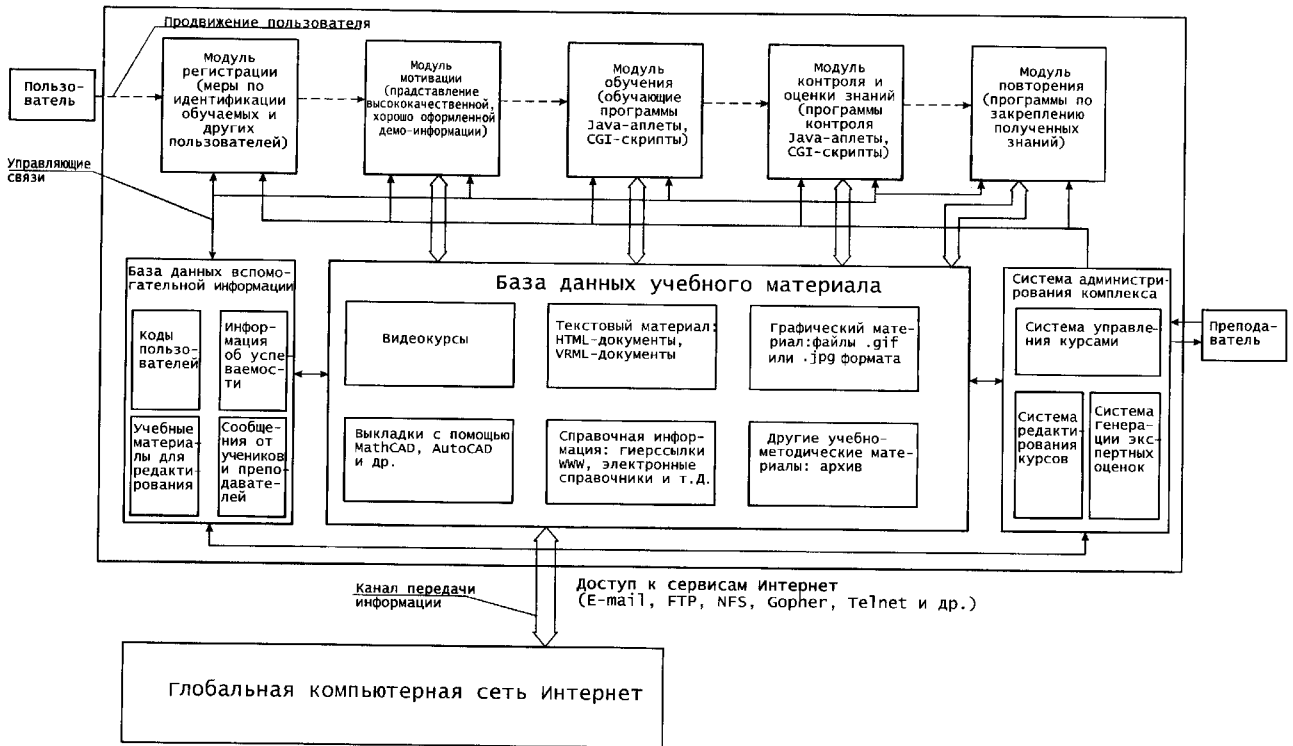


Рис. 10. Учебно-методический комплекс на базе Интернет-технологий

## 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

На протяжении веков основой неперенного главного элемента обучения являлась система «учитель-аудитория» в самых разнообразных формах. В нынешнее время, благодаря все более расширяющимся возможностям Internet-технологий, появилась возможность непрерывного организованного пополнения знаний без необходимости непосредственного общения с преподавателем, исключая, возможно, процесс оценки знаний. Такие технологии обучения получили название «дистанционное (распределенное) обучение» (ДО).

ДО основывается на двух технологиях: кэйс-технология, когда обучаемый получает комплект («кэйс») методической литературы, контрольные вопросы и т.д., и Internet-технология (электронная технология – е-обучение). Эволюция е-обучения выглядит следующим образом: почтовая переписка – использование радио-телевидения – спутниковая связь – технологии Internet. Полный комплект средств для е-обучения можно представить в виде рис. 11. По оценкам зарубежных специалистов, более или менее широкая возможность обладать таким комплектом появится не ранее 2005 года.

Е-обучение, в особенности как средство для получения второго образования и повышения квалификации, является одним из наиболее быстро развивающихся направлений высшего образования. Многие университеты Российской Федерации и западных стран включились в этот процесс. Наиболее крупными из них являются Московский институт экономики и статистики (МЭСИ), Московский институт электроники и математики (МИЭМ), Университет штата Мэриленд, где е-формой обучения охвачено около 30 000 студентов.

Растет также потребность в е-обучении. По оценкам специалистов США, если в 1998 году 5% студентов США использовали е-обучение, то их число возросло до 15% к 2002 г. Особенно велики потребности в е-обучении для повышения квалификации. Затраты корпораций США на е-обучение составили 40% от общих затрат (2,5 млрд.) на повышение квалификации своих сотрудников.

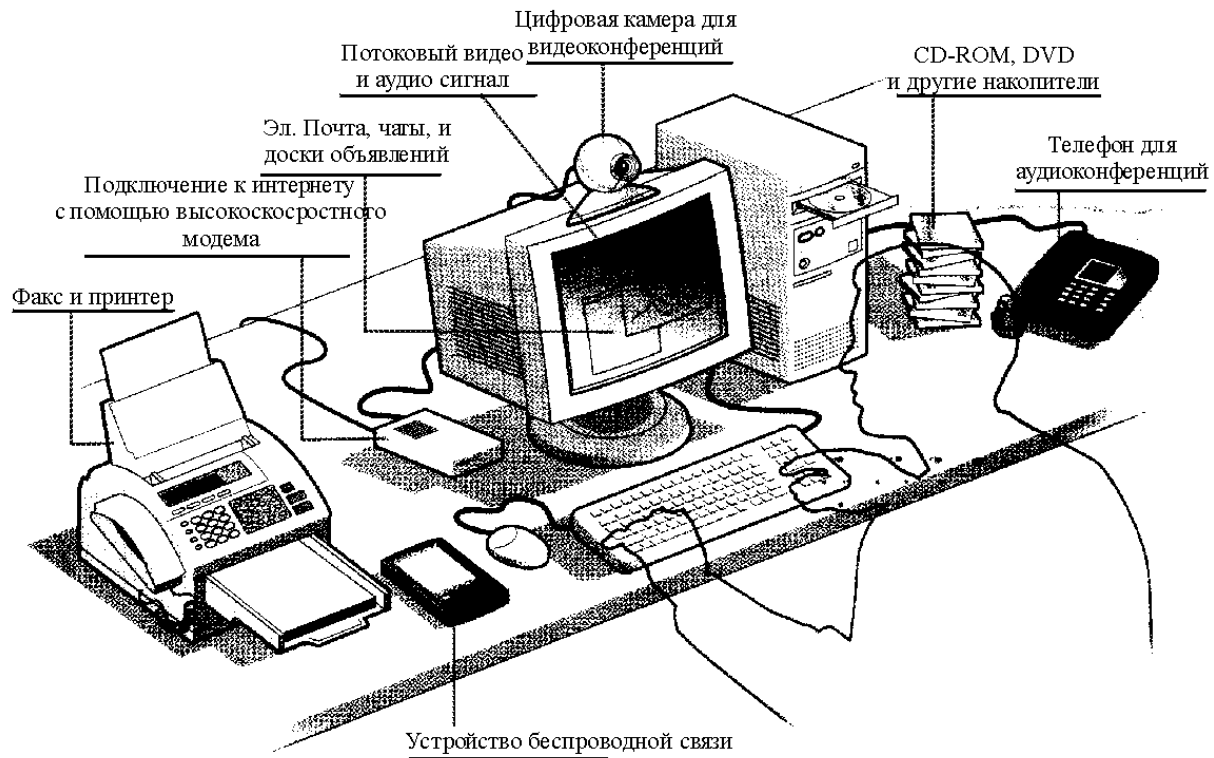


Рис. 11. Аппаратное обеспечение для e-обучения

**Виртуальная аудитория.** Общение студентов между собой и с преподавателем, характерное для аудиторных занятий в общепринятом понимании, может реализоваться с использованием Internet-технологий. Преподаватель размещает на Web-странице необходимый для изучения дисциплины материал: программу, конспект лекций, контрольные задания, видеоанимации. Возможности использования последних на Web-странице неизмеримо богаче, чем возможности классной доски.

Большим преимуществом *Internet-технологий* является возможность проводить обучение в асинхронном режиме: посетить **Web-сайт** можно в любое время суток, в выходные и праздничные дни, во время отпуска и командировок. Правда, при изучении некоторых дисциплин все же требуется непосредственное общение с преподавателем, в особенности в начале и при завершении изучения. В то же время здесь уместно говорить о виртуальной группе: студенты могут и не встречаться друг с другом. Взамен этого происходит непрерывное общение посредством *e-почты* – вопросы, ответы, обсуждения, дискуссии. Практикуется также групповая работа при разработке какой-либо темы.

**Технология е-обучения.** С точки зрения студента (пользователя) процесс обучения так же прост, как пользование Internet. Для этого необходим персональный компьютер класса «Пентиум» с последней версией Windows, ОЗУ не менее 32 Мб и модем со скоростью не ниже 56 кб/с. Естественно, необходим договор с Internet-провайдером, включая e-почту и доступ к www. В качестве программного обеспечения необходим Microsoft Word или Word Perfect, позволяющие работать с e-почтой.

Помимо этого, могут понадобиться Adobe Acrobat Reader, Windows Media Player и Real Player.

**Анализ программных продуктов для е-обучения** – предмет отдельного исследования. Здесь ограничимся лишь констатацией того, что программное обеспечение (ПО), предназначенное для проектирования, обучения и администрирования e-обучения, существует. Пакеты различаются технической сложностью и назначением. Основные (общие) требования к ПО следующие: наличие пользовательского интерфейса для загрузки материалов *e-курса*, *e-почты*, *тестирования*, *самотестирования* и *e-экзамены*. Некоторые пакеты ПО предлагают также дискуссии, конференции, доски объявлений,



file sharing и возможность контроля преподавателем загрузки (работы) студента. Видео- и аудиоклипы, значительно обогащающие материалы е-курса, требуют высокоскоростных линий связи.

*Из всего многообразия программных продуктов для е-обучения, по нашему мнению, для анализа интерес представляют следующие:*

- Пакет Blackboard's Courseinfo (<http://www.blackboard.com>);
- WebCT (<http://www.webct.com>), а также специализированные пакеты, предназначенные для повышения квалификации:
- Topclass (<http://www.wbsystems.com>);
- DigitalThink (<http://www.digitalthink.com>);
- Convene (<http://www.convene.com>);
- eCollege (<http://www.ecollege.com>).

Однако более предпочтительна платформа Lotus LearningSpace (<http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/learningspace>), которая первоначально предназначалась для повышения квалификации, но затем, благодаря своим преимуществам, получила широкое распространение в сфере образования. Достаточно сказать, что Министерство образования Российской Федерации приобрело 300 тысяч лицензий Lotus LearningSpace для учебных заведений страны. Выбор платформы для е-обучения целесообразно решать в едином ключе с созданием сети **Intranet** вуза. Комплексное решение предлагает информационная система (ИС) на платформе **LOTUS DOMINO/NOTES**, которая является коммуникационной инфраструктурой, объединяющей в себе почтовую среду клиент/сервер, глобальные средства доступа и распространения информации, средства быстрой разработки и внедрения прикладных систем для коллективной работы, а также средства доступа и создания сетей Intranet и www.

В качестве центральной компоненты информационной системы **Intranet** в БНТУ используется технология Lotus Domino/Notes, в частности сервер **Lotus Domino**, который является сервером приложений **Notes** и **Web-сервером** одновременно. Опыт использования этой ИС показал, что технология Lotus Domino/Notes является идеальной платформой для разработки и внедрения разнообразных приложений. Прикладные системы, построенные на данной платформе, способны обеспечить необходимую информационную поддержку для таких ключевых, с точки зрения успешного учебного процесса **ДО**, проблем, как разработка электронных учебных пособий и виртуальных лабораторий. Прикладные системы Notes спо-

собны обеспечить хранение и распространение различной структурированной и полуструктурированной информации, используемой преподавателями, студентами и административным персоналом, служащими и инженерными службами, архивов документов и пр.

**Внедрение компьютерной системы Mathematica.** Среди компьютерных обучающих систем Mathematica, разработанная компанией Wolfram Research, является наиболее мощной и в то же время универсальной. Несмотря на название программы, использование пакета Mathematica распространяется далеко за границы традиционной математики и математических наук. Пакет может найти применение для широкого спектра общетехнических дисциплин, изучаемых в университете.

Важным аспектом архитектуры пакета является независимость от платформы, т.е. его можно использовать на широком наборе операционных систем: Windows 95/98/2000/NT, Linux, Digital Unix и др.

Моделирование физических процессов – лишь одна из задач, которые могут решаться с помощью пакета Mathematica. На его основании возможно также создание учебно-методических комплексов и систем тестирования.

В настоящее время пакет Mathematica внедряется на ряде кафедр университета и станет основным программным продуктом для учебного процесса и научных исследований в ближайшей перспективе.

**Проблемы и перспективы дистанционного обучения.** Анализ рис. 11, где изображен набор технических средств в «классическом» понимании, может привести к невеселым рассуждениям относительно возможности использования в наших условиях.

В самом деле, лишь небольшая часть студентов может себе позволить индивидуальный доступ в Internet. Поэтому акцент можно делать на коллективные пункты доступа через сеть Белтелеком, возможности доступа из организаций. В любом случае первым шагом является создание сети Intranet вуза и выбор платформы документооборота, что обсуждалось выше.

**Технологии дистанционного обучения являются технологиями двойного назначения:** они могут успешно использоваться для студентов обычной формы обучения и, особенно, при вечерне-заочном образовании. И здесь большой проблемой является подготовка электронных учебных курсов, электронных практикумов и лабораторных работ. Зарубежный опыт и опыт нашего вуза показывают,

что здесь не обойтись без стимулирования, а попросту говоря, без оплаты труда преподавателей и программистов. Непременной является также проблема интеллектуальной собственности, тем не менее первые шаги развития ДО видятся следующим образом:

- разработка электронных справочников и учебных пособий;
- разработка виртуальных лабораторий и лабораторных практикумов;
- создание базы данных учебных материалов и размещение ее на Web-сайте университета;
- создание базы данных по подготовке специалистов без отрыва от производства;
- обеспечение доступа к названным базам данных по расписанию из определенных компьютерных классов на кафедрах (факультетах) на территории БНТУ;
- создание (по договоренности с соответствующими вузами) пунктов доступа на территории Беларуси с использованием сети Unibel;
- использование студентами коммерческих пунктов Белтелеком для доступа в Unibel и Internet;
- использование индивидуальных компьютеров через модемную связь (преимущество: круглосуточный доступ, включая выходные и праздничные дни);
- организация пунктов доступа в Internet на крупных промышленных предприятиях (МАЗ, БелАЗ, ПО «Интеграл» и так далее);
- создание творческих коллективов для подготовки электронных учебных пособий.

Несмотря на сложность проблем дистанционного образования, их решение необходимо начинать уже сейчас.

### **9.1. Международный институт дистанционного образования БНТУ**

В марте 2000 года в БНТУ был проведен семинар проректоров вузов Беларуси, посвященный проблемам дистанционного образования, организованный Министерством образования Республики Беларусь. Место проведения семинара было выбрано не случайно – к этому времени в БНТУ имелись значительные наработки в области организации и технологии ДО, заключен договор с Московским государст-

венным университетом экономики, статистики и информатики МЭСИ о совместной подготовке кадров. Выступавшие на семинаре единодушно подчеркивали заинтересованность в развитии ДО.

В порядке развития инициативы в мае 2000 года был создан Международный институт дистанционного образования (МИДО) как структурное подразделение БНТУ. Проект структур Международного института дистанционного образования БНТУ представлен на рис. 12.

### **Функции элементов структурной схемы МИДО БНТУ (проект)**

#### **Совет МИДО:**

- рассматривает и утверждает рабочие программы и другую учебно-методическую документацию;
- предлагает кандидатуры для назначения на должность руководителей МИДО и его структурных подразделений;
- вносит предложения ректору БНТУ о создании и ликвидации структурных подразделений МИДО;
- вносит предложения о развитии материально-технической базы МИДО;
- периодически рассматривает отчеты об учебной, учебно-методической, научно-исследовательской и хозяйственной деятельности МИДО и его структурных подразделений;
- обсуждает и утверждает планы учебной, учебно-методической, научно-исследовательской и хозяйственной деятельности МИДО и его структурных подразделений;
- рассматривает и утверждает распределение финансовых средств от деятельности МИДО по создаваемым МИДО фондам и утверждает сметы расходов по этим фондам.

#### **Общественно-попечительский совет МИДО –**

создается приказом ректора БНТУ из известных общественных деятелей, представителей бизнеса, науки, заинтересованных в развитии системы ДО и ОО в БНТУ. Совет:

- осуществляет общественную экспертизу проектов развития МИДО, дает рекомендации Совету МИДО по основным направлениям деятельности института;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● осуществляет общественный контроль расходования спонсорских средств (в рамках утвержденных смет и действующего законодательства);</li> <li>● обеспечивает поддержку деятельности МИДО в структурах, представителями которых являются члены Совета.</li> </ul>
<b>Экспертный совет –</b>	<p>создается приказом ректора БНТУ из известных специалистов в предметных областях, связанных с деятельностью МИДО.</p> <p>Совет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● осуществляет экспертизу учебных планов, рабочих программ, учебно- и научно-методических материалов, внутренних нормативных документов;</li> <li>● дает рекомендации Совету МИДО на утверждение этих документов.</li> </ul>
<b>Директор:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● осуществляет оперативное руководство деятельностью МИДО;</li> <li>● в пределах своей компетенции издает приказы, распоряжения и дает указания, обязательные для всех подчиненных работников;</li> <li>● осуществляет расчетно-финансовые операции в пределах полномочий;</li> <li>● заключает договора (контракты) от имени БНТУ, действует от имени БНТУ в пределах своей компетенции на основании выданной доверенности;</li> <li>● осуществляет иные полномочия в пределах, определяемых ректором БНТУ и Советом МИДО.</li> </ul>
<b>Дирекция –</b>	<p>организует оперативное руководство деятельностью МИДО.</p>
<b>Факультет дистанционного образования</b>	<p>производит обучение студентов по учебным планам и программам дистанционного образования с выдачей диплома государственного образца.</p>
<b>Факультет открытого образования</b>	<p>производит обучение специалистов, слушателей учебных курсов по учебным планам и программам открытого образования с выдачей сертификата БНТУ о полученной квалификации в рамках системы открытого образования БНТУ.</p>

**Отдел  
межвузовских и  
международных  
программ:**

- организует обучение по Договору о сотрудничестве в сфере образовательной деятельности с Московским государственным университетом экономики, статистики и информатики;
- организует обучение студентов, подготовку специалистов по Договорам о сотрудничестве в сфере образовательной деятельности между БНТУ, вузами Республики Беларусь, вузами других стран;
- курирует обучение иностранных студентов в МИДО;
- курирует участие МИДО (от имени БНТУ) в республиканских и международных объединениях организаций, занимающихся учебной деятельностью в сфере ДО;
- курирует реализацию программ межвузовского и международного сотрудничества, в которых принимает участие МИДО.

**Научно-методический  
отдел:**

- осуществляет общее руководство научной, научно-методической, учебно-методической работой в МИДО;
- осуществляет общее руководство подготовкой электронных мультимедийных средств обучения;
- осуществляет руководство работой редакционных коллегий электронных журналов БНТУ:
  - "Информационные технологии и инженерное образование";
  - "Физика и инженерное образование";
  - "Вопросы дистанционного образования";
- осуществляет руководство проведением научно-методического семинара по внедрению информационных технологий в инженерное образование;
- организует подготовку совещаний, конференций, проводимых в МИДО, поездки сотрудников МИДО на аналогичные мероприятия;
- осуществляет руководство научно-информационной и патентно-лицензионной деятельностью, в том числе контролирует лицензионность используемых учебно-методических материалов и программного обеспечения.

**Отдел  
поддержки  
системных  
ресурсов:**

- разрабатывает и поддерживает сайт МИДО;
- поддерживает и контролирует работу ЛВС МИДО, используемых в МИДО средств вычислительной техники;
- осуществляет мероприятия по защите ЛВС МИДО от несанкционированного доступа;
- поддерживает сайты электронных журналов БНТУ, сайты семинара по внедрению информационных технологий в инженерное образование;
- дает рекомендации руководству МИДО по приобретению средств ВТ и программного обеспечения.

**Отделы  
экономики и  
маркетинга:**

- разрабатывают общую экономическую политику деятельности МИДО;
- оказывают помощь ПФУ БНТУ в составлении смет на обучение;
- контролируют расходование средств МИДО;
- осуществляют маркетинг образовательных услуг и руководство рекламной деятельностью.

**Отдел  
технического  
обеспечения  
дистанционного  
образования:**

- руководит издательской деятельностью МИДО;
- эксплуатирует средства обучения, закрепленные за МИДО;
- осуществляет материально-техническое снабжение МИДО и контроль за сохранностью и состоянием помещений, закрепленных за МИДО.

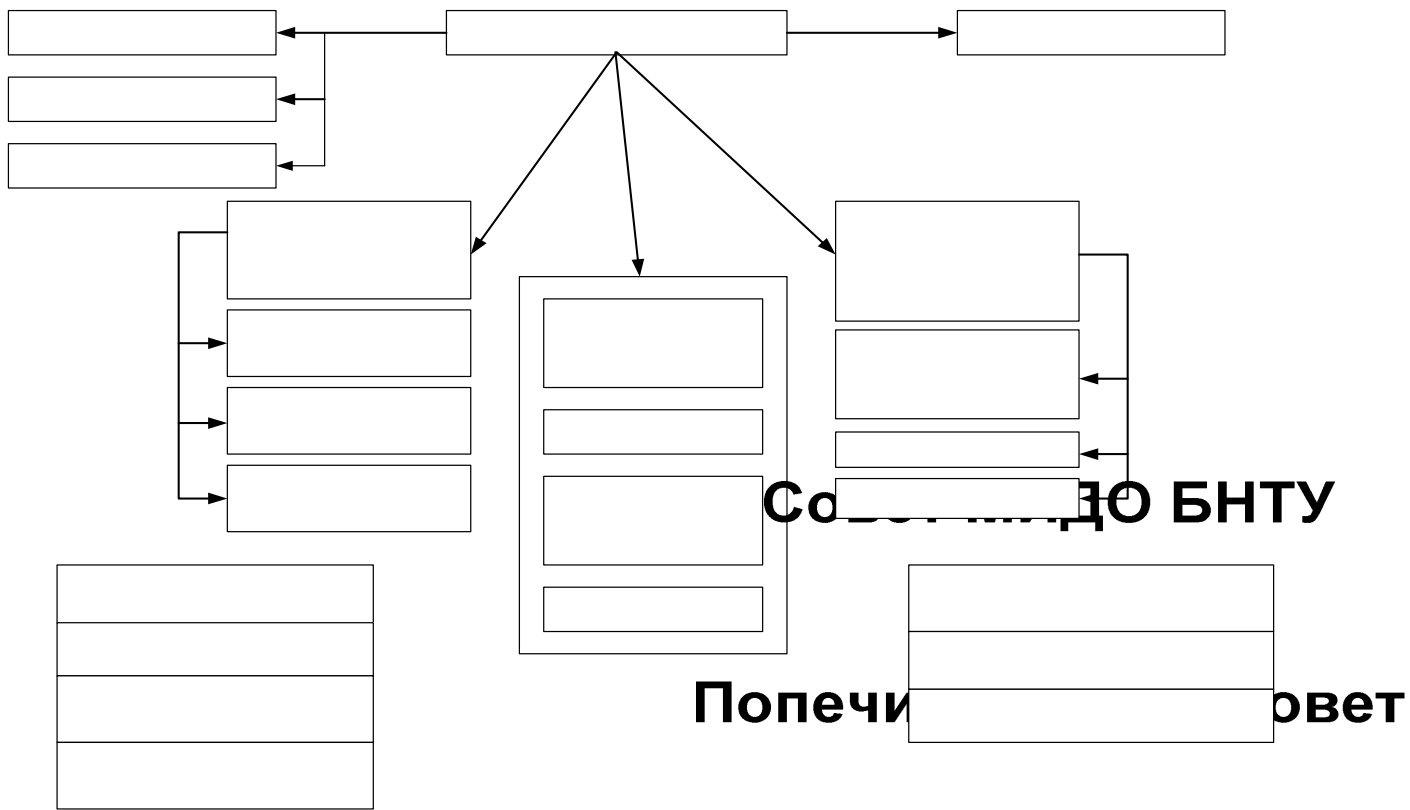


Рис. 12. Проект структуры Международного института дистанционного образования БНТУ



## 9.2. Планы приема студентов

Свою учебную деятельность институт начал в 2001/2002 учебном году, когда в МИДО были приняты для обучения без отрыва от своей основной деятельности 43 студента на специальность

**Т.10.02 «Программное обеспечение информационных технологий»**, в том числе:

- на 1 курс                    23 человека,
- на 3 курс                    5 человек,
- на 4 курс                    12 человек.

В 2002/2003 учебном году прием на обучение без отрыва от основной деятельности проводился по двум специальностям:

Шифр	Название специальности	План приема	
		на 1-й курс	на 3-й курс
1-40 01 01	Программное обеспечение информационных технологий. Квалификация – инженер программист	25	6
1-53 01 02	Автоматизированные системы обработки информации. Специализация «Технологии и технические средства автоматизации финансовых операций». Квалификация – инженер по информационным технологиям	15	

В начале 2003 года планируется объявить прием студентов на специальность

40 01 02-01	Информационные системы и технологии в проектировании и производстве	
Специализации:		Год начала приема
40 01 02-01 01	Компьютерные системы и технологии проектирования	2003/2004
40 01 02-01 02	Компьютерные системы и технологии обработки и представления информации	2003
40 01 02-01 03	Компьютерные технологии управленческой деятельности	2003/2004
40 01 02-02	Информационные технологии в экономике	2004
40 01 02-02 01	Информационные технологии бухгалтерского учета	2004

В перспективе интерес для МИДО представляет обучение студентов по экономическим и управленческим специальностям, а также по ряду специальностей, связанных с информационными технологиями и позволяющими моделирование технологических и производственных процессов. Подготовка студентов в МИДО может быть организована как силами самого института, так и совместно со специалистами факультетов и кафедр БНТУ. В случае заинтересованности факультетов и кафедр университета возможно открытие подготовки по ряду других специальностей совместно с соответствующими кафедрами и факультетами.

Технологии ДО успешно интегрируются в существующие формы образования, прежде всего в заочную (заочно-дистанционная форма), что в будущем может привести к конвергенции двух форм образования.

### **9.3. Технология обучения**

В настоящее время прием в МИДО производится по результатам собеседования по математике и физике. В 2003 г. будут подготовлены новые правила приема в МИДО БНТУ, предусматривающие возможность приема студентов в течение всего учебного года и зачисление их на основании входного тестирования по математике и физике. Не прошедшим тестирование необходимо предлагать пройти курсы довузовской подготовки, основанные на программе средней школы по математике, физике, английскому и родному языку.

Согласно «Положению о порядке получения второго высшего образования в высших учебных заведениях Республики Беларусь» и «Положению об обучении без отрыва от производства в высших учебных заведениях Республики Беларусь» обучение студентов в МИДО БНТУ проводится по рабочим учебным планам, которые основываются на стандарте специальности, базовом учебном плане и утверждены Советом БНТУ. Учебные планы рассчитаны на 5 лет обучения при поступлении на первый курс и на 2-3 года обучения (в зависимости от объема расхождений в учебных планах) при получении второго высшего образования и при параллельном обучении. Для работы с выпускниками ССУЗ, средним техническим персоналом предприятий создается свой специальный учебный план, учитывающий наличие у них специальной подготовки. Обучение по такому учебному плану может быть сокращенным.

Все учебные планы должны быть построены на принципах открытого образования, предусматривающих определенную свободу обучаемого в выборе траектории получения образования, темпах и сроках обучения.

**Построение учебного плана по каждой специальности должно базироваться на системе кредитов (учебных единиц), учитывающих требования ECTS (European Credit Transfer System) и систему оценок ECTS grades. В дальнейшем возможно распространение этого опыта на другие специальности и факультеты.**

Учебный план должен предусматривать возможность для обучаемого последовательного получения документов об образовании, свидетельствующих о повышении его квалификации:

**сертификат БНТУ;**

**диплом о начальной профессиональной подготовке;**

**диплом о среднем специальном образовании;**

**диплом о высшем образовании.**

График учебного процесса сформирован на основе модульного принципа обучения. Учебный год включает 4 модуля. Каждый модуль составлен таким образом, чтобы во время одного модуля студенты могли последовательно концентрировать свои усилия на небольшом количестве изучаемых дисциплин. В графике одного модуля предусматривается изучение не более 4 дисциплин.

Для студентов не предусмотрены регулярные занятия в виде лекций, семинаров. Процесс обучения включает в себя самостоятельное изучение материала под руководством преподавателя. Консультации с преподавателем организуются с периодичностью 1-2 раза в неделю. В период самостоятельного изучения студент может консультироваться с преподавателем с помощью телефона, телефакса, электронной почты. Всем студентам МИДО выданы адреса электронной почты на сервере БНТУ. Обучение по каждой дисциплине начинается с установочной лекции, проводимой на территории БНТУ. По окончании изучения каждого из разделов дисциплины студент должен самостоятельно выполнить комплексное задание в виде контрольной работы или теста. К экзамену допускаются студенты, имеющие положительные оценки по контрольным работам или тестам всех разделов. Экзамен проводится на территории БНТУ.

Оплата обучения осуществляется помодульно или попредметно.

Возможны льготы по оплате за обучение для детей сотрудников БНТУ, сотрудников БНТУ, студентов БНТУ.

#### **9.4. Развитие региональной инфраструктуры**

Важнейшим элементом организации обучения в МИДО является создание системы учреждений образования – партнеров БНТУ по организации ДО в областных центрах и крупных городах республики путем заключения с ними договоров о сотрудничестве в сфере образовательной деятельности. Такими городами могут быть:

**Витебск, Гродно, Брест, Гомель, Могилев, Полоцк, Борисов, Лида, Солигорск, Пинск, Молодечно, Барановичи, Мозырь, Жлобин, Жодино, Орша, Бобруйск.**

Выбор этих городов обусловлен тем, что только в Минске и Новополоцке ведется обучение студентов по специальностям, которые связаны с информационными технологиями.

В качестве партнеров БНТУ прежде всего могут выступать технические вузы и ССУЗ технического профиля, а также учебные центры на крупных предприятиях. В настоящее время подписан такой договор с Гродненским государственным политехническим колледжем, ведутся переговоры с Витебским технологическим университетом. В течение 2003 года планируется заключить аналогичные договора с учреждениями образования Бреста, Могилева, Борисова и Лиды. В 2002 году в МИДО в рамках договора с Гродно приняты 28 студентов. В 2004 году планируется подписать договора с учреждениями образования других перечисленных в списке городов. Выбор специальностей для совместного с учреждениями образования – партнерами БНТУ обучения студентов в регионах будет обусловлен требованиями рынка труда и рынка образовательных услуг в регионе. Основной контингент обучаемых в региональных представительствах – выпускники ССУЗ, средний технический персонал предприятий, лица, желающие получить второе высшее образование.

Выполнение предложенных мероприятий позволит создать под эгидой БНТУ университетский комплекс, объединяющий учреждения образования различного уровня, различной ведомственной принадлежности, различных форм собственности, занимающихся предоставлением услуг в области технического образования.

## **9.5. Учебная деятельность в сфере повышения квалификации, дополнительного обучения и переподготовки**

Развитие новых технологий и направлений в промышленности, управлении и бизнесе требует постоянного обучения и повышения квалификации персонала предприятий, фирм и учреждений. Наиболее актуально это для новых областей знаний, находящихся на стыке традиционных специальностей и дисциплин. Наиболее удобной формой организации такой подготовки без отрыва от производства является дистанционное обучение, основанное на принципах открытого образования, предусматривающего:

- определенную свободу в формировании индивидуальной программы обучения;
- свободу в выборе сроков и темпа обучения;
- возможность последовательного повышения уровня образования и получения соответствующего документа об образовании.

Белорусский национальный технический университет имеет все возможности для развития новых форм образовательных услуг, основанных на принципах открытого образования и предусматривающих подтверждение квалификации подготовленных специалистов дипломами и квалификационными сертификатами БНТУ.

Возможна организация трех уровней такой подготовки:

1. Краткосрочные курсы (до трех месяцев) повышения квалификации как по стандартным программам, так и по заказам предприятий и организаций. Такие курсы можно организовывать как непосредственно в БНТУ, так и на предприятиях. По результатам обучения слушатели получают свидетельство БНТУ о повышении квалификации.

2. Дополнительное образование слушателей. Срок обучения – от 3-х месяцев до года, итогом является выдача квалификационных сертификатов об образовании БНТУ. В 2003 году возможна организация в МИДО подготовки специалистов с выдачей квалификационного сертификата (диплома) БНТУ по следующим направлениям:

- *информационные технологии в издательском деле;*
- *информационные технологии в менеджменте;*
- *информационные технологии в экономике;*
- *наукоемкие компьютерные технологии в промышленности;*
- *антикризисное управление.*

3. Переподготовка (срок обучения до 2-х лет) с выдачей диплома государственного образца.

Одним из важных направлений может стать создание на базе МИДО центра поддержки предпринимательства и работа на его основе со службами занятости, предпринимательскими союзами, Министерством экономики.

### **9.6. Международное сотрудничество и экспорт образовательных услуг**

Деятельность в сфере международного сотрудничества осуществляется по следующим направлениям:

- обучение в совместных образовательных учреждениях;
- обучение иностранных граждан;
- образовательный консалтинг, включающий консультации учреждений образования других стран по вопросам разработки учебных планов и программ, разработки учебно-методических комплексов.

В рамках предложенных направлений деятельности в 2002/2003 учебном году предполагается:

1. В соответствии с Договором о сотрудничестве в сфере образовательной деятельности между Московским государственным университетом экономики, статистики и информатики (МЭСИ) и БНГУ осуществить прием и начать обучение студентов по специальностям:

- *математическое обеспечение и администрирование информационных систем;*
- *прикладная информатика в менеджменте;*
- *прикладная информатика в экономике,*

а также принять участие в реализации совместных образовательных программ с другими ведущими высшими учебными заведениями Российской Федерации, такими как Санкт-Петербургский технический университет, Московский государственный институт электроники и математики и другими.

2. Организовать контакты и подготовить программы совместной подготовки с учреждениями такого же типа на Украине, в РП, ФРГ, Великобритании, США.

3. Подготовить планы работы с русскоязычным населением стран Балтии, Украины, Молдовы, стран Средней Азии и Закавказья.

4. Провести подготовительные мероприятия по заключению договоров на совместное обучение с организациями образования и фирмами стран Ближнего Востока (Ливан, Сирия), Китая, Вьетнама. Обучение может вестись как на русском, так и на английском языке.

5. Вступить в Международную академию открытого образования (МАОО), IMS и другие международные организации, объединяющие организации, занимающиеся открытым и дистанционным обучением.

### **9.7. Создание информационно-образовательной среды МИДО**

Эффективное внедрение и использование информационных технологий в высшем учебном заведении невозможно без создания информационно образовательной среды (ИОС) вуза. Создание ИОС должно решать следующие задачи:

- обеспечение доступа к республиканским и зарубежным информационным ресурсам (Internet вуза);
- взаимообмен и взаимный доступ к информационным ресурсам подразделений вуза (Intranet вуза);
- электронизация информационных ресурсов вуза (административные документы, учебно-методические материалы, результаты научных исследований и т.д.), в том числе реализация электронного документооборота;
- создание новых видов информационных продуктов и услуг: системы дистанционного образования, электронных библиотек, виртуальных лабораторий и т.д.;
- реализация синхронного и асинхронного режимов связи с удаленными консультационными пунктами, техническими классами, индивидуальных консультаций студентов и учащихся;
- создание новых условий для проведения научных исследований: объединение информационных ресурсов научных лабораторий, создание совместных банков данных, баз для проведения высокопроизводительных вычислений и т.п.;
- возможность экспорта образовательных услуг;
- обеспечение высокого качества информационных услуг при строжайшем соблюдении требований информационной безопасности;
- коммерческая реализуемость проекта.

Для осуществления в рамках БНТУ деятельности ИОС МИДО необходимо:

1) обновить техническое оснащение центрального коммуникационного узла ЛВС БНТУ (дополнительный сервер, сетевое оборудование, источники бесперебойного питания);

2) провести ряд организационных мероприятий на ЦКУ ЛВС БНТУ (определиться с выбором провайдера БНТУ, выдать электронные адреса преподавателям и студентам МИДО, создать сайт МИДО, обеспечить защиту сайта от несанкционированного доступа);

3) выделить помещения и обустроить два компьютерных класса МИДО, которые должны быть оснащены мультимедийными ПЭВМ, средствами проецирования, досками, экранами, системами кондиционирования, жалюзи, источниками бесперебойного питания, сетевым оборудованием;

4) подключить компьютерные классы и офисные помещения МИДО к ЛВС БНТУ;

5) организовать и профинансировать авторские коллективы по созданию учебных пособий (кейс и электронное исполнение), издание этих пособий, их сертификацию и организовать их возможную продажу;

6) выбрать, закупить и установить сертифицированное базовое программное обеспечение;

7) организовать издание на базе МИДО электронных учебно- и научно-методических журналов БНТУ;

8) закупить средства разработки электронных учебников, в том числе системы сетевого вещания;

9) организовать работу постоянного действующего научно-методического семинара по проблемам ДО.

## **10. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКЕ БНТУ**

Современная библиотечная информационная система - это комбинация, тесное переплетение различных информационных технологий (рис. 13). Искусство создания таких систем - это, прежде всего, сбалансированная интеграция библиотечных технологий и соответствующих программных и аппаратных средств.



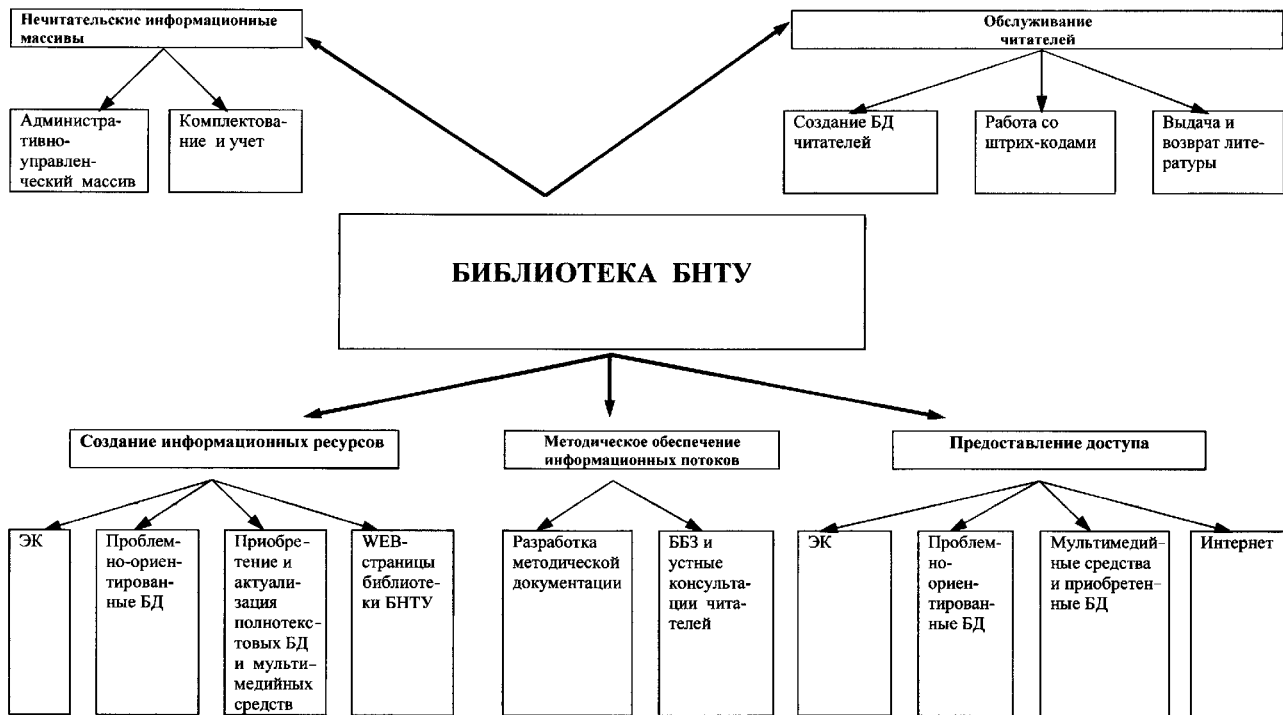


Рис. 13. Основные информационные потоки в библиотеке БНТУ

Внедрение новой библиотечной системы – достаточно сложный процесс, требующий в равной степени усилий всех работников библиотеки (от специалистов по современным информационным технологиям до библиотекарей). Поэтому самым важным моментом в этом деле является координация усилий различных специалистов.

Каждый день нашей жизни определяет наше будущее. От того, что и как мы сделаем в этот день, зависит, какими мы станем через много лет. Это утверждение особенно справедливо сейчас по отношению к вузовским библиотекам.

Внедрение новых информационных технологий в работу библиотеки – первоочередное условие для обеспечения полного, оперативного и свободного доступа пользователей к информационным ресурсам.

Для создания автоматизированной системы управления информационными потоками в библиотеке необходимо решение следующих основных задач:

- 1) насыщение библиотеки современными средствами вычислительной техники;
- 2) внедрение новых информационных технологий;
- 3) формирование, ведение и актуализация информационных ресурсов;
- 4) подготовка персонала библиотечно-информационных систем.

От решения поставленных задач будет зависеть место библиотеки в информационном пространстве.

В связи с развитием технологий и возрастающим информационным потоком АИБС МАРК, приобретенная библиотекой, перестала соответствовать требованиям, предъявляемым к ней библиотекой, а именно:

АИБС МАРК представляет собой однопользовательский вариант; система не обеспечивает возможность работы с большим объемом информации;

система предусматривает создание и ведение только электронного каталога, не обеспечивая полной реализации функций, предусмотренных библиотечной технологией.

По этим причинам было принято решение заменить АИБС МАРК на более совершенную, функциональную и современную систему. После тщательного изучения рынка программных продуктов библиотечно-информационной автоматизации библиотека оста-

новила свой выбор на пакете прикладных программ LIBER, разработанного французскими специалистами. Этот пакет, при невысокой стоимости, полностью обеспечивает функции современной библиотечной технологии, использует международные форматы обмена записями UNIMARC и USMARC, что позволяет вести обмен информацией с другими библиотеками и информационными центрами, обеспечивает доступ к мировым информационным ресурсам. В то же время LIBER предоставляет пользователю простое общение с компьютером в режиме диалога.

Первоочередной задачей создания автоматизированной системы управления информационными потоками для библиотеки БНТУ является получение доступа в ИНТЕРНЕТ и приобретение машиночитаемых информационных продуктов. Каким бы трудным не представлялось решение такой задачи как с технической, так и с экономической точек зрения, оно тем не менее более реалистично и перспективно по сравнению с попыткой превратить складывавшийся десятилетиями документальный фонд в полноценную академическую коллекцию и при этом еще обеспечить комплектование всех необходимых новых печатных изданий. Для этого необходимо обеспечить вхождение библиотечной локальной вычислительной сети во внутривузовскую сеть с последующей интеграцией ее в единую информационную систему с другими библиотеками города и с другими информационными учреждениями.

Предоставление возможности удаленного доступа к информационным ресурсам и использование локальных сетей при работе с базами данных и другими информационными ресурсами (электронными изданиями, электронными каталогами и пр.), с одной стороны, создаст пользователям условия самостоятельного поиска информации со своих рабочих мест и, с другой стороны, выведет информационное обслуживание на другой, более высокий уровень. Вырастет роль библиотеки как справочного информационного центра, который сможет дать консультацию пользователям не только о наличии первоисточников в фондах и базах данных, но и о возможностях самостоятельного поиска информации с применением новых информационных систем и сетей, что обеспечит более качественное обслуживание читателей, так как в условиях нашего финансирования на комплектование и оперативности почтовых служб возмож-

ность получить статью из иностранного журнала, который не дошел в печатном виде даже до своего подписчика, стоит очень дорого.

К новым информационным технологиям относится и использование системы штрихового кодирования для идентификации документов. Системой LIBER предусматривается использование этой технологии, благодаря которой в ближайшее время библиотека перейдет на более современный и качественный уровень обслуживания читателей. Будет осуществлен переход от ведения читательского формуляра в традиционном его виде к электронному формуляру.

Сотрудники библиотеки подготовили ряд проблемно-ориентированных баз данных разной тематики, приобретены базы данных на CD-ROM. Это такие базы данных, как библиографические и полнотекстовые, содержащие информацию по разным отраслям и видам деятельности, мультимедийные базы данных на CD-ROM дисках, представляющие собой обучающие программы, энциклопедии, сборники по искусству, науке и культуре.

Кадровое обеспечение нового направления в работе библиотеки предполагает привлечение в ее штат сотрудников иного по своему характеру образования. Библиотечные специалисты должны выступать не только в роли экспертов и аналитиков, но и посредниками между пользователем и информационным окружением.

Внедрение автоматизированной системы управления информационным потоком в библиотеке меняет уровень требований не только к квалификации библиотекарей. Должны измениться структура и состав библиотечного штата. Должен возрасти спрос на такие профессиональные группы, как программисты, выполняющие программное сопровождение всех задач, работающих в автоматизированном режиме. Для качественного обслуживания пользователей при работе в ИНТЕРНЕТ в дисплейном зале должен постоянно дежурить консультант, который будет проводить обучение методам целенаправленного поиска и отбора информации, работе с сетью.

В системе, обеспечивающей повышение квалификации и переподготовку кадров библиотечных работников, должна быть также оптимальная последовательность ее элементов.

***Первый этап.*** Сначала каждый новый сотрудник должен пройти курс профессиональной адаптации, познакомиться с библиотекой, ее структурой, задачами, традициями, коллективом. На этом этапе должны быть изучены Устав библиотеки, Правила внутреннего

трудового распорядка, Коллективный договор, Правила техники безопасности, документы, определяющие режимные вопросы, требования противопожарной профилактики.

**Второй этап.** Обучение на рабочем месте. Любой новый сотрудник, даже если у него есть профессиональное образование и стаж работы, должен освоить документацию (инструкции, положения, правила) и реальную практику работы данной библиотеки, понять, какую работу он должен выполнять, с какими нормами. Вот тут-то и должен ощутить новый сотрудник потребность в специальном образовании, если такового нет. Повышение квалификации сотрудника должно быть прямо связано с выполняемыми функциональными обязанностями, потребностями библиотеки. Например, сотрудники функциональных подразделений библиотеки должны проходить через систему курсов актуализации знаний: изучать новые стандарты, новые технологии, знакомиться с передовым отечественным и зарубежным опытом.

Сегодня библиотеки стоят перед необходимостью фронтального освоения новых информационных технологий.

Будущий статус библиотеки – информационно-обучающий центр, который не только сохранит традиционные функции библиотеки, но и приобретет новые, что приведет к изменению статуса библиотечного работника и к заслуженному повышению престижа профессии библиотекаря и библиотеки в целом.

Таким образом, создание на базе библиотеки современной автоматизированной системы управления информационным потоком должно обеспечить отбор и вывод информации по заданному пользователем условию в режиме «on-line». Такая система должна обладать функциями навигатора по разнообразным информационным ресурсам библиотеки.

Библиотеки вузов в первую очередь нуждаются во внедрении этих технологий и способны эффективно использовать открывающиеся возможности.

Новые информационные технологии оказывают все более существенное влияние на работу библиотек. К основным информационным технологиям можно отнести:

- ° ПО АИБС LiberMedia;
- ° технологии штрихового кодирования;

- доступ, распространение и тиражирование электронных документов по каналам Интернет;
- гипертекстовые и гипермедиа технологии;
- информационные технологии дистанционного обучения;
- средства оцифровки, позволяющие переводить материалы в электронную, удобную для хранения поиска и использования форму документов.

Обновление традиционных понятий и технологий, формирование современного мышления библиотекаря и пользователя информационно-библиотечных ресурсов обеспечило:

- функционирование в полном объеме в АИБС “Либер” таких подсистем, как комплектование, каталогизация книги, периодического издания и аудиовизуальных документов, доступ читателей к системе, а также частично подсистемы обслуживания читателей в части формирования базы данных читателей;
- создание и ведение электронного каталога новых поступлений начиная с 1991 г. (более 30 000 наименований документов, свыше 124 000 экз.);
- создание и ведение проблемно-ориентированных баз данных;
- приобретение полнотекстовой юридической справочно-информационной автоматизированной системы “ЮСИАС”.

Появление новых технологий, повышающих качество и эффективность деятельности библиотек и читателей, характеризуется термином “информатизация”, внутри которого “автоматизация” является одной из составляющих.

С вводом в действие нового дополнительного библиотечного корпуса открылось широкое поле деятельности по внедрению новых информационных технологий. В этом корпусе планируется создание локальной вычислительной сети на 104 ПК, с одновременной установкой 35 ПК и возможностью дальнейшего расширения рабочих мест. На каждом этаже предполагается создание коммуникативного узла. Головной коммутатор предполагается разместить на 2-м этаже, в серверной, где будет установлено 4 сервера. На одном из них планируется установка программного обеспечения LiberMedia на базе операционной системы Windows NT, на втором – Интернет-сервер (HTTP, FTP – сайты), 3 – сервер CD-ROM Tower для работы с мультимедиа, 4 – сервер – первичный контроллер домена, в дальнейшем предполагается установить вторичный кон-

троллер домена. В качестве серверов предлагается установить ПК на основе INTEL-платформы ASTOR II, в качестве рабочих станций – ПК FAVORITE 1600СІМ. Для резервного копирования данных в сервере предусматривается установка магнитооптического устройства CD-RW (для WIN NT). Будет создан файл-сервер с зеркальными дисками, где будут храниться все пользовательские файлы. Библиотечная сеть будет иметь скорость 100 Мб. Организация персональных компьютеров будет осуществляется по принципу домена, т.е. будет создан домен, объединяющий все ПК в сети.

Программное обеспечение “LiberMedia” позволит обеспечить следующие дополнительные возможности:

- подключение дополнительного модуля для обеспечения доступа к ЭК через Web-интерфейс;

- наличие поля, под названием URL, в котором размещаются координаты странички в Интернете, связанной с этим библиографическим описанием. Такая конструкция при получении и использовании Web-интерфейса позволяет организовать связь библиографического описания с электронной версией документов, доступной в сети, что может быть интересно при создании и/или использовании методических материалов, доступных в сети;

- наличие коммуникативного формата LCMARC (OCLC) для обмена записями;

- возможность работы с протоколом Z39.50;

- работа с несколькими тезаурусами, в том числе и внешними;

- описание на многих языках, не только кириллице.

- расширить способы взаимодействия с пользователями библиотеки, что позволит посылать сообщения читателям не только по почте, но и по факсу и электронной почте;

- осуществить описание старопечатных документов с использованием программного обеспечения KODEX, интегрированного в АИБС LiberMedia.

На сегодняшний день библиотека вплотную подошла к разработке технологии обслуживания читателей с использованием системы штрихового кодирования, включающей в себя:

- нанесение штрих-кодов на поступающую литературу в момент ее первичной обработки или при выдаче ее читателю;

° замена читательских билетов на новые со штрих-кодами, идентифицирующими номер и статус владельца (студент, преподаватель, сотрудник);

Обслуживание читателей с использованием системы штрихового кодирования планируется начать с абонеента научной литературы, в котором будет установлено 2 ПК, а также в читальных залах научной литературы и информационных изданий.

Для оперативности процесса обработки документов и обслуживания читателей предполагается изготавливать штрих-коды в библиотеке на специальном принтере. Предстоит изучить рынок оборудования, позволяющего изготавливать пластиковые этикетки. Внедрение технологии штрихового кодирования позволит оперативно получать сведения о движении фонда, а также позволит решить проблему учета основных показателей обслуживания пользователей и контроля за сохранностью фонда.

Современные технологические требования к работе библиотек одновременно сочетаются и с новыми формами обучения, которые активно будут внедряться в ближайшей перспективе. Одна из таких форм – дистанционное образование.

В настоящее время существует не очень большой перечень конкретных программ и учебных курсов, отвечающих современным стандартам дистанционного образования.

ДО – это новый уровень получения знаний и использование этих знаний в практической работе. ДО – это обучение индивидуальное. Основные элементы создаваемого учебного курса для ДО – это не только базовые тексты пособий, а также звуковое сопровождение и видеоизображение. В этом случае предполагается использование уже созданных учебных Web-сайтов, которые структурируют учебный материал в виде гипертекстовой системы.

Гипертекстовые системы – это использование различных способов навигации по тексту. Фактически предварительная гипертекстовая разметка текста является своего рода аналогом построения поискового образа документа, но при этом исходный текст остается неизменным и доступным для работы.

Предварительно текст разбивается на фрагменты, и для них указываются возможные связи, при помощи которых можно переходить от одного фрагмента к другому. Все стандартные браузеры для



сети Интернет используют способы представления текстов, основанные, в основном, на языке HTML.

Прочное место в системе информационных источников наряду с электронным каталогом и глобальной сетью Интернет для пользователей занимает информация на CD-ROM. Сегодня их приобретение является целенаправленной политикой при комплектовании.

Библиотека БНТУ предоставляет возможность своим читателям пользоваться учебной, справочной, энциклопедической информацией на CD-ROM. В настоящее время происходит организация компьютерных классов или мультимедиа – классов, объединенных в локальную сеть и имеющих все средства для отображения мультимедиа-информации: приводы CD-ROM, звуковые карты, хорошие видеокарты и мониторы. Они подключены к сети Internet и могут предоставлять услуги читателям по доступу к современным носителям информации. От перспектив развития подобного рода услуг и эксплуатации такого рода систем возникает много вопросов по упорядочению и администрированию мультимедиа-классов. Сюда входят вопросы по ограничению доступа читателей в определенные места (сайты) Internet, вопросы определения прав доступа к определенным дискам CD-ROM, создание мини-каталога таких дисков и сайтов. Кроме этого система должна учитывать временные ограничения и автоматически отключать читателей от сервиса по истечении определенного времени.

Одним из перспективных вариантов использования современных технологий для доступа к информационным ресурсам являются цифровые (или электронные) библиотеки.

Цифровая библиотека – это распределенная информационная система, позволяющая надежно сохранять и эффективно использовать разнообразные коллекции электронных документов, получаемых в удобном для конечного пользователя виде через глобальные сети передачи данных.

Проведенные работы способствуют приданию Научной библиотеке БНТУ статуса центра вузовских библиотек технического профиля с улучшением ее комплектования литературой, как это предусмотрено Государственной программой совершенствования системы высшего технического образования, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 28.06.2002 г. № 868.

## Содержание

1. СТАНОВЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ БНТУ.....	3
2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА.....	7
3. РАЗВИТИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	11
4. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ INTRANET БНТУ.....	14
5. ПУТИ ОСВОЕНИЯ НАУКОЕМКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БНТУ.....	20
6. НАУКОЕМКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	24
7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PDM-СИСТЕМ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	31
8. РЕШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ СПРАВОЧНИКОВ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ....	33
9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ.....	38
9.1. Международный институт дистанционного образования БНТУ.....	43
9.2. Планы приема студентов.....	49
9.3. Технология обучения.....	50
9.4. Развитие региональной инфраструктуры.....	52
9.5. Учебная деятельность в сфере повышения квалификации, дополнительного обучения и переподготовки.....	53
9.6. Международное сотрудничество и экспорт образовательных услуг.....	54
9.7. Создание информационно-образовательной среды МИДО.....	55
10. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКЕ БНТУ.....	56

аудиосигнал

Эл. почта, часы и  
доски объявлений

высокоскоростного

Информационное издание

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БНТУ

Составители: БОЛДЫРЕВ Юрий Яковлевич  
БОРОВКОВ Алексей Иванович  
КОЧУРОВ Вадим Александрович и др.

Под редакцией И.П.Филонова

Редактор Т.Н.Микулик. Корректор М.П.Антонова  
Компьютерная верстка Н.А.Школьниковой

---

Подписано в печать 05.03.2003.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,8. Уч.-изд. л. 3,0. Тираж 100. Заказ 163.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.

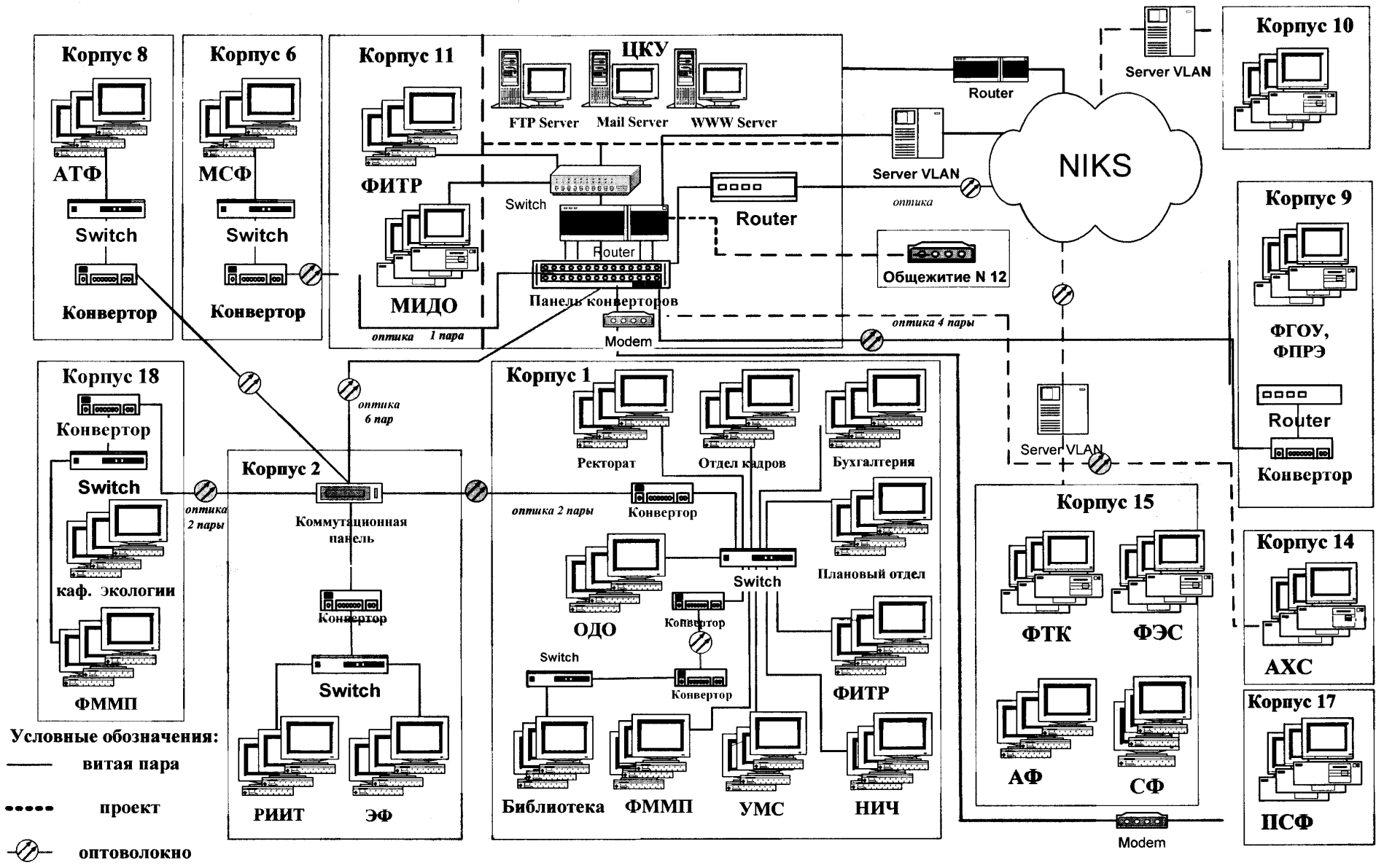


Рис. 3. Схема ЛВС БНТУ

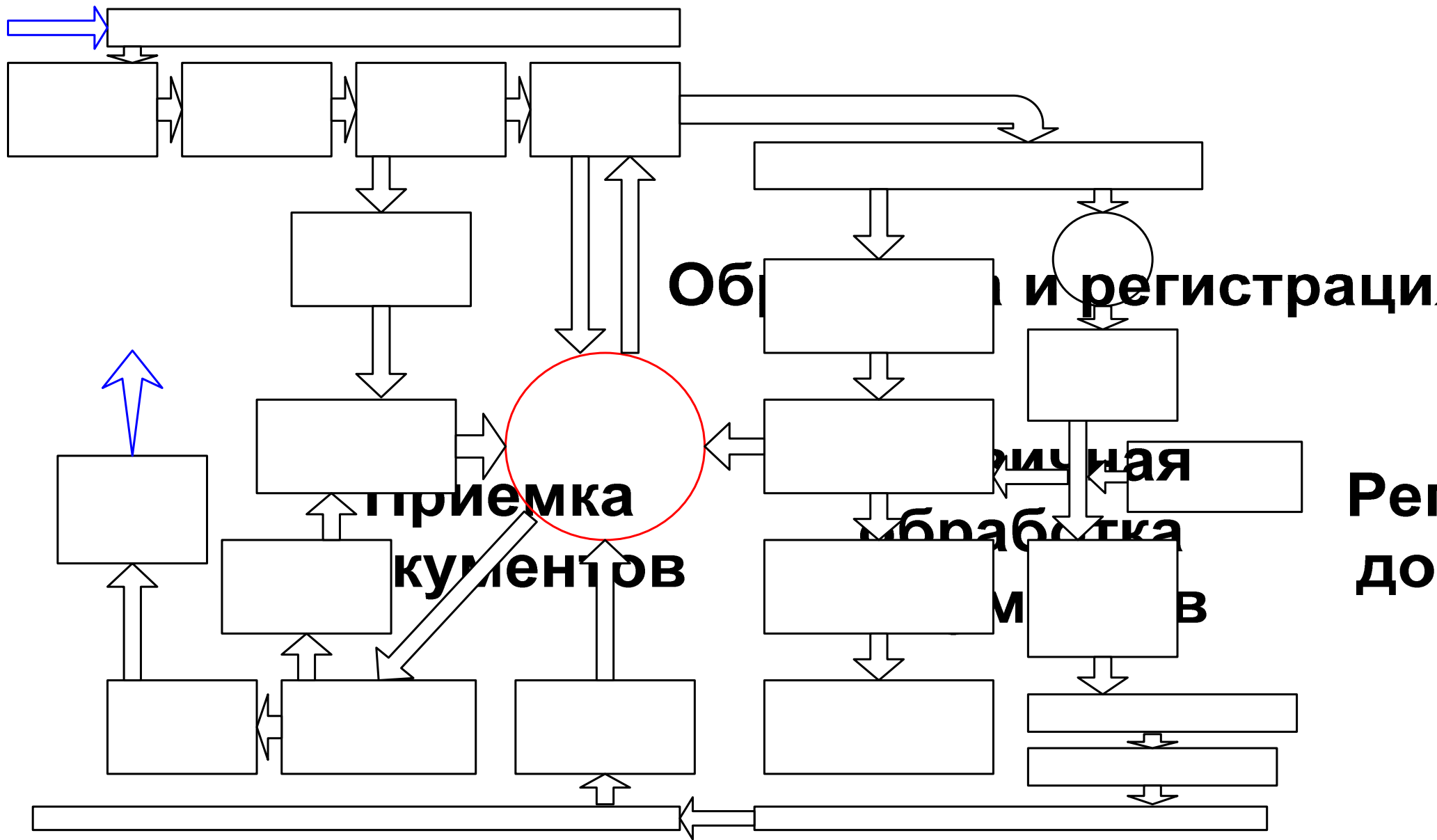


Рис. 4. Схема движения документов в стандартных системах документооборота

**Учет коли**  
**ВХОДН**