

**«МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И СТРОИТЕЛЬСТВА»
(МГАКХИС)**



04201354267

ЖАЖА ЕЛЕНА ЮРЬЕВНА

**МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ КАДРОВЫМ
ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАБЫВАНИЯ И
НАУЧЕНИЯ**

Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор Суэтина Т.А.

Москва – 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И БАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ НАУЧЕНИЯ-ЗАБЫВАНИЯ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	10
1.1. Проблемы кадрового обеспечения предприятий промышленности и транспортного комплекса	10
1.2. Методы оценки компетенций персонала	15
1.3. Анализ методов и форм управления обучением.....	17
1.4. Характеристические свойства личности обучаемого	21
1.5. Модели оценки связности учебных материалов.....	26
1.6. Формализованные модели классификации обученности.....	29
1.7. Анализ моделей научения и функций забывания информации при организации учебного процесса	31
1.8. Агрегирование и свертка экспертных оценок эффективности системы подготовки персонала	38
1.9. Классификация средств обучения и их основные характеристики	43
1.9.1. Визуальные формы представления учебного материала.....	46
1.9.2. Аудиальные формы представления учебного материала.....	47
1.9.3. Вербальные формы представления учебного материала	48
Выводы по главе 1	52
2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАУЧЕНИЯ-ЗАБЫВАНИЯ.....	53
2.1. Особенности усвоения и запоминания учебного материала.....	53
2.2. Модели оценки сложности учебной информации	57
2.3. Классификация забывания процессов по виду тренда	61
2.4. Постановка задачи построения функции забывания термов	65
2.5. Рекуррентная схема генерации кусочно-функциональной зависимости процесса научения-забывания	69
2.6. Алгоритм оптимизации образовательной траектории на основе моделей теории расписаний	75
Выводы по главе 2	80
3. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ	81
3.1. Постановка задачи выбора последовательности предъявления учебного материала.....	81
3.2. Модификация метода весовых множителей	87

3.3. Модель обобщенных сетевых графиков учебного плана	90
3.4. Вероятностная сетевая модель учебного плана	98
Выводы по главе 3	106

**4. ПРОГРАММНО-МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС
ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ КУРСОВ И УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ В
СИСТЕМЕ ПЕРЕПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ..... 107**

4.1. Структура программного комплекса переподготовки кадров	107
4.2. Разработка механизмов интерфейсного взаимодействия с компонентами инструментальных сред формирования мультимедийных курсов	109
4.3. Анализ результатов аттестации	115
4.3.1. Анализ зависимости по финансово-экономическому блоку	115
4.3.2. Анализ зависимости между результатами аттестации и возрастными категориями сотрудников по блокам	124
Выводы по главе 4	131

ЗАКЛЮЧЕНИЕ133

ЛИТЕРАТУРА.....135

ПРИЛОЖЕНИЕ. Акты внедрения результатов работы147

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе эффективное управление персоналом возможно лишь тогда, когда он рассматривается как основной ресурс. Это предполагает необходимость изучения интересов и потребностей работников, с одной стороны, и работодателей с другой, что требует дополнительных ресурсных затрат и изменение (часто радикальное) применяемых технологий управления. В настоящее время с целью развития системы управления персоналом предприятий не вызывает сомнения необходимость широкомасштабного внедрения информационных технологий в процесс подготовки, повышения квалификации и аттестации кадров. Постоянное совершенствование технологической базы, внедрение новейших образцов дорогостоящей техники в производственный процесс, переход на новые методы управления персоналом диктуют необходимость динамичного изменения программ подготовки персонала, рассчитанных на различные возрастные категории и различный уровень начальной подготовки. Задачам автоматизации формирования учебных планов, процедур тестового контроля, мультимедийных обучающих программ посвящено значительное количество работ. Актуальным также является разработка математического инструментария и информационной технологии, которые в комплексе охватывали бы основные аспекты деятельности по управлению персоналом, такие как планирование трудовых ресурсов, найм, распределение, мотивация и вознаграждение, и являлись мощным аналитическим средством поддержки принятия управленческих решений в этой сфере.

Данная работа направлена на моделирование процессов научения и забывания учебной информации, что определяет политику подготовки переподготовки компании с дальнейшими вытекающими последствиями о кадровых перестановках и в целом об управлении кадровым потенциалом, что представляется вполне актуальным.

Объектом исследования является система мониторинга и управления кадровым потенциалом.

Предметом исследования являются методы формирования учебных планов.

Целью работы является повышение эффективности управления персоналом за счет моделирования процессов усвоения и забывания знаний в системе переподготовки.

Для достижения данной цели в работе решаются следующие **задачи**:

- системный анализ задач оценки компетенций персонала и программных технологий формирования образовательного контента;
- анализ и классификация средств подготовки и переподготовки персонала на основе моделей процессов научения и забывания;
- разработка рекуррентных моделей генерации процессов научения и забывания учебной информации;
- формальная постановка задачи формирования учебного плана на основе терм-связности модулей и сетевого моделирования;
- создание библиотеки методов решения задач многокритериальной оптимизации для формирования учебного плана;
- апробация результатов работы на промышленных предприятиях.

Научную новизну работы составляют модели процессов научения и забывания знаний и методы формирования учебных планов и рабочих программ в системе подготовки персонала для реализации управленческих функций предприятия, связанных с соответствием уровня квалификации сотрудника его должностным обязанностям:

- рекуррентная схема композиции моделей научения-забывания на перестановке учебных модулей;
- методика решения задачи формирования учебного плана на основе сетевого моделирования;
- формальная постановка задачи многокритериальной оптимизации функций научения по терм-множеству учебного плана;

В первой главе диссертации выполнен анализ проблем управления персоналом с точки зрения организации системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации.

Выделяются два основных подхода к классификации средств обучения: педагогический и технический. Первый основан на необходимости реализации в учебном процессе различных дидактических целей, в первую очередь формирования представления об окружающей действительности, организации разнообразных видов учебно-познавательной деятельности учащихся, осуществления мотивационных, учебных и контрольно-корректирующих функций и т.п. Второй подход позволяет учесть конструктивно-технологические особенности средств обучения, их деление в зависимости от способа создания, каналов воздействия на учащихся, эргономических характеристик и др.

Во второй главе диссертации решается задача моделирования процессов научения-забывания с целью включения этих моделей в программный контур формирования учебных планов системы «СОТА».

В случае итеративного научения (ИН) можно считать, что на его результативные характеристики влияют две входные переменные – информация о значении выходной переменной и параметры окружающей среды – внешние условия. Если бы на каком-то шаге изменились оба значения входных переменных, то результаты научения на этом шаге и на предыдущем были бы просто несравнимыми – нельзя было бы сказать, почему реализовалось именно такое значение выходной переменной: потому, что обучаемая система повела себя соответствующим образом, или потому, что изменились условия ее функционирования. Поэтому постоянство внешних условий является существенной характеристикой ИН. Для сравнимости результатов научения в различные моменты времени (использование количественного описания), даже при постоянных внешних условиях, важно также постоянство цели научения.

В качестве основной результативной характеристики ИН принимается критерий уровня научения. В качестве критерия уровня научения в работе исследовались следующие характеристики:

- временные (время выполнения действия, операции, время реакции, время, затрачиваемое на исправление ошибки, и т.д.);

- скоростные (производительность труда, скорость реакции, движения и т.д. – величины, обратные времени);

- точностные (величина ошибки в мерах физических величин (миллиметрах, углах и т.п.), количество ошибок, вероятность ошибки, вероятность точной реакции, действия и т.д.);

- информационные (объем заучиваемого материала, перерабатываемой информации, объем восприятия и т.д.).

В третьей главе диссертации разработаны методы и алгоритмы оптимизации формирования учебных планов с учетом моделей научения-забывания.

На основании полученных функций научения и забывания каждого термина, в работе вводится критерий эффективности учебного плана.

Основой формирования интегрального критерия является свертка всех функций по группам классифицирующих признаков принадлежности модуля некоторому направлению аттестации, подготовки или переподготовки. Каждому направлению присваиваются весовые коэффициенты, которые переносятся на все термины направления.

В общем случае в программный комплекс включен ряд известных методов решения многокритериальных задач, а именно: метод справедливого компромисса; принцип слабой оптимальности по Парето; метод весовых множителей; метод приближения к идеальному решению; метод последовательных уступок и другие.

В качестве механизма синхронизации и включения образовательных ресурсов в учебные планы в работе предлагается использование обобщенных сетевых графиков, которые содержат вершины различных типов (решающие

узлы - РУ). Решающий узел характеризуется условиями, налагаемыми на входящие в него и выходящие из него операции. На операции, входящие в РУ, могут быть наложены три различных условия:

В четвертой главе диссертации выполнена апробация моделей формирования учебных планов.

Далее в работе рассматривается вопрос включения в программный комплекс автоматизации формирования учебных планов «СОТА» компонентов моделирования процессов научения-забывания. Выполнена структуризация функционала модулей и инструментальных средств системы «СОТА», позволяющих интегрировать модели научения-забывания.

Для проведения исследования были выделены следующие основные направления повышения квалификации: бухгалтерский учет и аудит; экономика; управление финансами; организационные основы финансово-экономического управления; информационные технологии; другие направления. Общая численность работников, прошедших повышение квалификации - 179 человек, что составляет 59% от общего количества сотрудников, принимавших участие в исследовании. 128 работников (41%) не проходили повышение квалификации за указанный период.

Обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов определяется корректным использованием современных математических методов и моделей, согласованностью результатов аналитических и имитационных моделей процессов обучения. Достоверность положений и выводов диссертации подтверждена положительными результатами внедрения работы в ряде промышленных предприятий.

Научные результаты, полученные в диссертации, доведены до практического использования в системе подготовки персонала промышленных предприятий. Они представляют непосредственный интерес в области комплексной автоматизации процессов формирования учебных планов и рабочих программ для системы переподготовки. Разработанные методы и алгоритмы прошли апробацию и внедрены для практического

применения в ряде предприятий, а также используются при организации учебного процесса на кафедре АСУ МАДИ.

Содержание отдельных разделов и диссертации в целом было доложено и получило одобрение:

- на Российских, межрегиональных и международных научно-технических конференциях, симпозиумах и семинарах (1998-2012гг.);
- на заседании кафедры «Автоматизации технологических процессов и строительных производств».

Совокупность научных положений, идей и практических результатов исследований в области автоматизации образовательного процесса составляет актуальное направление в области теоретических и практических методов формирования учебных планов и рабочих программ в системе подготовки персонала промышленных предприятий.

Структура работы соответствует списку перечисленных задач, содержит описание разработанных методов, моделей и методик.

Структура работы соответствует списку перечисленных задач, содержит описание разработанных методов, моделей и методик.

Материалы диссертации отражены в 8 печатных работах.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 152 страницах машинописного текста, содержит 43 рисунка, 11 таблиц, список литературы из 135 наименований и приложения.

1. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И БАЗОВЫХ МОДЕЛЕЙ НАУЧЕНИЯ-ЗАБЫВАНИЯ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В первой главе проведен системный анализ задач организации подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий. Проведен анализ основных методов и моделей процессов обучения и тестового контроля. Рассмотрены проблемы информатизации и общие тенденции развития системы переподготовки.

1.1. Проблемы кадрового обеспечения предприятий промышленности и транспортного комплекса

Решение проблемы кадрового обеспечения должно осуществляться по следующим основным направлениям:

- увеличение выпуска специалистов с высшим и средним образованием;
- повышение требований к качеству подготовки работников массовых профессий (водителей автомобилей, ремонтных рабочих и др.);
- обновление содержания образования и его учебно-методического обеспечения с учетом использования в обучении новейших информационных технологий, подготовки и издания современных учебников и учебных пособий;
- укрепление и развитие материально-технической базы в высших и средних специальных учебных заведениях, учебно-курсовых комбинатах;
- повышение уровня подготовки научно-педагогических кадров, с учетом современных требований;
- создание системы и обеспечение переподготовки и повышения квалификации руководителей предприятий и операторов.

В отрасли должна быть обеспечена комплексная система непрерывного образования и переподготовки кадров на основе целевых заказов и освоения новейших достижений отечественной и зарубежной теории и практики обучения специалистов.

Из-за большого количества предприятий с идентичными потребностями профессиональных рабочих разумно создать единый центр разработки учебных программ по подготовке и переподготовке специалистов и передать функции управления обучением отделу кадров. В свою очередь, отделу кадров необходимо согласовать и утвердить учебные программы по рабочим специальностям подготовить образовательную базу для подготовки и переподготовки рабочих ведущих профессий. Исходя из этого, ставится комплекс задач по автоматизации процесса организации адаптивных учебных программ по ведущим специальностям. Необходимо составить учебные программы, включающие в себя минимальное количество специализированных и общеобразовательных дисциплин, строго связанных между собой по модулям для достижения максимального эффекта уровня образованности рабочих ведущих специальностей и при этом снизить непосредственно время разработки самих образовательных программ.

Информационно-образовательная среда системы переподготовки представляет собой системно организованную совокупность методов и средств передачи данных, информационных ресурсов, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, и ориентируется на удовлетворение образовательных потребностей пользователей.

Признание *индивидуальности* рассматривается как главная цель и результат применения информационных технологий обучения, учитывается в конструировании педагогических систем при обосновании требований к содержанию обучающего пространства.

Основными задачами, связанными с созданием системы переподготовки, являются:

- определение и закрепление принципов организации и функционирования системы;
- разработка теоретических, научно-психологических основ и конкретных методик открытого обучения с учетом социо-культурной, профессиональной, этической, возрастно-психологической и иной специфики обучающихся;
- создание специализированных информационно-образовательных сред и курсов;
- разработка критериев, средств и систем контроля качества разработки и репродуцирования методических материалов, программ, курсов и их сопровождения;
- структурирования учебного материала и проектирования автоматизированных тестовых заданий различной степени сложности для интеллектуальной загрузки обучаемых с индивидуальными склонностями и уровнем подготовленности;
- комплексное использование мультимедийных компонентов при формировании методического наполнения курсов (движение, наглядность, цвет и т.д.).

Информатизация обучения требуют изменения содержания обучения на основе структурирования знаний. Масштабы информатизации образования ставят задачи разработки стандартов, определяющих привязку новых технологий к специфике деятельности образовательных учреждений, выбора и разработки концептуальной модели среды открытых систем учебного назначения.

При организации системы переподготовки необходимо соблюдать следующие аспекты:

Гибкость - возможность заниматься в удобное для себя время, в удобном месте и темпе.

Модульность - возможность из набора независимых модулей учебных курсов формировать учебный план, отвечающий индивидуальным или групповым потребностям.

Параллельность - обучение без отрыва от производства.

Охват - одновременное обращение ко многим источникам учебной информации (электронным библиотекам, банкам данных, базам знаний и т.д.) и связи друг с другом и с преподавателями.

Экономичность - эффективное использование учебных площадей, технических средств, транспортных средств и т.д.

Технологичность - использование новейших достижений информационных и телекоммуникационных технологий.

Социальное равноправие - равные возможности получения образования независимо от места проживания, состояния здоровья, элитарности и материальной обеспеченности обучаемого.

Дидактические принципы системы переподготовки определяют процесс преподавания и учета факторов, которые его порождают, и условиями, в которых он протекает, а также результатами, к которым он приводит. Дидактика изучает содержание, формы, методы и закономерности протекания процесса преподавания различных учебных предметов. Дидактика процесса подготовки специалистов характеризуется следующими особенностями:

- концепция основывается на системном подходе к пониманию процесса обучения; методическую основу составляют объективные закономерности философии познания, благодаря чему современная дидактика смогла преодолеть односторонний подход к анализу процесса обучения;

- обучение не сводится к передаче обучаемым знаний. Главная цель заключается в создании условий для самообучения, самоопределения, саморегуляции, выведения обучаемых на заданный уровень квалификации с минимальными затратами времени, сил, средств.

Педагогическая система обучения представляет собой упорядоченную совокупность целей, содержания, технологии, средств и форм обучения, воспитания и развития обучаемых, характеризующих в инвариантном виде составляющие образовательной деятельности в данных социальных условиях. Наличие в адаптивной информационной системе обучения модели обучаемого позволяет увязать унификацию личности и персонализацию *выбора* обучаемым собственной образовательной траектории.

К основным закономерностям при педагогическом проектировании процесса в современной системе подготовки и переподготовки персонала относят закономерности динамики педагогического процесса, закономерности развития личности в педагогическом процессе; закономерности управления учебным процессом, основанные на формализации содержания, форм, методов, средств обучения; закономерности единства интегративного и индивидуального подходов к организации учебного процесса и другие.

Педагогика, организация, экономика и техника является краеугольным камнем организации системы переподготовки. Все четыре элемента связаны друг с другом и влияют друг на друга. Основная задача тьютора при организации процесса обучения - найти оптимальное равновесие между ними. При планировании процесса обучения очень важно руководствоваться педагогикой, а не техникой. Педагогика стоит наверху, ниже - организация и только за ней - техника, которая выбирается исходя из требований педагогики и организации и под сильным влиянием экономики.

Педагогика фокусирует свое внимание на факторах, которые должны усилить педагогические моменты такие, как передача знаний, повышение мотивации, облегчение участникам курса восприятия и формирования новых знаний.

Организация выдвигает новые требования к ведению учебного процесса, которые важно учитывать с самого начала. Система нуждается в новой администрации и поддержке.

Экономика ограничивают возможности и в период планирования, и в период проведения обучающего курса. Однако стоимость курса может значительно сократиться в зависимости от его организации.

Техника во многом управляет планированием и организацией и играет существенную роль в современном образовательном процессе.

1.2. Методы оценки компетенций персонала

Метод репертуарных решеток дает основу для описания поведения, отличающих более эффективных от менее эффективных работников. Важной чертой метода является то, что респондентам не предлагается заранее составленных характеристик, а им позволяется самим идентифицировать качества, определяющие успех в работе, опираясь на собственный опыт. Это позволяет определить такие важные качества работника, определяющие его успех в работе, которые могут не приходиться в голову при применении иных методов.

С помощью метода критических инцидентов могут быть определены индикаторы успешного и неуспешного поведения сотрудника, на основании которых выявляются следующие компетенции (табл.1.1.)

Таблица 1.1.

Перечень компетенций с определениями, полученными с помощью критических инцидентов

Компетенции	Определение
1. Нацеленность на результат	Тратит личное время на достижение поставленной задачи. В случае затруднений, не сдается, ищет новые пути решения, и добивается своего.
2. Оказание влияния	Влияет на финальное решение. Использует разные стили оказания влияния. Исследует психологию собеседника.
3. Инициативность	Стремится улучшить свою работу. Оказывает клиентам новые виды услуг или помощи. Иницирует

	заклучение контрактов с новыми клиентами.
4. Нацеленность на клиента	«Держит руку на пульсе». Знает потребности и нужды клиента. Внимателен к временным затруднениям клиента. Стремится удовлетворять максимально возможное количество запросов клиентов.
5. Решение проблем	Предвидит трудности. Разрабатывает альтернативные пути решения проблем. Привлекает нужных ему людей к решению. Предлагает нестандартные решения проблем.
6. Работа в команде	Ощущает себя членом команды. Помогает другим. Активно участвует в групповых дискуссиях.

В методе попарного сравнения экспертам предлагается проранжировать по степени значимости полученные компетенции, а также определить требуемый уровень выраженности должности. Для ранжирования эксперты заполняют соответствующую форму, где они должны сравнивать по две компетенции, и ставить отметку рядом с той компетенцией, которая, по их мнению, более важна. Планировать карьеру – это создать условия для непрерывного преодоления человеком достигаемых уровней. Необходимо увязывать этапы жизни и стадии карьеры, к которым относятся основные этапы трудовой жизни:

а) обучение; б) включение; в) достижение успеха; г) профессионализм; д) переоценка ценностей; е) мастерство; ж) пенсионный период.

Пять этапов, начиная с б - начальной карьеры - в 20-24 года, вхождение в организацию и нахождение своего места.

С - период стремления заявить о себе, период достижения успехов, желание и необходимость признания;

Д - высокий профессионализм, характеризуется расширением сферы применения способностей, знания. Новые обучения, упрочение занимаемого положения - 35-45 лет.

Е - довольно ответственный - переоценка своих собственных достижений, пересмотр значений проделанной работы, возможные сомнения в правильности выбора (карьеры, профессии) - 50-60 лет.

Ғ - характеризуется акцентом на развитие других людей, прежде всего молодежи, желание с одной стороны помочь развитию, решить задачи организации, с другой стороны - желание продемонстрировать собственное мастерство, стремление к благополучию - 60 - ... лет.

Необходимо учитывать - сотрудник должен определиться в выборе средств, необходимых для продвижения по служебной лестнице (тренинг, обучение), в зависимости от желаний и возможности. Пути реализации целей - последовательность должностей, на которых надо поработать, прежде чем занять целевую должность, с другой стороны - набор средств для приобретения требуемой квалификации, навыков и опыта.

1.3. Анализ методов и форм управления обучением

Информационная технология образования - это формализованное структурированное выражение предметных областей и практического опыта, направленных на рациональную организацию учебного процесса с целью ускорения процесса получения знаний и сокращения расходов на его организацию. Это положение особенно ярко проявляется при реализации концепции всеобщего образования и разработке адаптивных учебных и тестирующих программ.

Применение информационных технологий позволяет реализовать конструктивный подход к проблеме *саморегуляции* в обучении. Обучаемый самостоятельно в диалоговом режиме конструирует принципы регуляции компонентов учения: компетентности, напряженности, решения задач, выбора стратегий.

Цель информатизации образования - глобальная рационализация интеллектуальной деятельности, обеспечивающей автоформализацию культуuroбразующих и менталесозидательных ценностей, а также

автономию процесса обучения. Сетевые информационные технологии, компьютерная и телевизионная техника, учебные и тестирующие программы, мультимедиа-технологии становятся важнейшим средством индивидуализации обучения.

Приоритетность уровня ценностей определяет необходимые предпосылки и гарантии для решения остальных базовых задач образования. В целом можно выделить три уровня информатизации:

- **физический** – технические и программные средства вычислительной техники и телекоммуникационные средства связи;
- **логический** – информационные технологии проектирования обучающих систем;
- **прикладной** – пользовательский интерфейс обучающих систем.

Для **физического уровня** характерно, что компьютерная и телекоммуникационная техника связи практически вся разработана за рубежом и в лучшем случае наблюдается лишь ее сборка на отечественном производстве. Совершенствование технической базы сопровождается продвижением современных операционных систем в пользовательскую среду, развиваются открытые информационные системы.

Для **логического уровня** характерно совершенствование существующих, создание и развитие новых информационных технологий. Развивается методология, совершенствуются средства. В рамках базовых технологий получают развитие конкретные технологии, решающие задачи в выбранных предметных областях. Особое место в организации и моделировании процесса обучения занимают модели формализации представления знаний.

На основе базовых разрабатываются прикладные информационные технологии в различных областях применения, позволяющие получать конкретные продукты соответствующего назначения в виде средств, систем, сред. В рамках новых технологий в образовании уже в настоящее время получили широкое применение:

- обучающие системы, включающие электронные учебники и учебно-методические пособия, тренажеры, системы тестирования знаний и квалификации;
- системы на базе мультимедиа-технологий;
- интеллектуальные обучающие экспертные системы, которые имеют практическое значение как для организации процесса обучения, так и в различных научных и производственных исследованиях.
- электронные средства копирования и тиражирования информации;
- электронные библиотеки, позволяющие по новому реализовать доступ обучаемым к мировым информационным ресурсам.

Методически новые информационные технологии в образовании должны быть проработаны с ориентацией на конкретное применение. Часть технологий может поддерживать учебный процесс, другие технологии способны эффективно поддержать разработку новых учебников и учебных пособий.

В связи с практической реализацией системы переподготовки разрабатываются **новые методы управления** образовательными учреждениями открытого обучения, включающие:

1. Экономические (экономическое стимулирование, коммерческий расчет, ценообразование образовательных услуг, финансирование, кредитование, снабжение, сбыт, технико-экономическое планирование, экономический анализ, прогнозирование, регулирование, учет и контроль);
2. Организационно-распорядительные или административные (правовое регулирование отношений, применение законодательства, нормативных актов и положений, регламентирование, нормирование, инструктирование, распорядительные воздействия; подбор, аттестация, повышение квалификации и использование педагогических кадров);
3. Социально-психологические (планирование социально-психологического развития коллектива, стимулирование деловой и творческой активности);

4. Научно-методические (разработка научно-методического обеспечения профессионального обучения: новых форм и методов обучения, критериев оценки качества и эффективности обучения, методических пособий, учебников, положений и рекомендаций. Проведение научных экспериментов с целью внедрения в практику новых педагогических технологий.

Другие подходы, классифицированные по формам управления образовательных учреждений, предложил Поташник М.М.

- интуитивный подход – пронизательное, непосредственное видение истины с помощью чувств, чутья; управление без логических доказательств;
- эмпирический подход – управление с использованием проб, анализа ошибок и коррекции, процесса открытого обучения;
- научный подход – управление на основе системного, целевого, обобщающего диагностического анализа.

В целях диагностики стиля деятельности руководства образовательных учреждений открытого обучения целесообразно использовать личностный опросник, предложенный Г.А.Гребенюком в 1996 году. Опросник содержит 110 вопросов, которые подразделяются на пять шкал, описывающих стилевые аспекты работы руководителя:

- первая шкала – ориентация на себя, основная характеристика – степень увлеченности работой;
- вторая шкала – ориентация на «золотую середину», основная характеристика – стремление к надежному среднему уровню;
- третья шкала – ориентация на человека, основная характеристика – создание дружеской атмосферы в коллективе;
- четвертая шкала – ориентация на результат работы, основная характеристика – стремление к быстрому достижению результата любыми средствами;
- пятая шкала – ориентация на участие, основная характеристика – создание у сотрудников установки на высокий результат, на эффективную совместную работу.

Использование этого опросника позволяет выявлять особенности управленческой деятельности руководителя и вносить в нее соответствующие коррективы.

Анализ деятельности руководителей образовательных учреждений выявил, что ряд из них использует эклектичный стиль, т.е. смешение подходов, содержания, форм и методов руководства. Эклектичный стиль не имеет единой концепции и отличается случайностью. Эклектичный стиль отличается неадекватностью действий руководителя при смене управляемых ситуаций.

1.4. Характеристические свойства личности обучаемого

Личность – это сложная психическая, духовная сущность человека, выступающая в разнообразных обобщенных системах качеств. В структуре личности выделяются уровни, приведенные на рис.1.1., которые характеризуются определенными качествами и вместе с группой других качеств (потребности, характер, способности, я – концепция личности), проявляющихся на всех уровнях, пронизывая их по радиусам, образуют “каркас” личности.

Все эти группы качеств образуют целостную систему качеств:

1. Качества обусловленные наследственными (биологическими) составляющими.
2. Качества, характеризующие индивидуальные особенности человека: ощущения, восприятия, воображение, внимание, память, мышление, чувства,
3. Воля, приобретаемые в процессе мыслительных логических операций, называемых способами умственных действий.
4. Качества, приобретаемые в учебном процессе: знания, умения и навыки в сфере действенно-практической.
5. Качества, определяющие отношение человека к окружающему миру и регулирующие его поведение: интересы, взгляды, убеждения, установки, ценностные операции, принципы и мировоззрение.



Рис. 1.1. Структура личности

Важнейшей характеристикой потенциала личности является ее профессиональная направленность. В открытом обучении (в условиях самообучения) личностный потенциал обучаемого формируется им самим. Это сложный процесс, направленный на развитие личности, способствует профессиональному становлению обучаемого.

Личность – это система интегративных качеств, которые формируются во взаимодействии с социумом. Исключительно важно установить основные сферы этого взаимодействия, проявляющиеся в трех ведущих формах (общении, познании и совместной деятельности):

Потребностно-мотивационная: потребности, мотивы, направленность, установки, убеждения.

Эмоционально-волевая: субъективно-окрашенные реакции, отношения к окружающему миру, переживания обучаемых, эмоционально-волевые состояния, процессы и свойства личности.

Когнитивно-позитивная: получение, хранение, узнавание, воспроизведение и преобразование информации; когнитивно-познавательные состояния, процессы и свойства личности.

Морально-нравственная: личностные репрезентации основных нормативных регуляций действий человека, закрепленных в привычках, обычаях, традициях и принципах социума.

Экзистенциально-бытийная: субъективные самопрезентации существования личности. Эта сфера проявляется в состояниях самоуглубления, переживаниях, свойствах личности.

Действенно-практическая: проявления человека как деятеля, практически реализующего себя в окружающем мире, демонстрация его способностей, навыков, умений, достижений, прагматические аспекты личности.

Межличностно-социальная: межличностные обмены информацией, взаимодействия, отношения.

Обучаемый по отношению к своей деятельности в открытом обучении является и объектом, и субъектом управления. Встречая в процессе самостоятельной познавательной деятельности трудности, он принимает решение, дает сам себе команду, каким путем разрешить возникшую проблему, что для этого предпринять, при этом контролируя свои действия.

Психологический механизм самоуправления довольно сложен, но совершенно очевидно, что личность выборочно относится к внешнему воспитательному или обучающему воздействию, принимает или отвергает его, являясь тем самым активным регулятором собственной психической деятельности. Всякое изменение в развитии личности происходит как ее собственный эмоциональный выбор или сознательное решение, то есть регулируются личностью «изнутри».

В открытом обучении в условиях самостоятельной познавательной деятельности обучаемых особую актуальность приобретает содержание их творческих способностей:

- к усвоению и самостоятельному расширению знаний по своей профессии (специальности) и их использованию в профессиональной деятельности;
- к творчеству по изучаемой профессии (специальности) и дальнейшему развитию уровня знаний в общественной практике;
- к научной деятельности, индивидуальной работе, участию в творческих коллективах;
- к рефлексивному анализу, позволяющему выбирать наиболее эффективную стратегию профессионального обучения;
- к логическим доказательствам, обоснованию выбираемых содержания, форм и методов обучения, индивидуальных образовательных траекторий.

Объективно существуют разные стили компьютерного обучения. Каждый из стилей использует собственные комплексы форм представления учебного материала. В подавляющем большинстве образовательных систем используется стандартизированный подход к обучению всех учащихся. Однако одним из основных принципов дистанционного образования является принцип адаптивного индивидуального обучения.

Индивидуализация обучения невозможна без учета психологических и физиологических особенностей личности.

В настоящее время существует множество классификаций психофизиологических свойств человека. Большинство из них создано на основе перцепционных особенностей конкретной личности. В ряду подобных классификаций особо следует выделить следующие:

1. классификация, лежащая в основе теории функциональной асимметрии полушарий головного мозга (деление на правополушарное, левополушарное и равнополушарное восприятие);
2. классификация ведущих модальностей (аудиальное, визуальное и кинестетическое восприятие);

3. классификация Роршаха (деление на следующие типы: двигательный, цветовой, суженный, амбиэквальный и т.п.).

Для определения психофизиологического типа учащегося и выявления комплекса наиболее приемлемых для индивидуализации его обучения форм учебного материала целесообразно применение комбинации сенсорной классификации и видов функциональной асимметрии полушарий головного мозга.

Функциональная асимметрия полушарий головного мозга предопределяет ведущие каналы восприятия. Поэтому для более точного определения ведущей модальности учащегося следует сначала определять наиболее характерный тип восприятия.

Активное изучение явления функциональной асимметрии полушарий головного мозга (распределение психических функций между полушариями) началось сравнительно недавно и связано в первую очередь с именем американского психоневролога Р.Сперри. В конце 60-х годов Р.Сперри провел операцию по рассечению связей между полушариями с целью лечения тяжелой формы эпилепсии и в ходе наблюдений за своими пациентами обнаружил, что два полушария единого мозга ведут себя как два различных мозга. Человек, у которого было отключено правое полушарие, а работало левое, сохранял способность к речевому общению, правильно реагировал на слова, цифры и другие условные знаки, но часто оказывался беспомощным, когда требовалось совершать действия с предметами материального мира или их изображениями. Когда отключали левое полушарие, пациент хорошо разбирался в произведениях живописи, мелодиях и интонациях речи, ориентировался в пространстве, но терял способность понимать сложные словесные конструкции и совершенно не мог связно говорить.

1.5. Модели оценки связности учебных материалов

Разработка основных принципов организации адаптивного обучения возможна лишь при условии включения в систему адекватных математических моделей процесса обучения и тестового контроля.

При формировании учебного плана всегда стоит задача анализа взаимосвязи дисциплин. Для каждой дисциплины должен быть определен набор базовых дисциплин, из которых берутся основополагающие понятия и определения, необходимые для чтения этой дисциплины. Особенно актуальна проблема формализации учебного плана при реализации системы дистанционного обучения.

В работе [56] предлагается увязка междисциплинарных связей путем введения модулей и термов (терминологических словарей). Обычно дисциплина включает несколько разнородных разделов, поэтому используется понятие модуля, как однородного, функционально законченного раздела дисциплины. Каждый модуль приписан к одной и только одной дисциплине.

Термом является некоторое понятие предметной области, имеющее собственную синтаксическую конструкцию. С каждым модулем связан набор входных и выходных термов. Каждый терм приписан к одному и только одному модулю. Входные термы – это понятия, необходимые для возможности изучения модуля. Они должны быть определены на более ранних этапах обучения. Это соответствие также является задачей анализа плана. Выходные термы – это понятия, которые определяются в соответствующем модуле, и которые могут использоваться в последующих модулях. В результате, модуль рассматривается как оператор преобразования входных термов в выходные.

При таком подходе взаимосвязь дисциплин может быть установлена за счет определения синонимии термов, т.е. установления ссылок входных термов на выходные. Входные термы могут иметь написание, отличное от

выходного, на который он ссылается. В этом случае будем считать их синонимами.

По дисциплине в рамках различных отчетных документов определены различные аспекты, отражающие ее количественный и качественный характер. Дисциплина представляет структуру:

$$\mathbf{D} = \{D_D, S_D, K_D, G_D, H_D, M_D\}, \quad (1.1)$$

где D_D - название дисциплины; S_D - семестр; K_D - кафедра, ведущая дисциплину; G_D - направленность; H_D - объем часов; M_D - упорядоченный список модулей. Элементы S_D , K_D и G_D введены для реализации поиска и фильтрации.

Модулем представляет структуру:

$$\mathbf{M} = \{D_M, A_M, H_M, F_D\}, \quad (1.2)$$

где D_M - наименование модуля; A_M - аннотация модуля; H_M - объем часов; F_D - указатель дисциплины. Задачи анализа связности модулей полностью повторяют анализ связности дисциплин.

Терм-множество представляет структуру:

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}^I \cup \mathbf{W}^O, \quad (1.3)$$

где \mathbf{W}^I - множество входных термов; \mathbf{W}^O - множество выходных термов.

Входные термы $\mathbf{W}^I = \{D^I_w, F^I_M, F^I_w, U^I_w\}$, где D^I_w - идентификатор терма; F^I_M - указатель принадлежности модулю; F^I_w - ссылка на терм-источник; U^I_w - коэффициент усиления (определяет увеличение качества его понимания).

Выходные термы $\mathbf{W}^O = \{D^O_w, F^O_M, F^O_P, Z^O_w\}$, где D^O_w - идентификатор терма; F^O_M - указатель принадлежности модулю; F^O_P - ссылка на терм паспорта специальности; Z^O_w - коэффициент забываемости терма, связанный с понятием сложности.

Модель связности термов определяется отношением:

$$W_{w1} \Rightarrow W_{w2} \sim \langle \text{терм } W_{w2} \text{ ссылается на терм } W_{w1} \rangle.$$

Каждому входному терму должен быть определен терм-источник:

$$\forall W_{w1} \in \mathbf{W}^I \exists! W_{w2} \in \mathbf{W}^O : W_{w1} \Rightarrow W_{w2}. \quad (1.4)$$

Каждому выходному терму ставится в соответствие список входных, которые ссылаются на него (вторичные термы):

$$\forall W_w \in \mathbf{W}^O \exists \{W_{wi}\} : W_{wi} \in \mathbf{W}^I \wedge W_{wi} \Rightarrow W_w. \quad (1.5)$$

Термы источники и вторичные термы при ведении базы данных выводятся вместе с идентификаторами модуля (он единственный) и дисциплины (она единственная), что позволяет проводить визуальный контроль.

Отношение на множестве термов представляет собой двудольный граф:

- \mathbf{W}^O являются источниками для \mathbf{W}^I и задаются $\mathbf{W}^O \Rightarrow \mathbf{W}^I$;
- \mathbf{W}^O определяются в модуле на основании \mathbf{W}^I $\mathbf{W}^I \Rightarrow \mathbf{W}^O$.

Если во втором случае всегда выдержана синхронизация термов по времени, то в первом случае при ведении базы она может быть нарушена. Эта задача и задача анализа связности термов является базовой для анализа связности дисциплин.

Из множества термов представляют интерес подмножества:

$$\mathbf{W}^{OE-} - W_w^{OE} \in \mathbf{W}^O : \neg \exists W_{wi}^I W_w^{OE} \Rightarrow W_{wi}^I \quad (1.6)$$

$$\mathbf{W}^{IE-} - W_w^{IE} \in \mathbf{W}^I : \neg \exists W_{wo}^O W_{wo}^O \Rightarrow W_w^{IE} \quad (1.7)$$

\mathbf{W}^{OE-} - подмножество висячих термов, которые в дальнейшем нигде не используются. Если это множество не пустое, то термам должны соответствовать термы паспорта специальности.

\mathbf{W}^{IE-} - подмножество неопределенных термов, не имеющих ссылки на выходной.

Таким образом, связность модулей можно определить на основании связности термов. Выбрав два произвольных модуля, можно пересчитать количество согласованных термов, т.е. выходных первого модуля, которые используются во втором модуле. Чем больше таких термов, тем более сильно связны модули. Для каждой дисциплины можно опередить меру ее внутренней и внешней связности как множество внутренних связей модулей по термам и внешним.

1.6. Формализованные модели классификации обученности

В структуре *знаний* для каждого образовательного уровня целесообразно выделить только четыре звена [45, 81]:

М - мировоззренческий минимум (это те знания, которые должны остаться в памяти любого обучающегося по данному предмету). Включает простые сущности, определяемые через их качества (свойства) и простейшие модели (схемы) данной предметной области, необходимые каждому человеку как гражданину;

Б - базовые знания как дополнение к минимуму, которое необходимо для дальнейшего успешного изучения данного предмета. Содержит основы знаний, позволяющие успешно овладевать предметом на текущей и последующих стадиях обучения.

П - программные знания сверх базового уровня. Включает спектр основных современных знаний, в том числе основные модели объектов и явлений данной предметной области.

С - сверхпрограммные знания, рекомендованные как дополнение к программе для самых сильных обучающихся. Содержит описания объектов и явлений данной предметной области, которые не входят в программу, но необходимы будущему специалисту в этой области.

В структуре *умений* также выделим четыре уровня:

Ф - фактический - предполагает умение узнавать (идентифицировать) основные факты, формулы, термины и принципы предмета;

О - операционный - предполагает выполнение действий по образцу (умение реализовать известный алгоритм);

А - аналитический - предполагает умение анализировать ситуацию и строить процедуры из простых освоенных операций;

Т - творческий - доступен будущему профессионалу, свободно владеющему материалом предмета и способному находить нетривиальные решения.

Из-за указанной выше логической связи знаний и умений их нужно рассматривать вместе. Для этого блоки знаний и умения удобно отобразить в виде таблицы (матрицы) на так называемой предметной плоскости или плоскости обученности (рис.1.2.).

Буквы указывают уровень обученности в данной предметной области, цифры характеризуют относительную сложность заданий. Предметная плоскость может строиться как для традиционных предметов, так и для их комплексов, ориентированных на интеграцию отдельных предметов в области знаний (как это предусмотрено, например, базисными учебными планами общеобразовательной школы).

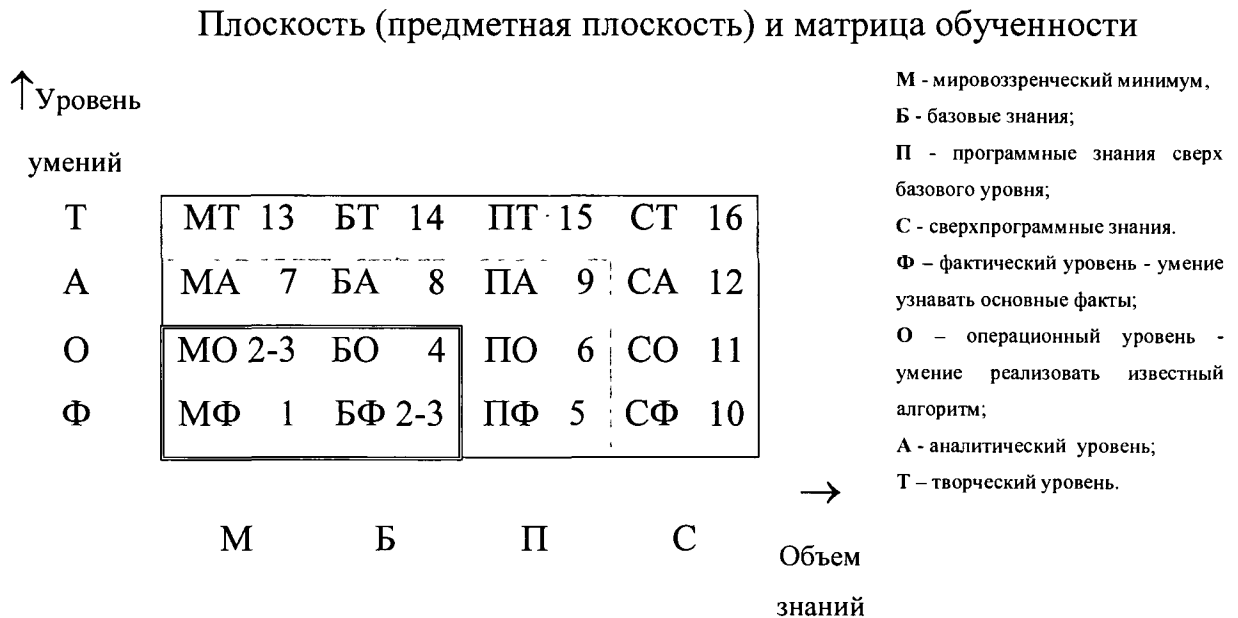


Рис. 1.2.

Элементы матрицы обученности на рис.1.2., обведенные в левом нижнем углу двойной линией (МО, МФ, БО, БФ), обычно относят к образовательному минимуму, определяемому образовательными стандартами. Здесь расположен материал, доступный слабым обучающимся.

Элементы матрицы обученности сверху и справа, отмеченные заполнением (МТ, БТ, ПТ, СТ, СА, СО и СФ), относятся к сверхпрограммному материалу (правый столбец) или к повышенному

уровню трудности (верхняя строка с индексом T). Здесь размещают материал для сильных обучающихся.

Ячейки без дополнительной обводки (МА, БА, ПА, ПО и ПФ) включают учебный материал предмета для хорошо подготовленных обучающихся.

Плоскость обученности наглядно демонстрирует неразрывную связь знаний и умений, их единство в более общем и важном для педагогической практики понятии обученности.

Приведенная классификация обученности позволяет строить дидактически оптимизированные программы и контрольные процедуры к ним на основе единого, унифицированного подхода к учебному материалу.

Унифицированная – в указанном выше ограниченном, чисто квалификационном смысле – образовательная система приобретет не только способность контроля всех своих элементов, но и возможность постоянного выявления и отбора из них для массового внедрения лучших, наиболее совершенных и эффективных средств, техники и технологий (методик) обучения, то есть собственных (образовательных) средств производства.

1.7. Анализ моделей научения и функций забывания информации при организации учебного процесса

Впервые систематическими научными исследованиями проблем научения, учения и обучения сто лет назад занялись психологи Эббингауз и Торндайк. В психологии научение определяют как усвоение обучаемым определенной системы знаний, умений, навыков. Это предполагает изменение внешней (физической) и внутренней (психической) деятельности (поведения). Обучение в психологии определяется как процесс стимуляции и управления внешней активностью обучаемого, в результате которой у него формируются определенные знания, навыки и умения.

Процессы учения и обучения рассматриваются в различных аспектах: биологическом, физиологическом, социальном, философском и др. В обучающей системе необходимо наличие модели объекта обучения – модели

обучаемого. При этом, под моделью обучаемого понимается представление того процесса, который проходит в обучаемом в результате восприятия им той или иной обучающей информации.

Исключительно важную роль в изучении процессов научения и обучения играет исследование памяти. Память является одним из важнейших психических процессов, реализующих усвоение знаний. Начало экспериментальной психологии памяти связано с опытами Г.Эббингауза. Он первый разработал количественные методы исследования запоминания и забывания. Материалом запоминания были бессмысленные слоги. Г.Эббингаузом построена кривая изменения объема памяти в зависимости от времени, прошедшего после запоминания, т.е. кривая времени забывания. Эту кривую называют кривой забывания или сохранения. Она выражает объем памяти через разные промежутки времени в «процентах сбережения». При этом под объемом памяти (кратковременной) понимается наибольшее число единиц запоминаемого материала, которое может быть сразу воспроизведено при одном повторении. Что касается долговременной памяти, то измеряют число повторений, необходимых для запоминания и безошибочного воспроизведения предъявленного для запоминания материала, и объем памяти определяют как отношение числа запоминаемых символов к числу повторений. Кривая Эббингауза – это объем памяти как функция времени:

$$b = \frac{100 \cdot k}{(\log t)^c + k}, \quad (1.8)$$

где b – процент удержанного в памяти материала в момент эксперимента (или контроля) либо объем памяти в “процентах сбережения”; t – время с момента полного овладения материалом в часах; c и k – константы, получаемые методом наименьших квадратов по экспериментальным данным. Эксперименты Торндайка, связанные с научением путем «проб и ошибок», и опыты И.П.Павлова по выработке и исследованию затухания условных рефлексов у животных подтвердили закон Эббингауза.

Аналогичные кривые забывания были получены Радославлевым, Финкенбиндером, Пьероном, Лу и Бореасом, которые также проводили опыты с бессмысленными слогами. При этом существуют некоторые разногласия в отношении скорости и величины первоначального спада кривой, которые объясняются различиями в условиях эксперимента, запоминаемом материале и индивидуальных особенностей испытуемых. Радославлевым и Бореасом были построены также кривые запоминания стихотворений. Крюгер построил кривую воспроизведения слов. Дейвис и Мур проводили опыты с осмысленным материалом и получили кривую, которая по форме похожа на кривую Эббингауза. Однако уровень сохранения при заучивании осмысленного материала всегда выше. Е.Н.Соколов рассмотрел общие основы кривых сохранения и показал, что «нет абсолютно “чистых кривых забывания” для смыслового и бессвязанного материала. Есть кривые забывания определенного количества качественно своеобразного материала».

После ранних работ Эббингауза и Торндайка эмпирические данные, полученные при научении, стали выражать в виде уравнений, которые не опирались на какую-либо теорию, а лишь интерпретировали имеющиеся данные. Так, А.Шукаревым было выведено следующее уравнение:

$$y = a - b \cdot e^{-cn}, \quad (1.9)$$

где y – усвоение, определяемое как число правильных воспроизведений (успехов) за единицу времени; n – число испытаний; a – предел усвоения при $n \rightarrow \infty$; b и c – константы. Т.Робертсоном было предложено уравнение, полученное по аналогии с мономолекулярной автокаталитической реакцией:

$$y = \frac{b \cdot e^{An}}{c + e^{An}}, \quad (1.10)$$

где y – усвоение; n – число испытаний; $A=ab$; a и c – константы (параметры обучаемого); b – предел усвоения при $n \rightarrow \infty$. Л. Терстоун

предложил следующую формулу (так называемый гиперболический закон обучения):

$$y = \frac{a \cdot (n + c)}{(n + c) + b}, \quad (1.11)$$

где y – усвоение; n – число испытаний; a и c – константы; b – скорость научения.

Дальнейшее развитие применения математических методов к исследованию проблем научения связано с работами К. Халла. Он ввел переменную, которую назвал «силой навыка». Она выражается формулой:

$$H_R^S = M(1 - e^{-bn}), \quad (1.12)$$

где H_R^S – «сила навыка», или ассоциативная переменная, связывающая стимул и реакцию; M – асимптотическое значение «силы навыка»; b – параметр, выражающий скорость научения; n – число обучающих опытов (или проб с подкреплением). Модель Халла позволяет предсказывать результаты, получаемые при обучении парным ассоциациям.

В 40-50-е гг. в психологии обучение стали рассматривать как стохастический процесс. Психологи утверждали, что основной переменной в психологии должна быть вероятность ответа, или реакции. Р.Буш и Ф.Мостеллер, основываясь на том, что процесс научения является марковским, построили так называемые стохастические модели обучаемости. Примерно в то же время В.Эстес, К.Берг, Дж.Миллер, У.Мак-Гилл и др. разрабатывали подобные стохастические модели, которые получили название «линейные модели обучения». При построении данных моделей вводится вероятность p_n того, что обучаемый в n -м испытании даст ответ A_1 . Альтернативным является ответ A_2 . Соответственно вероятность того, что обучаемый в n -м испытании даст ответ A_2 , равна $1 - p_n$. В каждом испытании обучаемый дает ответ, получая при этом какое-то подкрепление, например узнает правильный ответ. В зависимости от подкрепляющего события E_j в n -м испытании меняется вероятность ответа в $n+1$ -м испытании:

$$p_{n+1} = a_j p_n + b_j, \quad (1.13)$$

где параметры a_j и b_j увеличивают или уменьшают вероятность ответа. Эти параметры зависят от того, подкрепляет ли событие E_j ответ A_1 или A_2 . Так, в модели Буша–Мостеллера для случая двух альтернатив вводятся операторы:

$$p_{n+1} = \begin{cases} \alpha_1 p_n + (1 - \alpha_1) \lambda_1 & x \in A_1 \\ \alpha_2 p_n + (1 - \alpha_2) \lambda_2 & x \in A_2 \end{cases} \quad (1.14)$$

где λ_1, λ_2 ($0 \leq \lambda_1, \lambda_2 \leq 1$) – неподвижные точки, т. е. если $p_n = \lambda_i$ ($i = 1, 2$), то $p_{n+1} = p_n$.

В.Эстесом была построена стохастическая модель для задачи обучения парным ассоциациям. Во время каждого опыта обучаемому представляется некоторый возбуждающий образ (стимул) и указывается его правильное наименование. Такое сочетание возбуждения и правильного ответа в психологии называют подкреплением. Во время проверочного испытания предъявляется только возбуждающий образ, на который обучаемый должен дать правильный ответ. Вводится следующая формализация. Пусть E_1, E_2, \dots, E_N – элементы возбуждения; A_1, A_2, \dots, A_R – альтернативные ответы; $p_{ij,n}$ – вероятность того, что элемент возбуждения E_i во время n -го опыта вызовет ответ A_j . Тогда процесс приобретения навыка описывается следующей функцией:

$$p_{ij,n+1} = p_{ij,n} + c(1 - p_{ij,n}), \quad (1.15)$$

где c – константа ($0 < c < 1$).

Еще в одной работе описанные выше модели Халла и Терстоуна интерпретируются в терминах стохастических моделей. Так модель Халла приобретает вид:

$$p_{n+1} = p_n + (1 - \alpha)(1 - p_n), \quad (1.16)$$

где p_n – вероятность приобретения навыка (или правильного ответа) в n -м испытании; α ($0 < \alpha < 1$) – константа. Сравнивая данную модель с моделью Эстеса, легко заметить, что она является частным случаем модели Эстеса.

В модели Терстоуна величина y интерпретируется как вероятность приобретения навыка p_n , равная 0 при $n=1$ и стремящаяся к 1 при $n \rightarrow \infty$. Уравнение Терстоуна приобретает вид:

$$p_n = \frac{n-1}{n-1+b}, \quad (1.17)$$

где b – скорость научения. В модели Рестла вероятность изменяется по следующему правилу:

$$p_n = 1 - \frac{(1-\Theta)^{n-1}}{\Theta + (1-\Theta)^n}, \quad (1.18)$$

где Θ – константа.

Кричевский выдвинул гипотезу о том, что после начального периода обучения возникает «внезапная» обученность, лежащая в основе так называемой теории «скачков». Вводится случайная величина x_n , которая принимает значение 1, если в n -ом испытании имеет место событие A_1 , и 0 – если в n -ом испытании имеет место событие A_2 .

Тогда $p_n = P\{x_n=1\}$ – вероятность события A_1 , $q_n = P\{x_n=0\} = 1 - p_n$. Предположим, что обучаемый в начале опыта находится в некотором состоянии S_1 , а затем после некоторого испытания n_i переходит в состояние S_2 и остается в нем до конца эксперимента. В этом случае вероятность p_n равно p , если обучаемый в n -ом испытании находился в состоянии S_1 , и 1 – если обучаемый в n -ом испытании находился в состоянии S_2 ,

Кроме того, вводится вероятность перехода из состояния S_1 в состояние S_2 на n -м испытании:

$$P\{S_2 | S_1 \text{ при } n-1\} = \beta \quad (1.19)$$

где β – некоторый параметр, $0 \leq \beta \leq 1$.

Дальнейшее развитие подобные модели получили в работах Р.Аткинсона, Г.Бауэра, Э.Кротерса. В настоящее время проблемы научения используются в статической теории обучения. Так, еще в одной работе

изучается статическая динамика знаний, устанавливается связь между потоком учебного материала, его усвоением и забыванием.

Пусть в момент времени $t=0$ обучающая информация воспринята учеником, а при $t>0$ ему задается вопрос по этому материалу. Если в момент $t=\tau$ обучаемый дает неправильный ответ на этот вопрос, то τ соответствует времени забывания. Предполагается, что время τ – непрерывная случайная величина с функцией распределения $P(t)=P\{\tau<t\}$. В случае экспоненциального распределения:

$$P(t)=1-e^{-\lambda t}, \quad (1.20)$$

где λ – интенсивность забывания [1/с]. Среднее время забывания равно $1/\lambda$ [с]. В этой работе для описания процесса забывания используются также распределения Вейбулла, Эрланга и Гамма-распределение.

Проблемам построения математических моделей некоторых характеристик памяти посвящен ряд работ. В одной из них исследуется длительность сохранения информации. При этом вероятность правильного ответа при отсроченном на время воспроизведении определяется по формуле

$$P_{\tau}=P_0e^{-\gamma\tau}, \quad (1.21)$$

где P_0 – та же вероятность при немедленном воспроизведении; γ – скорость забывания информации, определяемая методом наименьших квадратов.

В работе [125] исследуются процессы накопления и забывания информации и делается попытка их математического выражения. Пусть $\Delta\tau$ – длительность отдельного периода времени поступления информации, i_0 – средняя скорость восприятия информации обучаемым (в единицах информации в секунду). Так как «кодирующее устройство мозга» вследствие потери части информации поступает некоторая ее доля $0<\sigma<1$, то количество информации, воспринятой обучаемым за время $\Delta\tau$, определяется как $\Delta J=\sigma i_0\Delta\tau$, а суммарное количество накопленной информации $J=\sum^n \Delta J$, где n – общее число периодов $\Delta\tau$. Однако, так как происходит потеря информации

в результате ее забывания, то вводится некоторая поправка, учитывающая рассеивание приобретенной в момент τ порции информации до момента времени t как функция $K(t-\tau)$. Параметры данной функции и параметр σ зависят от индивидуальных особенностей обучаемого. С учетом процесса забывания изменение количества информации в зависимости от времени t выражается в виде:

$$J = \sum^n K(t-\tau) \cdot \sigma \cdot i_0 \cdot \Delta\tau. \quad (1.22)$$

Исследования процесса научения и памяти были и остаются одними из главных проблем исследований в психологии и педагогике. Новая область обучения требует создания новых моделей.

1.8. Агрегирование и свертка экспертных оценок эффективности системы подготовки персонала

Если индивидуальные экспертные оценки непроверяемы, то агрегирование их бессмысленно, так как и результат агрегирования непроверяем. Допустим, что получены проверяемые индивидуальные экспертные оценки. Поэтому результаты агрегирования, т. е. агрегированные экспертные оценки, следует подвергать проверке так же, как и индивидуальные экспертные оценки. Однако в случае агрегированных экспертных оценок возникают дополнительные проблемы — проблемы соответствия агрегированной экспертной оценки индивидуальным экспертным оценкам.

Если агрегируется информация о мнениях экспертов, то задача агрегирования может быть поставлена корректно и ее решение может быть истинным или ложным, более или менее точным и надежным и проверка агрегирования заключается в установлении соответствия результата агрегирования G индивидуальным оценкам экспертов V_i , или мнениям B_i . Простейший способ агрегирования информации о мнениях — это построение функции или ряда распределения оценок. Например, если количество

возможных значений переменной равно n , а количество экспертов равно m , то ряд p_1, \dots, p_n где p_i — доля (или просто число) экспертов, давших оценку номеру i , агрегирует множество из m -оценок $\mathcal{E}O_1, \dots, \mathcal{E}O_m$. Таким образом, например, агрегирована информация о мнениях экспертов о расширении прав предприятий в результате широкомасштабного экономического эксперимента: указан процент ответивших «да», «нет», «не знаю». Более тонкие и сложные методы агрегирования информации о мнениях экспертов — это построение различных рядов распределений, отражающих мнения различных групп экспертов; вычисление моды, распределения, медианы, в некотором смысле «среднего» мнения и т. д. Все это проблемы статистики и теории информации.

Пусть имеется множество из m -объектов X , причем $m \geq 3$; количество экспертов $n \geq 2$. Каждый эксперт оценивает некоторое свойство (одно и то же для всех экспертов) объектов из X или непосредственно объекты из X в порядковой шкале, т.е. упорядочивает множество X . Обозначим упорядочение множества X , осуществленное i -м экспертом, как R_i . Например, если X состоит только из двух объектов $X = \{x, y\}$, то для каждого эксперта возможен выбор одного из следующих упорядочений-

$$R^{(1)} = \{x \succ y\}, \quad R^{(2)} = \{y \succ x\}, \quad R^{(3)} = \{x \sim y\} \quad (1.23)$$

Обозначим множество всех упорядочений m -объектов как T_m . Результат экспертизы описывается n -й: $(R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n)$, где все $R_i \in T_m$. Задача агрегирования формулируется следующим образом: найти функцию $F: T_m^n \rightarrow T_m$, удовлетворяющую условиям:

1) функция F определена на всем множестве возможных результатов экспертиз: $F(R_1, \dots, R_n)$ и принимает значения на множестве всех возможных упорядочений T_m , т.е. результат агрегирования также является упорядочением, причем $m \geq 3, n \geq 2$;

2) правило агрегирования F обеспечивает положительную связь индивидуальных упорядочений и агрегированного упорядочения, т.е. не противоречит упорядочениям экспертов;

3) если из множества X устраняются некоторые объекты, то результат агрегирования не должен измениться для оставшихся объектов, — условие независимости от несвязанных альтернатив;

4) правило F должно обеспечивать суверенность экспертов, т.е. в аргументированном упорядочении не должно быть таких объектов x и y , что $x \succ y$ независимо от индивидуальных упорядочений экспертов;

5) правило агрегирования не должно предоставлять преимуществ никому из экспертов,—это условие отсутствия диктатора.

Аналогом правила большинства в случае количественной шкалы является следующая схема агрегирования:

$$a_0 = \sum a_i, \quad \text{или} \quad a = \frac{1}{n} \sum a_i \quad (1.24)$$

Правило (1.24) совпадает с правилом большинства, если множество значений экспертной оценки состоит из двух элементов: 0 и 1. Агрегирование по схеме (1.24) очень часто встречается в литературе по экспертным оценкам и в практике проведения экспертиз. При этом адекватность этого правила обычно не анализируется. Проведение такого анализа совершенно необходимо, так как в ряде случаев (по нашей экспертной оценке — в 99,9 % случаев) агрегирование по схеме (1.24) ведет к неадекватным, совершенно бессмысленным результатам.

Если величины a_i измерены в порядковой шкале, то их суммирование лишено смысла. Допустим, что величины a_i измерены в количественной шкале (интервалов или отношений). Пусть оценены объекты x и y и получено, что $\frac{1}{n} \sum_i a_i(x) > \frac{1}{n} \sum_i a_i(y)$. Подвергнем оценку каждого эксперта i

допустимому преобразованию $\alpha'_i = \alpha_i a_i + \beta_i$.

Для того чтобы использовать функцию агрегирования, надо быть уверенным в том, что: 1) все эксперты оценивают объекты по крайней мере в шкалах интервалов; 2) все индивидуальные шкалы экспертов имеют один и тот же масштаб α (но необязательно одно и то же начало отсчета).

В более общем случае используют линейно-взвешенную свертку вида $x_0 = \sum_j \omega_j x_j$, где x_j — численное значение j -и характеристики объекта; x_0 — обобщенная характеристика; ω_j — «вес», «значимость» j -и характеристики объекта.

В обосновании свертки различных признаков иногда ссылаются на теорему из теории векторной оптимизации. Задача максимизации вектор-функции $G(u)$ на E^n при ограничениях $F(u) \geq 0$, $u \in U$, где U — замкнутое выпуклое множество в E^n , компоненты функций $G(u)$ и $F(u)$ вогнутые функции (причем существует такой вектор u , что $\omega F(u) > 0$ для некоторого $\omega \geq 0$, $\omega \neq 0$), заключается в нахождении всех эффективных векторов. Допустимый вектор u^* называется эффективным, если не существует другого допустимого вектора, для которого $G(u) \geq G(u^*)$.

Имеет место следующая теорема: Если u^* — эффективный вектор, то найдется такой вектор ω , что максимум функции $\omega G(u)$ при ограничениях $F(u) \geq 0$, $u \in U$ достигается для $u = u^*$, причем $\sum_j \omega_j = 1$.

Следует различать функцию полезности, определенную на некотором множестве объектов, описываемых векторами, от свертки объективных характеристик. Различие заключается, в частности, в том, что утверждения о функции полезности в принципе можно проверить, наблюдая за поведением индивидов и групп в различных условиях.

Например, обобщенная характеристика функциональности может быть определена как сумма:

$$F_{0j} = \sum_i F_{ij} \quad (1.25)$$

где: i - функция, j — вариант выполнения системы.

Обобщенная характеристика представляется суммой, а не произведением:

$$F_{0j} = \prod_i F_{ij} \quad (1.26)$$

Если $H = F(x_1, \dots, x_m)$ — свертка объективных характеристик x_1, \dots, x_m , то кривая замещения определяется равенством $H = F(x) = const$.

Дифференцируя последнее равенство, получаем дифференциальные показатели замещения:

$$\sum_j \frac{\partial F}{\partial x_j} dx_j = 0 \quad (1.27)$$

Зафиксируем значения всех, кроме первых двух, переменных x_j . Из (1.27) получаем $\frac{\partial F}{\partial x_1} dx_1 = -\frac{\partial F}{\partial x_2} dx_2$ и $dx_1 = -\frac{\partial F / \partial x_2}{\partial F / \partial x_1} dx_2$. Это значит, что рост значения переменной x_2 на dx_2 замещается уменьшением значения переменной x_1 на величину $-\frac{\partial F / \partial x_2}{\partial F / \partial x_1} dx_2$. Если термин «значимость» имеет какой-нибудь смысл, то это либо $\partial F / \partial x_j$, либо $\partial \ln F / \partial x_j$, либо эластичность $\partial \ln F / \partial \ln x_j$. В общем случае нелинейной свертки все эти величины зависят от x_1, \dots, x_m .

Рассмотрим формальный аспект свертки — проблему адекватности. Этой проблеме уделяют достаточно мало внимания. Возьмем простейшую и чаще всего используемую свертку (1.28):

$$x_0 = \sum_i \omega_i x_i \quad (1.28)$$

Возможны два случая: 1) x_j — инструментально измеряемые переменные и 2) x_j — экспертные оценки. «Значимости» ω_j в обоих случаях оцениваются экспертами.

Рассмотрим первый случай. Если ω_j измерены в шкале, отличной от шкалы отношений или от абсолютной, то (1.28): не имеет смысла. Пусть ω_j измерены в шкалах отношений с допустимыми преобразованиями $\omega_j = \alpha_j \omega_j$, и пусть имеем для векторов x и y :

$$\sum_j \omega_j x_j > \sum_j \omega_j y_j \quad (1.29)$$

В результате преобразования получаем неравенство $\sum_j \alpha_j \omega_j x_j > \sum_j \alpha_j \omega_j y_j$, которое выполняется не для любых $\alpha_j > 0$.

Чтобы свертка (1.28): была адекватной, нужно, чтобы шкалы «значимостей» ω_j были связаны со шкалами инструментально измеряемых переменных x_j, y_j , следующим образом:

$$\begin{aligned} \omega'_j &= \alpha_j \omega_j; & x'_j &= \frac{1}{\alpha_j}; & y'_j &= \frac{1}{\alpha_j}. \\ \sum_j \omega'_j x'_j &> \sum_j \omega'_j y'_j & & & & (1.30) \\ \sum_j \alpha_j \omega_j \frac{1}{\alpha_j} \cdot x_j &> \sum_j \alpha_j \omega_j \frac{1}{\alpha_j} \cdot y_j \end{aligned}$$

Рассмотрим второй случай, когда и x_j, y_j и ω_j экспертные оценки. Будем предполагать, что все они измерены в шкалах отношений. В этом случае условие (1.30) практически невыполнимо. Действительно, пусть x_1 — комфортабельность транспортного средства, а ω_1 — значимость комфортабельности. Обе переменные оцениваются экспертами в шкалах отношений, но масштабы этих шкал — или «цены» баллов — между собой никак не связаны. Свертка (1.28) оказывается неадекватной.

1.9. Классификация средств обучения и их основные характеристики

Принципы разделения средств обучения в большинстве исследований основаны на учете различных требований и запросов групп потребителей, степени отражения в них взаимоотношений педагогики, психологии, физиологии и других наук, а также техники и производства.

Исследователи в качестве классификационных признаков выделяют: характер представления окружающей действительности, особенности учебной информации, цели и задачи учебного процесса и т.п.

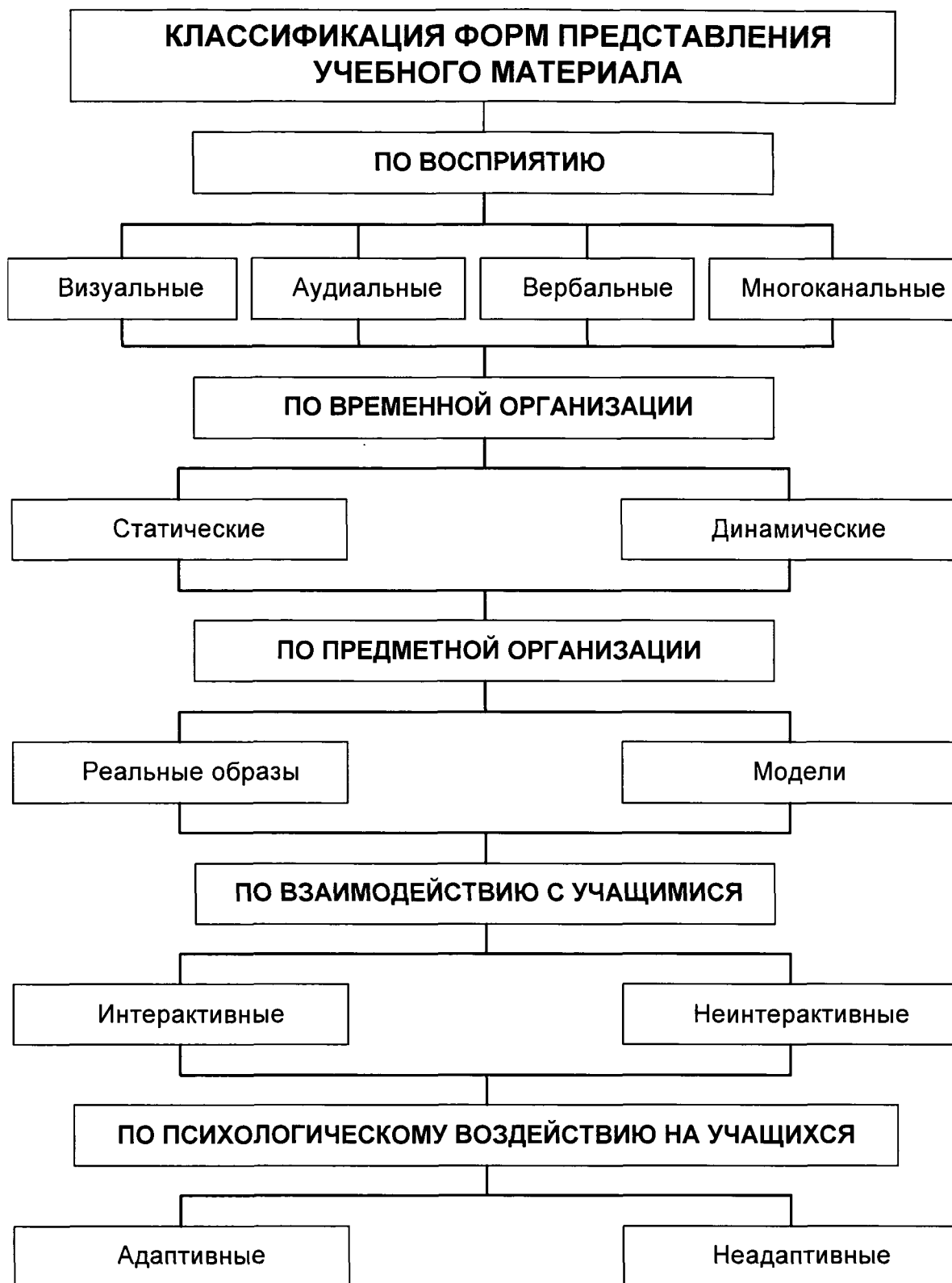


Рис. 1.3. Классификация форм представления учебного материала

Выделяются два основных подхода к классификации: педагогический и технический. Первый основан на необходимости реализации в учебном процессе различных дидактических целей, в первую очередь формирования

представления об окружающей действительности, организации разнообразных видов учебно-познавательной деятельности учащихся, осуществления мотивационных, учебных и контрольно-корректирующих функций и т.п. Второй подход позволяет учесть конструктивно-технологические особенности средств обучения, их деление в зависимости от способа создания, каналов воздействия на учащихся, эргономических характеристик и др.

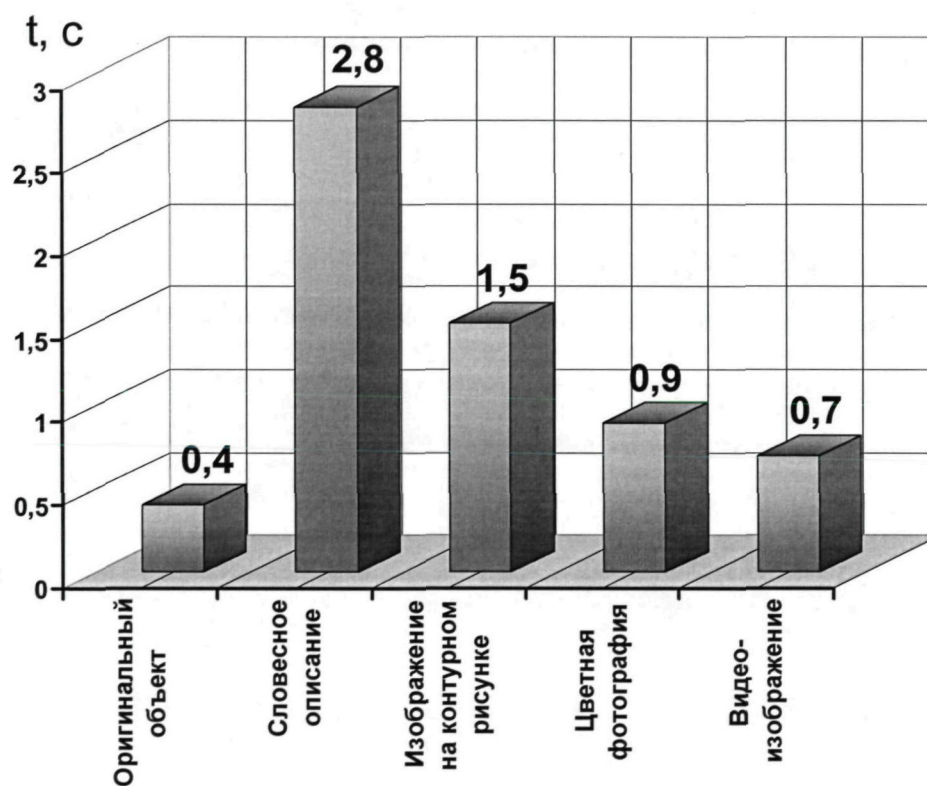


Рис. 1.4. Время восприятия ранее неизвестного предмета

Поскольку предметом нашего рассмотрения является эффективность восприятия различных форм представления материала в зависимости от каналов воздействия на учащихся и дидактический принцип комплексности средств обучения в Системах открытого образования, то в качестве основы исследования предлагается следующая классификация (Рис.1.4.), где каждая из форм представления учебного материала обеспечивает соответствующий тип наглядности.

Один и тот же учебный материал, представленный в различных формах, по-разному воспринимается обучаемыми. Для сравнения приведем следующую диаграмму, на которой представляются временные характеристики восприятия простого, ранее неизвестного, предмета.

При формировании учебного материала в СДО необходимо учесть тот факт, что как бы искусственные изображения не отличались от оригинала, они значительно ускоряют и уточняют восприятие их реальных прототипов, но только при учете психолого-физиологических особенностей восприятия и запоминания учебного материала, представленного в той или иной форме. В связи с этим рассмотрим возможные виды средств обучения и основные требования к их созданию и использованию относительно приведенной классификации.

1.9.1. Визуальные формы представления учебного материала

В качестве визуальных средств в системах открытого образования могут использоваться иллюстрации, реальные видео- и фотоматериалы, материалы, созданные с помощью средств компьютерной анимации, 2D- и 3D-моделирования и т.п. С помощью различных графических средств для лучшего восприятия преподаваемой информации следует как можно наглядней представлять графики, диаграммы, схемы и т.п.

Учебные видеоматериалы характеризуются рядом особенностей: информационная насыщенность, эмоциональное воздействие на слушателя, темп предъявления информации с экрана, управление процессом восприятия, целостность и законченность.

Все виды представления учебного материала могут использовать в качестве адаптивных функций изменение темпа показа, возможности самостоятельного изменения цветовых настроек для каждого конкретного обучаемого и др.

Применение видеосредств целесообразно при ознакомлении со следующими объектами и процессами:

1. с объектами, процессами и явлениями, которые недоступны непосредственным наблюдениям;
2. с процессами и явлениями, характерной особенностью которых является движение и развитие;
3. с очень медленно или очень быстро протекающими процессами и явлениями;
4. с микро- и макрообъектами.

Однако основными требованиями использования визуальных средств являются следующие условия [?]:

- четкое и продуманное дозирование информации, не допускающее перегруженности используемого средства;
- отсутствие многотемности;
- создание проблемной ситуации;
- простое композиционное построение кадра с четким выделением главного; используемый дикторский текст должен быть предельно лаконичным, выразительным, доступным, не подменяющим изображение;
- дикторский текст должен иметь паузы, для того, чтобы не мешать восприятию зрительного ряда;
- должна быть обеспечена возможность использования субтитров вместо дикторского текста;
- должна быть обеспечена занимательность зрительного материала путем использование разнообразных способов и приемов съемки, средств анимации и компьютерного моделирования;
- должен использоваться показ изучаемого объекта или явления во всех возможных вариантах.

1.9.2. Аудиальные формы представления учебного материала

Звуковые средства часто используются совместно с другими формами представления учебного материала. Любой мультимедиа-ПК имеет в своем составе плату-аудиоадаптер, который обеспечивает стереофоническое

звучание предоставляемых слушателю звуковых фрагментов. Однако, в настоящее время, разработчики учебного материала не должны полагаться на то, что компьютер обучаемого оснащен всеми необходимыми средствами для передачи звука. По этой причине звук пока не может применяться в СДО как самостоятельное средство обучения. При создании звуковых фрагментов и дикторского текста необходимо дублировать текстом (если это возможно), либо заменять иными формами представления учебного материала.

В качестве звуковых средств в современной педагогике выделяются учебные и художественные записи. Учебные записи используются для выполнения различных заданий и упражнений и могут содержать рабочие паузы для выполнения задания, комментарии по отдельным частям записанного материала, специально вставленные сравнения и сопоставления. Часто в системах образования такие записи используются совместно с текстовым материалом. Художественные записи целостно воспроизводят звуковые фрагменты без каких-либо дидактических вставок.

В качестве художественных могут использоваться следующие средства:

1. документальные звукозаписи,
2. записи музыкальных произведений,
3. записи натуральных, естественных звучаний и др.

Системы моделирования звука успешно используются при обучении музыке. Также в обучении возможно использование звуковых тренажеров (если компьютер слушателя оснащен звуковой картой и микрофоном), которые позволяют обучаемому записывать собственный голос и впоследствии прослушивать эти записи для сравнения с образцами и нахождения ошибок. Возможно использование подобных приемов и для самоконтроля.

1.9.3. Вербальные формы представления учебного материала

К вербальным относятся средства обучения, представляющие описания предметов и явления объективной действительности условными средствами.

«Вербальный – в психологии – термин для обозначения знакового материала, а также процессов оперирования с этим материалом. Различаются: 1) вербальный осмысленным материал – ряда существительных, прилагательных, глаголов, числительных, отрывки текстов, стихотворения и пр.; 2) вербальный бессмысленный материал – группы из трех согласных, слоги, бессмысленные слова разной степени приближенности к реальному языку.

Вербальному материалу противопоставляются: 1) невербальный осмысленный материал – геометрические фигуры, рисунки, фотографии, предметы и пр.; 2) невербальный бессмысленный материал – необычные геометрические фигуры, чернильные пятна».

В зависимости от используемого материала различаются: вербальное (словесное) и невербальное общение (например, жестовое); вербальный (определяемый на основе решения вербальных задач) и невербальный интеллект (характеризуемый решением образных, конструктивных и других невербальных задач); вербальная (словесная) и невербальная информация (например, образная).

К вербальным относятся следующие формы представления учебного материала:

1. слова,
2. знаки,
3. графики и диаграммы,
4. текстовые таблицы,
5. схемы, планы, карты
6. гипертекст и т.п.

Рассмотрим подробнее требования к некоторым из них.

1) Таблица – средство обучения, содержащее в наглядной и лаконичной форме адаптированную научную информацию об изучаемых объектах и явлениях, их строении, свойствах, приемах и способах выполнения

различных действий и операций, необходимых при формировании определенных понятий, умений и навыков.

По способам отображения информации таблицы различаются следующим образом: объектно-композиционные, содержащие изображения (рисунки, фотографии) натуральных объектов и явлений и их сочетания (композиции); графические (чертежи, графики, диаграммы, схемы и др.); знаковые (символические), выражаемые знаками, формулами, буквами, словами естественных и искусственных языков; комбинированные, включающие различные средства отображения.

Отбор и объем содержания таких таблиц определяется учебной целью, выбор средств и способов отображения должен учитывать психологическое воздействие на учащегося, доступность восприятия и способствовать лучшему пониманию и усвоению учебного материала.

Компоновка таблицы включает разработку ее структуры: расположение объектов и построение зрительного ряда (маршрута).

Экспериментальные исследования показали, что наиболее «видимым» для учащихся является левое верхнее поле таблицы, а менее всего – правое нижнее. Для достижения оптимального просмотрового баланса всех зон таблицы, а также выделения ключевых коомпонентов содержания используются различные приемы – выделение цветом, заключение контрастного поля в черную рамку, использование цветной рамки, увеличение размера объекта, яркость, контрастность, пространственная ориентация и т.д.

2) Схемы, графики и диаграммы. К ним предъявляются такие же требования, как и к таблицам. [?, ?].

Однако, при составлении подобных схематических изображений необходимо соблюдать следующие дидактические требования:

- соответствие уровню знаний обучаемых и необходимому уровню абстракции;

- учет логических путей и возможностей установления связей с реальностью;
- отсутствие перегруженности схем, диаграмм и графиков текстом.
- Среди эргономических выделяются следующие требования:
 - элементы одинакового значения должны иметь одинаковую форму изображения и связи (величину символов, линий, стрелок, соотношение сторон, обрамление, подчеркивание и т.п.);
 - в схемах, изображающих динамику, следует при помощи стрелок показывать изменения между функциональными элементами, причинами и следствиями;
 - линии целесообразно изображать одинакового вида;
 - при комбинации статических и динамических схем нужно выделять их различным оформлением.

Применение схем, таблиц и графиков предполагает не только систематизацию информации, но и более абстрактный и обобщенный уровень ее усвоения.

3) *Гипертекст* внешне представляет собой обычный текст, который содержит словесную информацию и может включать любые из иных формы представления учебного материала. Гипертекст позволяет осуществлять поиск по словам в логическом порядке, обусловленном связями.

После распространения языка HTML для системы гипертекста Word Wide Web, для ссылки на другой документ, изображение, звуковой элемент стал применяться термин «маркер» (anchor). Маркер связи (link anchor) – это то место, с которого вы начали свой путь. Конец связи (link end) – это узел, связанный с маркером.

Однако при создании учебного гипертекста необходимо учитывать степень вложенности ссылок. Много уровней вложенности и большое количество переходов при изучении раздела (или подраздела) не обеспечивают целостности учебного материала и затрудняют его восприятие и усвоение.

Под многоканальными будем понимать формы представления учебного материала, обеспечивающие воздействие на восприятие учебной информации несколькими путями. В настоящее время к таким можно отнести средства, использующие технологию «виртуальной реальности». Ее цель – достижение эффекта присутствия в несуществующей реальности. В подобных системах учащиеся в качестве виртуальных участников могут воспринимать одновременно изображение, звук и тактильные ощущения.

Выводы по главе 1

1. Проведен системный анализ задач организации подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий. Рассмотрены проблемы информатизации и общие тенденции развития системы переподготовки.

2. Рассмотрены модели организации системы подготовки, включающие профессиональную сущность консультанта, педагогические функции, педагогические способности, педагогические умения и др.

3. Проведен анализ основных математических методов и моделей процессов обучения и тестового контроля. Проведен анализ функциональных зависимостей моделей научения с точки зрения возможности их использования при моделировании учебного плана.

4. Рассмотрены методы и формы организации системы подготовки на базе современных информационных технологий.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАУЧЕНИЯ-ЗАБЫВАНИЯ

Во второй главе диссертации решается задача моделирования процессов научения-забывания с целью включения этих моделей в программный контур формирования учебных планов системы «СОТА».

2.1. Особенности усвоения и запоминания учебного материала

При реализации алгоритмов оценки эффективности численная мера оценки может быть основана на понятиях усвоения и забываемости. Действительно, каждый субъект обучения может лишь усваивать и забывать. Поэтому в качестве интегрального критерия эффективности выступает степень усвоения всех термов. В результате задача распадается на три: первая – вычисление числовых оценок по каждому терму, вторая – интеграция термов в классы и третья – решение многокритериальной задачи максимизации усвоения сразу по всем термам.

При компьютерном обучении в основном используются зрение и слух. Правильность восприятия экранного изображения и звуковых образов зависит от многих причин таких как [32]:

1. чувственный опыт и богатство воображения;
2. возрастная категория;
3. физиологические особенности;
4. мотивация и т.п.

Необходимо учитывать, что информация хорошо усваивается тогда, когда найдена оптимальная мера между содержанием учебного материала и возможностями его восприятия. Рассмотрим некоторые из особенностей усвоения и запоминания учебного материала.

К основным функциям переработки информации человеком относятся такие функции [30] :

1. восприятие,
2. осознание
3. припоминание,

4. реагирование,
5. действие.

Эти функции соотносятся с определенными носителями, например, «восприятие» - с органами чувств, «действие» с мускулатурой. На основе этих функций в [120] построена модель переработки информации человеком (Рис.2.1.):

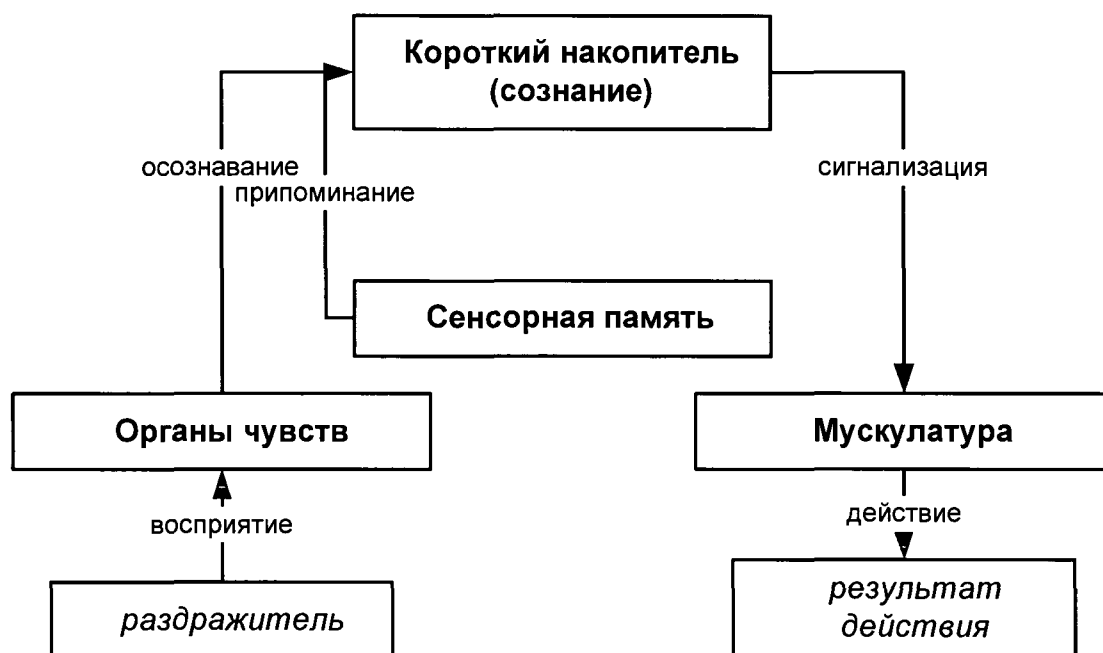


Рис. 2.1. Модель переработки информации человеком

Основным условием процесса обучения является получение информации из окружающего мира. Информация поступает на органы чувств в форме оптических, акустических, тактильных (осязательных), термических, слуховых и вкусовых раздражителей. Под мощностью органов чувств понимается тот максимум информации, который эти органы способны передать в течение единицы времени в сенсорную память. *Frank* приписывал оптическому каналу мощность до 10^7 байт/с, акустическому около $1,5 \cdot 10^6$ байт/с, тактильному (только руки) $-0,2 \cdot 10^6$ байт/с. Мощность других каналов много ниже и лежит в пределах от 10 до 100 байт/с.

Перцепцией в информационной психологии обозначена иннервация органов чувств, т.е. собственно восприятие и перенос раздражения органами

чувств. Передача смыслового раздражения в кратковременную память называется апперцепцией. При апперцепции происходит отбор из всей воспринятой перцепированной информации ее осмысленной части.

Скорость апперцепции, или, иначе говоря, скорость поступления информации в кратковременную память, *Frank* определяет равной около 16 бит/с. К этому значению он и другие авторы приходят в результате различных исследований и соображений.

Информация, поступившая в кратковременную память, задерживается в ней на некоторое, так называемое «настоящее время» T , в течение которого информация осознается как бы происходящая сейчас, в данный момент, а сам промежуток времени воспринимается как непосредственная данность. При дальнейшем количественном определении показателей феноменологической модели встает вопрос о длительности «настоящего времени». Исследования показали, что апперцированная информация сама по себе продолжает оставаться в «настоящем времени», если не используются специальные приемы в течение приблизительно 10 с.

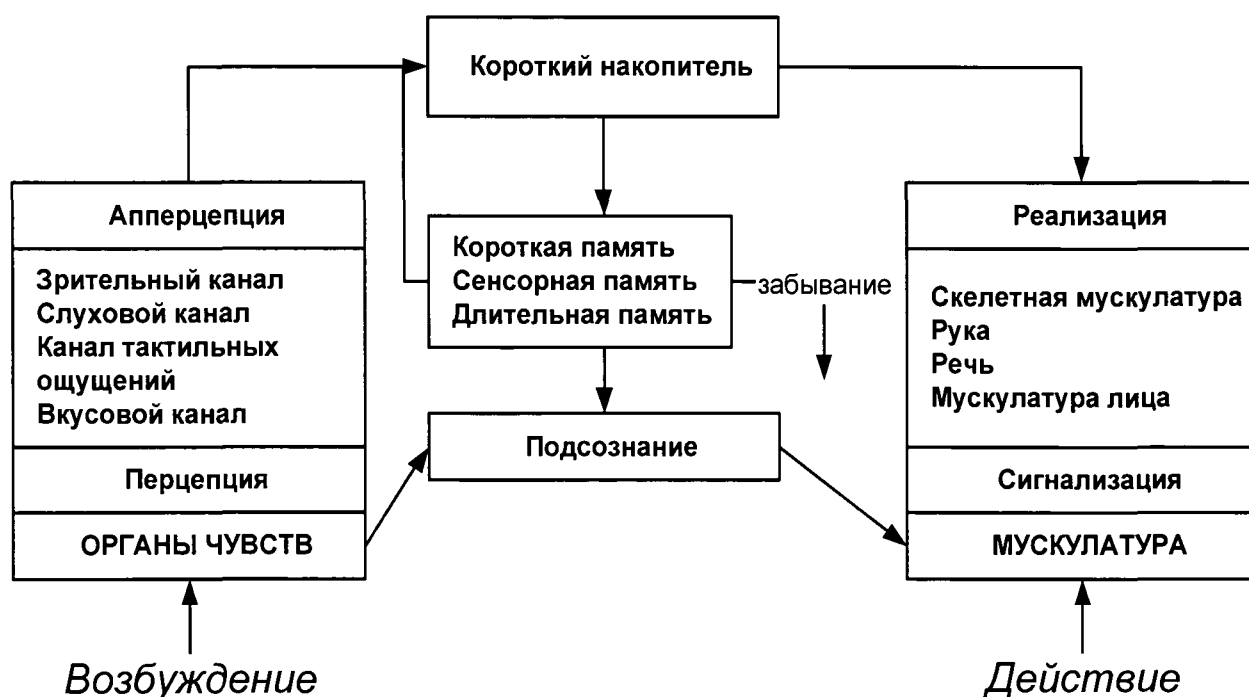


Рис. 2.2. Органограмма переработки информации человеком

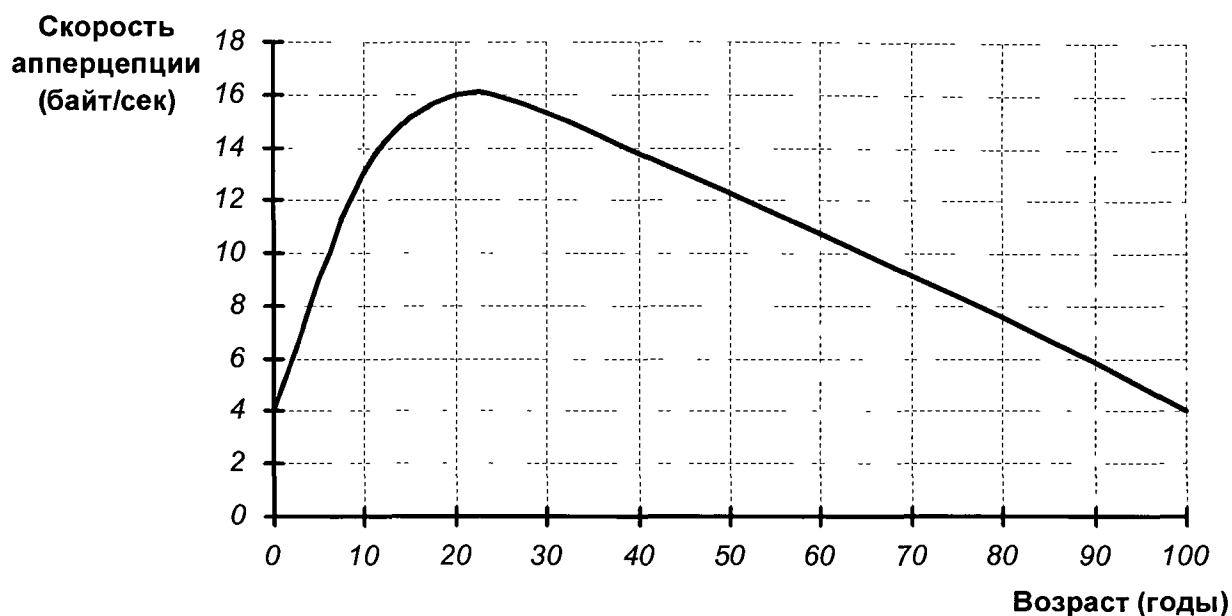


Рис. 2.3. Скорость апперцепции в зависимости от возраста

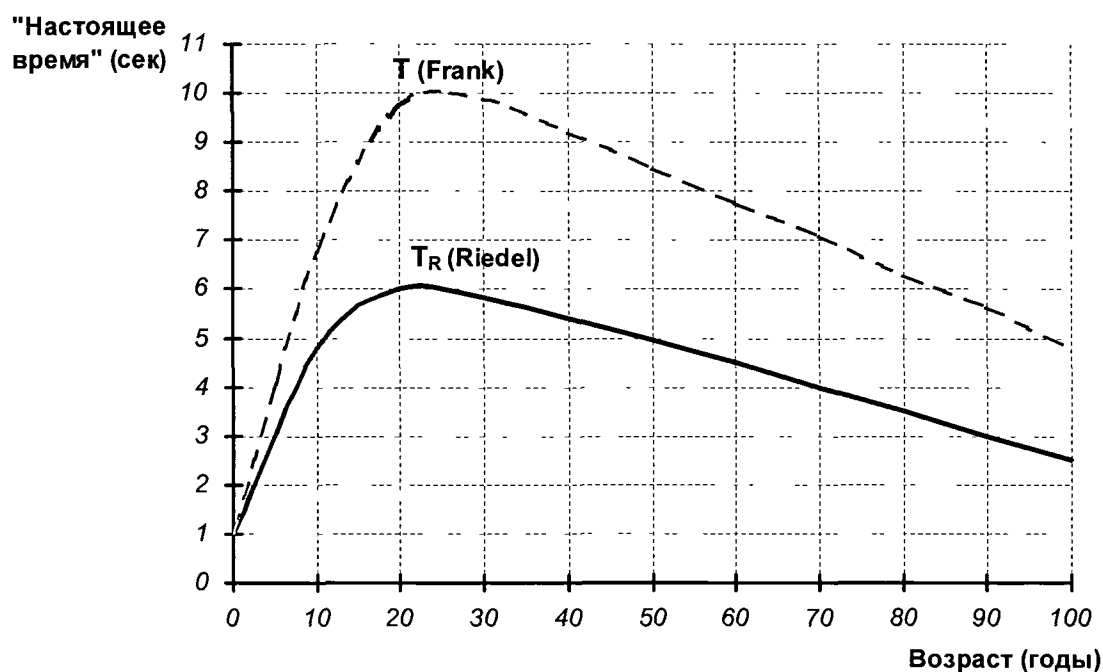


Рис. 2.4. Зависимость «настоящего времени» от возраста людей

На пребывании в «настоящем времени» основано, например, следующее явление – уже прозвучавшие удары колокола можно сосчитать. Структурные

единицы музыкального (мотив, фраза) или стихотворного (строфа) произведения могут быть восприняты только потому, что они могут находиться как единые целые в «настоящем времени». «Способность замечать» также существует благодаря «настоящему времени», она, в частности, играет важную роль в арифметике при устном счете.

Frank считает максимальную продолжительность настоящего времени $T = 10$ с. Riedel в среднем оценивает его продолжительность $T_R = 6$ с. Они же установили зависимость продолжительности «настоящего времени» от возраста людей (Рис.2.4.).

2.2. Модели оценки сложности учебной информации

До сих пор в педагогической практике оценка объема и сложности учебной информации остается субъективной, что тормозит решение задач, связанных с оптимизацией учебного процесса и является одной из основных причин возникновения перегрузки или недогрузки обучаемых учебной информацией. Отсюда необходимость построения такой математической модели учебной информации, с помощью которой можно было бы получить числовые характеристики, отражающие объем учебной информации и его сложность.

Авторы определяют «стаб» как единицу смысловой информации. Мету сложности различных текстов так же предлагается определять через τ_i — время, необходимое для усвоения обучаемыми единицы смысловой информации i -го вида текста. В той же работе предлагается принять «в качестве смысловой единицы информации предложение или часть предложения, если в такой части имеется законченный смысл, формулу или равенство. Если же имеем выражение, содержащее в себе несколько знаков равенства, то каждое из них в отдельности рассматриваем как определенную смысловую единицу».

В работе [73] понятие смысловой единицы не совсем четкое. Действительно, по определению, «предложение есть слово или группа слов, выражающие законченную мысль». Отсюда следует, что часть предложения не может иметь законченного смысла. В тоже время, если подставить (в определение смысловой единицы) вместо «предложение» его лингвистическое

определение, получаем некорректность вида: «Слово или группа слов, выражающие законченную мысль, или часть группы слов, если в такой, части имеется законченный смысл».

Совершенно очевидно, что указанное определение смысловой единицы информации не может быть использовано ввиду его некорректности.

Говоря о величине стаба, следует отметить ее случайный характер. Несмотря на название «стаб», которое образовано от понятия «стабильный», стаб есть величина случайная, прежде всего, потому, что является субъективной характеристикой индивидуального обучаемого, полученной в конкретных (фиксированных) условиях. Его величина будет меняться не только от обучаемого к обучаемому, но и для одного и того же обучаемого в разные интервалы времени. Это очевидно. Поэтому в качестве меры учебной информации вводится случайная величина.

Следует отметить, что понятие сложности учебной информации в педагогической литературе употребляется для оценки объективной сложности данной информации вне связи с потребителем. Термин «трудность» информации употребляется для оценки усвоения данной информации потребителем, поэтому трудность материала — величина субъективная, которая зависит от запаса знаний, от природных данных и способностей учащегося.

При расчете объема информации, содержащейся в одном модуле, учебный материал представляется в виде графа. Представление смысловой структуры учебной информации с помощью графа дает возможность наиболее полно, компактно и наглядно отразить все элементы знаний в данном объеме материала. При графовом моделировании структуры учебного материала вершины графа и соответствующие им связи располагаются иерархическим образом, по ступеням, которые изображаются на моделях параллельными линиями. Учебно-информационные элементы темы представляются в виде вершин неориентированного графа, а логические связи между ними — ребрами графа (рис.2.5.).

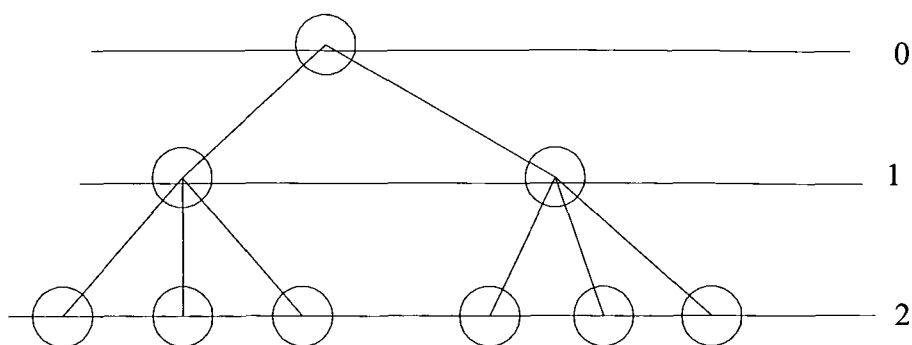


Рис. 2.5. Информационный граф

При расчетах количественных характеристик В.П.Мизинцев учитывает такие параметры, как количество используемых при решении задач информационно-смысловых элементов темы, энтропийную характеристику, степень абстрагирования и коэффициент неполноты графа. Объем информации рассчитывается как:

$$V^{(j)}=J_1J_2(V) \quad (2.1)$$

где J_1 - количество смысловых единиц темы, или количество элементов графа в графовой модели; J_2 - энтропийная характеристика, определяющая степень упорядоченности элементов.

В соответствии с работой [93], для того чтобы численно определить величину информации J_2 , которую следует переработать учащемуся в процессе формирования понятия, необходимо изменить энтропию данной совокупности элементов от максимума до нуля. Для этого множество смысловых элементов, находящихся в неупорядоченном состоянии, следует привести к виду упорядоченной структуры графа. Объем информации J_2 предлагается вычислять на основании соотношения:

$$J_2=J_1 \log_2(J_1+1), \quad (2.2)$$

где $\log_2(J_1+1)$ показывает, какую величину информации необходимо переработать с целью упорядочения одной семантической единицы в общей модели доказательства теоремы; $\varphi(V)$ – степень абстрагирования для полного графа определяется по формуле:

$$\varphi(V) = \log_{2cp}[(k_{cp}-1)J_1+1]. \quad (2.3)$$

Для неполного графа при определении $\varphi(V)$ учитывается коэффициент H :

$$H = \frac{\log_2 n}{\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i}, \quad (2.4)$$

где n – число конечных элементов в графовой модели; P_i – вероятность появления конечных элементов графа; k_{cp} – средняя связность графа, определяемая по формуле; $k_{cp} = X \setminus Y$, (X — число ребер; Y — число пучков). Расчет $P_1(X_1)$ выполняется с помощью соотношения:

$$P_1(X_1) = P_0 \left[\varphi(X_1)^{-1} \left[\sum_{i=1}^n \varphi(X_i)^{-1} \right]^{-1} \right]. \quad (2.5)$$

Вероятность исходного семантического элемента принимается равной единице. Количество искомым вероятностей равно числу конечных элементов модели. $\varphi(X_i)$ – абсолютная степень абстрагирования элемента X_i , ее находят методом подсчета числа $V^{(j)}$:

$$V^{(j)} = \frac{\log_2 n [3,322 \cdot J_1 \log_2 (J_1 + 1)]^2}{-\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i} \quad (2.6)$$

где 3,322 – модуль перехода от двоичных логарифмов к десятичным.

Проводились эксперименты, в результате которых получены три исходные характеристики: время t , затраченное на доказательство теоремы; объем содержащейся в доказательстве теоремы учебной информации, и средний балл усвоения изложенного материала, полученный в результате анализа письменных контрольных работ обучаемых. Основные данные, полученные в результате эксперимента, приведены в таблице 2.1.

На основе полученных в процессе эксперимента данных может быть найдена зависимость между объемом учебной информации и временем его реализации в виде уравнения регрессии, что даст возможность определить среднюю скорость изложения учебной информации, ее оптимальное значение.

Кроме того, одной из задач эксперимента было выявление наличия линейной зависимости между объемом усвоенной информации и средним баллом усвоения, полученным в результате анализа письменных работ учащихся. В качестве шкалы оценок выбрана традиционная шкала.

Таблица 2.1.

Результаты определения объема информации и скорости ее сообщения на лекции. (Эксперимент проведен в различных учебных группах разными преподавателями)

Кол-во обучаемых в группе	Затраченное время, мин	Объем информации. Хартли	Средний балл	Скорость сообщения
25	23	9571	4,10	416
27	20	9080	3,95	454
24	25	10326	3,75	413
25	21	9098	4,00	433
26	19	7638	3,60	402

К достоинствам данной модели, прежде всего, следует отнести то, что один и тот же материал будет оценен разными лицами, знакомыми с методикой, одинаково. Разночтения здесь практически исключаются.

К недостаткам относится: слабое логическое обоснование конструкции модели; возможность такой ситуации, когда увеличение иерархии при прочих равных условиях приводит не к увеличению, а к уменьшению объема информации, хотя интуитивно ясно, что при равных числах семантических единиц (вершин графа) и ребер графа введение дополнительной иерархической ступени должно приводить к увеличению объема информации. Отрицание авторами методики того факта, что она учитывает и сложность материала, по нашему мнению, следует считать недоразумением.

2.3. Классификация забывания процессов по виду тренда

Пусть $G(t) = M\xi(t|S_0)$ - тренд условно нестационарного процесса, где S_0 - начальные условия моделирования. Предполагается, что функция $G(t)$ непрерывна на всем интервале моделирования. Процесс называется

безинерционным, если $\forall t > 0 \ G(t) = 0$. Это условие выполняется лишь в случае, когда выборочные значения независимы, и их математическое ожидание - несмещенная оценка функционала.

Процесс называется *инерционным*, если:

$$\exists t^* > 0: G(t^*) \neq 0 \text{ и } \lim_{t \rightarrow \infty} G(t) = 0. \quad (2.7)$$

Условие существования предела выполняется в силу существования стационарного распределения исследуемого процесса. Достаточно типичны для выходных процессов имитации монотонные тренды. Свойства монотонности дают возможность исследовать качественные характеристики процессов. Используем отношение стохастического порядка между случайными величинами ξ_1 и ξ_2 , которое определяется соотношением:

$$\xi_1 < \xi_2 \Leftrightarrow \Phi_1 < \Phi_2, \quad \Phi_1 < \Phi_2 \Leftrightarrow \forall x, \quad \Phi_1(x) \geq \Phi_2(x), \quad (2.8)$$

где “<” - отношение стохастического порядка;

Φ_1, Φ_2 - функции распределения случайных величин ξ_1 и ξ_2 .

Случайный процесс $\xi(t)$ называется *монотонно возрастающим по t относительно “<”* при начальных условиях S_0 , если

$$\forall t_1, t_2 \quad t_1 \leq t_2 \Rightarrow \xi(t_1 | S_0) < \xi(t_2 | S_0). \quad (2.9)$$

Это свойство также называется свойством *внутренней монотонности* процесса.

Процесс называется *монотонным*, если $t_1 > t_2 \Rightarrow G(t_1) > G(t_2)$.

Процесс называется *монотонным инерционным*, если существует интервал $(0, t^*)$, на котором $G(t)$ сохраняет значение $G(0)$, а на интервале (t^*, ∞) определен монотонный процесс. Случайный процесс называется *монотонным процессом с запаздыванием*, если:

$$\exists t^* > 0: \forall t \in (0, t^*) \ G''(t) > 0 \wedge \forall t > t^* \ G''(t) < 0. \quad (2.10)$$

Так, например, переходный процесс восприятия материала является монотонным процессом.

Для немарковских процессов функция $r(t)$ имеет более сложный вид. Поэтому для ее приближения необходимо использовать полные системы функций [43]. Применение в этом случае разложения Фурье неудовлетворительно из-за большого числа ненулевых членов, т.к. в силу предположения монотонности $r(t)$ является аperiodической функцией. Поэтому в работе предлагается использовать функции Лагерра, которые также представляют ортонормированный базис в пространстве функций с интегрируемым квадратом на $(0, \infty)$ $L_n(x) = L_n^*(x) \cdot e^{-x}$, где $L_n^*(x)$ - полином n -ой степени.

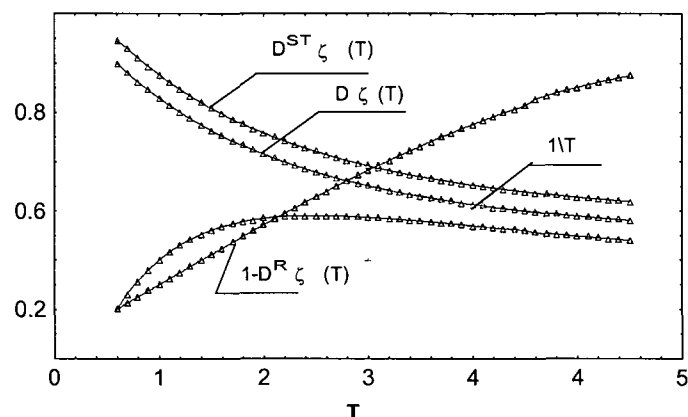


Рис. Рис.2.6. Дисперсия среднеинтегральной оценки.

Эта система функций удобна для представления экспоненциальной функции, функции Эрланга и других. Так, например, функция с запаздыванием может быть представлена суммой двух членов

$$r_1(t) = 2L_0(t) - L_1(t) = (1+t) \cdot e^{-t}, \text{ где } L_0^* \equiv 1; L_1^* \equiv 1-t - \text{ первые многочлены Лагерра.}$$

Более длительную задержку можно получить увеличением степени полинома. Для выполнения свойства монотонности необходимо, чтобы производная функции на всей допустимой области была отрицательной. Операции интегрирования и дифференцирования не выводят элементы из этой системы. Поэтому монотонно убывающую функцию можно получить интегрированием отрицательной на всей области функции. Этому условию удовлетворяют функции, обращенные к распределениям Эрланга

$$E_r(x) = \frac{r\mu(r\mu x)^{r-1} e^{-r\mu x}}{(r-1)!}$$

Так как эта функция представляет плотность распределения, то интеграл от нее на всей области равен 1. Поэтому для автокорреляционной функции справедливо представление

$$r(t) = 1 - \int_0^t E_r(x) dx$$

При вычислении этого интеграла применяем формулу интегрирования по частям, что дает

$$\int x^n \cdot e^{\alpha x} dx = e^{\alpha x} \cdot \sum_{k=0}^n \frac{(-1)^k x^{n-k} n!}{\alpha^{k+1} (n-k)!}$$

В результате делая замену переменных получаем

$$r(t) = e^{-t} \cdot \sum_{k=0}^m \frac{t^k}{k!} \quad (2.11)$$

На рис. 2.7. представлены графики этого семейства функций для различных порядков полиномов.

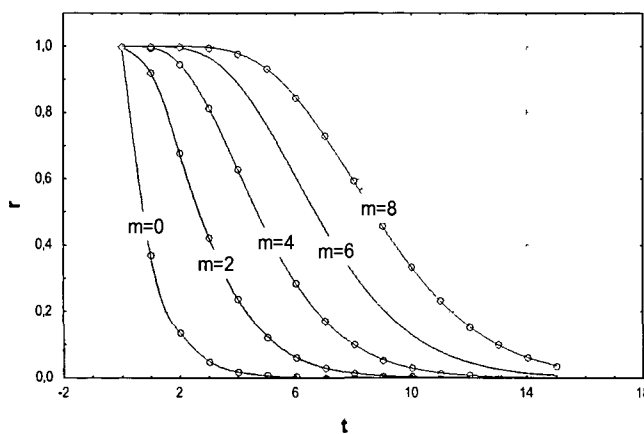


Рис.2.7. Представление автокорреляции функции Лагерра

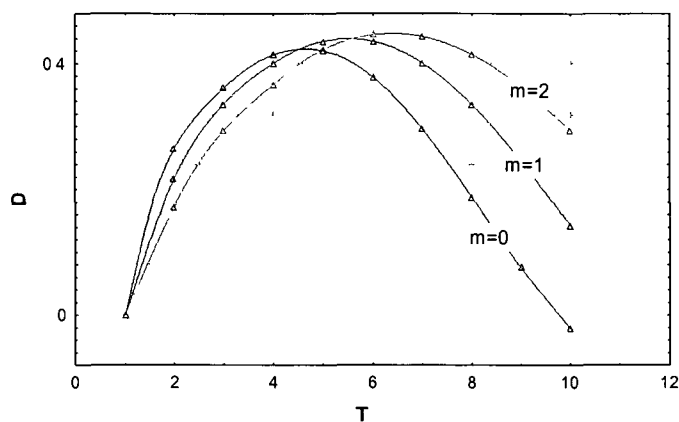


Рис. 2.8. Дисперсия среднеинтегральной оценки процесса с автокорреляцией, представленной функциями Лагерра

На основании чего для математического ожидания получим

$$M\zeta(T) = Y \cdot \left(1 - \left(\sum_{k=0}^m \frac{m-k}{k!} T^k e^{-T} - m\right) / T_m\right)$$

Проводя аналогичные преобразования, дисперсия вычисляется как

$$D^R \zeta(T) = \left[\sum_{k=0}^m \frac{m-k}{k!} T^{k-1} e^{-T} - \frac{m}{T} \right]^2$$

$$D^{ST} \zeta(T) = 2 \cdot \left[\sum_{k=0}^m \sum_{i=0}^k \frac{m-k}{(k-i)!} T^{i-2} e^{-T} - \frac{1}{T^2} \sum_{k=0}^m \sum_{i=0}^k \frac{m-k}{(k-i)!} - \frac{m}{T} \right]$$

На рис. 2.8. представлены графики дисперсий оценок процессов с автокорреляцией, определяемой по (2.11) для различных порядков полиномов Лагерра. Видно, чем больше задержка у автокорреляции, тем больше задержка и у дисперсии, т.е. на коротких отрезках оценивания она принимает меньшие значения.

2.4. Постановка задачи построения функции забывания термов

Пусть ΔTS_i - продолжительность i -го цикла обучения. С каждым выходным термом W_w^O связана некоторая функция и аппроксимации функций авторегрессии Пусть $TW_{w,0}$ - момент определения выходного терма в некотором модуле M_m . Этот момент времени связан с окончанием изучения модуля M_{m0} , что определяется на основании обработки результатов тестового

контроля. Пусть $[TbW_{w,i}, TeW_{w,i}]$ - интервалы времени воспроизведения этого термина в других модулях, где $TbW_{w,i}$ - начало изучения модуля M_{mi} , а $TeW_{w,i}$ - конец изучения модуля M_{mi}

Эти моменты времени вычисляются на основе сетевой модели учебного плана. Пусть указанные модули включены в дисциплины D_{d0} и $D_{d,i}$, тогда:

$$TbW_{w,i} = \sum_{k=1}^{s-1} \Delta T_k + \frac{\sum_{k=1}^{m-1} HM_k}{HD_k} \cdot \Delta TS_k, TeW_{w,i} = TbW_{w,i} + \frac{HM_k}{HD_k} \cdot \Delta TS_k \quad (2.12)$$

В результате с каждым выходным термом связана таблица его воспроизведений по связанным с ним входным термам.

Таблица 2.2.

Интервалы воспроизведений термов

	<i>Забываемость</i>	<i>Время определения</i>	
<выходной терм>	ZW_w	$TbW_{w,0}$	
<i>Синонимы выходного термина</i>	<i>Усиление</i>	<i>Начало</i>	<i>Конец</i>
<входной терм 1>	$UW_{w,1}$	$TbW_{w,1}$	$TeW_{w,1}$
<входной терм К>	$UW_{w,K}$	$TbW_{w,K}$	$TeW_{w,K}$

Построение функции забываемости основано на подъеме значений понимания термина в моменты окончания чтения модулей использующих заданный терм.

Пусть до момента $TW_{w,0}$ терм не определен и его функция забываемости равна 0, с момента определения $TW_{w,0}$ функция принимает некоторое значение, определяемое содержанием модуля по экспертным оценкам. Затем в соответствии с заданным коэффициентом забываемости ZW_w функция падает по выбранной в модели параметрической функции авторегрессии. В моменты $TeW_{w,i}$ на основании связанного с термом коэффициента усиления $UW_{w,i}$ функция делает скачок вверх, после чего падает до следующего момента $UW_{w,i+1}$

Одной из реализаций функций забывания может быть:

$$\begin{aligned} t=0 &\Rightarrow f=100 \\ t=ZW &\Rightarrow f=50 \end{aligned} \quad f = \exp(-ct) \quad \exp(-c \cdot ZW) = 50 \Rightarrow c = -\frac{\ln 50}{ZW} \quad (2.13)$$

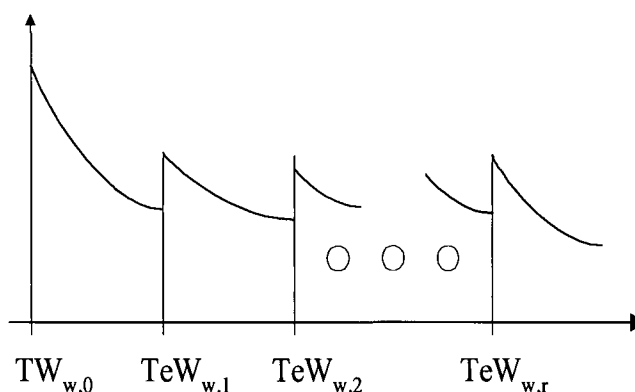


Рис. 2.9. Построение функции научения

В качестве начального значения функции принято значение 100 (процент понимания). Для определения параметра экспоненты воспользуемся соотношением двойного уменьшения функции, что некоторым соотносится с параметризацией функций через период полураспада в ядерной физике. Коэффициент усиления - это отношение расстояния от текущего значения до 100:

$$\frac{100 - f_i}{100 - f_i^*} = UW_{w,i} \Rightarrow f_i^* = 100 - \frac{100 - f_i}{UW_{w,i}} \quad (2.14)$$

Для согласования термов в рамках одного семестра по пересекающимся по времени модулям учитывается плавный подъем на интервале чтения модуля. Этот факт определяет необходимость введения операции сложения усиления на пересекающихся интервалах.

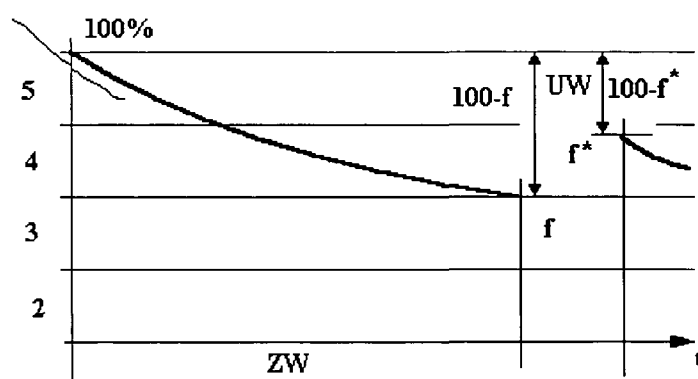


Рис. 2.10. Функция забывания на интервале модуля

$$U_i = \int_0^{t_i} f(t) dt \quad t_i < t < t_{i+1} \quad f(t) = (f(t_0) - L) \exp\left(-\frac{\alpha_0}{U_i} t\right) + L \quad (2.15)$$

где U_0 - начальный запас уровня знаний, L_0 - начальная активность. α_0 - коэффициент забываемости.

Сложение активностей должно подчиняться следующим правилам: пусть a, b, c - значения активностей, тогда $a=0 \Rightarrow f=\exp[-(z-t)]$, $a>0 \Rightarrow f$ -монотонно возрастающая и $c=a \oplus b \Rightarrow f(a)+f(b) > f(c)$.

Возможна аналогия сложения активностей со сложениями случайных величин, при этом дисперсия может интерпретирована как некоторая неопределенность в модели оценки уровня знаний.

$$\begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} \sim N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \rho\sigma_1\sigma_2 \\ \rho\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \right] \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{pmatrix} \Rightarrow D\eta = \sigma_1^2 + 2\rho\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2 \quad (2.16)$$

Для независимых случайных величин дисперсия суммы равна сумме дисперсий. В контексте формализации знаний это соответствует тому, что информационно независимые разделы просто суммируются.

Для зависимых случайных величин при вычислении суммы вступает в силу корреляция. Для модели знаний это определяет связь разделов. Повторение (положительная корреляция) увеличивает глубину знаний, однако уменьшает широту (размах).

При задании числовых значений коэффициентов усиления и забываемости у экспертов могут возникнуть определенные трудности в связи с размытым представлением об указанных коэффициентах. Поэтому целесообразно введение лингвистических значений коэффициентов на базе использования теории размытых множеств. При этом в качестве значений оценок коэффициентов будут выступать понятия «сильный», «слабый», «умеренный» и другие. Это позволит более адекватно построить форму опроса преподавателей по связности термов и значений забываемости. Однако данная тематика не входила в планы диссертационной работы.

2. 5. Рекуррентная схема генерации кусочно-функциональной зависимости процесса научения-забывания

Используя механизмы терм-связности модулей, в работе предложена рекуррентная схема генерации кусочно-функциональной зависимости процесса научения-забывания. Пусть точка t_f – точка изменения состояния процесса, т.е. переход от наличия модуля на данном интервале, где использовался терм W , к отсутствию такового, либо, наоборот, от отсутствия к наличию. Тогда рекуррентная схема построения функции забывания имеет вид:

$$R(t|cz, mz) = R(t_f) \cdot L(t - t_f|cz, mz). \quad (17)$$

В то время, как функция научения на заданном интервале до следующего изменения состояния будет определяться:

$$R(t|cu, mu) = R(t_f) + [1 - R(t_f)] \cdot [1 - L(t - t_f|cu, mu)], \quad (18)$$

где cu , mu – показатели функции научения, а cz и mz – показатели функции забывания. Сам вычислительный алгоритм рекуррентной схемы в терминологии MathCad имеет вид (наверно буду переделывать представление):

$$Z := \left| \begin{array}{l} R_1 \leftarrow 0 \\ tf \leftarrow 1 \\ \text{for } t \in 2..T \\ \left| \begin{array}{l} tf \leftarrow t - 1 \text{ if } B_t \neq B_{t-1} \\ R_t \leftarrow R_{tf} \cdot e^{-c \cdot (t-tf)} \text{ if } B_t = 0 \\ R_t \leftarrow R_{tf} + (1 - R_{tf}) \cdot [1 - e^{-a \cdot (t-tf)}] \text{ if } B_t = 1 \end{array} \right. \\ R \end{array} \right. \quad (19)$$

В результате, построенная рекуррентная схема (19) позволяет строить кусочно-функциональные зависимости для каждого терма с учетом отсутствия либо наличия его в некоторых учебных модулях на текущий момент времени.

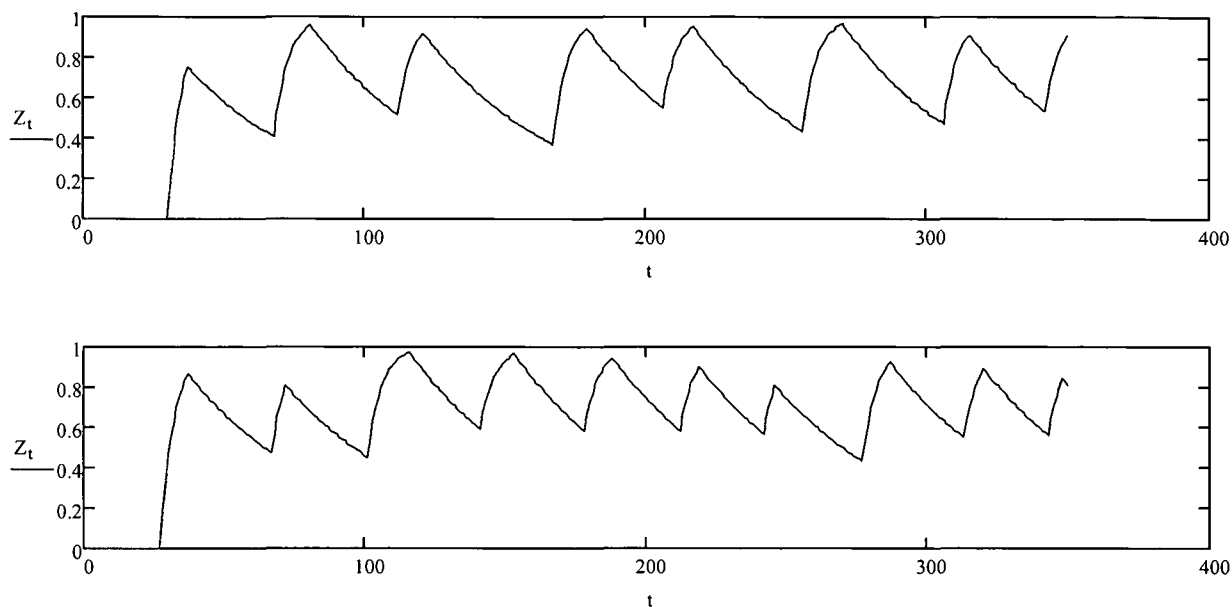


Рис. 11. Выборочные траектории функций забывания

Далее разработан алгоритм генерации случайной последовательности предъявления модулей с последующим вычислением и построением функции забывания отдельных термов учебного плана. При наличии 10-ти модулей количество перестановок равно $3.629 \cdot 10^6$.

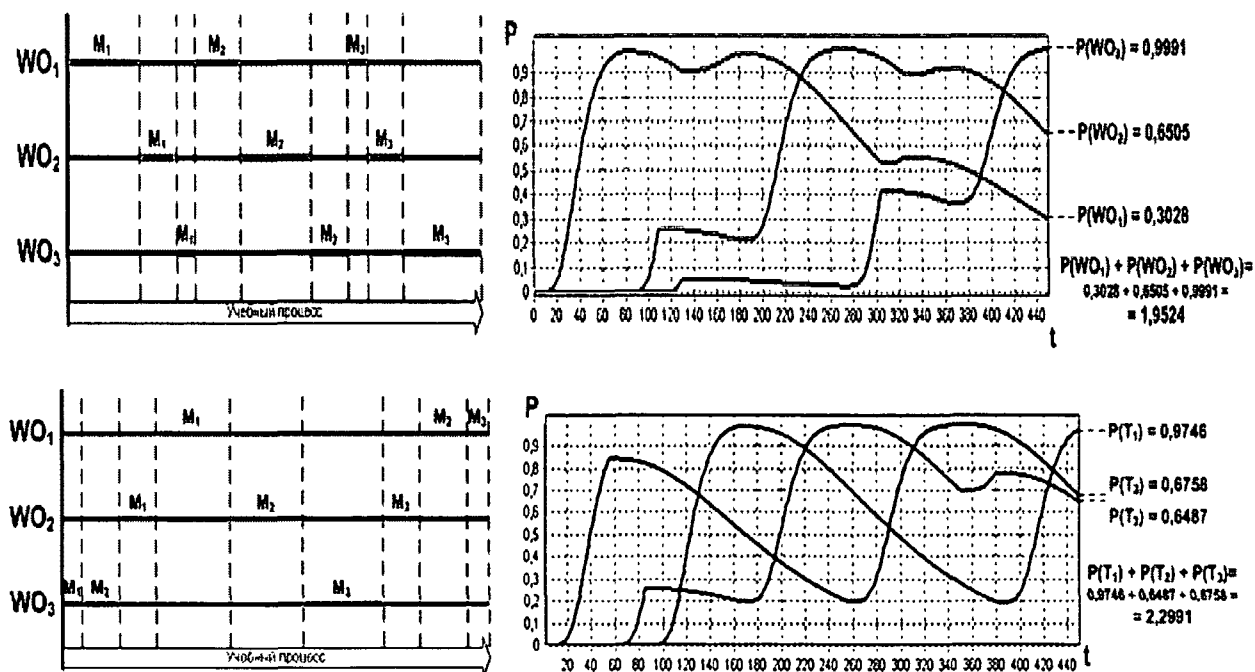


Рис. 12. Выборочные траектории функций забывания при вариации порядком предъявления модулей

Рассмотренные выше модели обучения и тестового контроля имеют самостоятельный характер. Ряд работ [56, 78] посвящен проблеме построения математических моделей, позволяющих объективно сравнить результаты обучаемых, начинающих с разного уровня подготовленности. Введено определение темпа прироста результатов:

$$u = \frac{du(x)}{u(x)dx}, \quad (2.20)$$

где u – уровень знаний, x – время.

Теоретически бесспорно, что для определенного типа учебной, трудовой, воинской и прочих видов деятельности, имеющих вполне измеримый предел достижений, темп прироста тем меньше, чем выше уровень обученности. Уменьшение темпа может носить линейный или скорее, нелинейный характер. Для упрощения задачи примем гипотезу линейности уменьшения темпа прироста результатов достижений по мере роста обученности. Математически это можно выразить в виде дифференциального уравнения:

$$\frac{u'(x)}{u(x)} = A - B \cdot u'(x), \quad (2.21)$$

где A, B – два положительных параметра, подлежащие определению в процессе эксперимента.

Если заданы начальные условия $u(0)=u_0$, где положительную величину u можно трактовать как начальную подготовку обучаемого, то интегрируя уравнение, будем иметь:

$$u(x) = \frac{A \cdot u_0 \cdot e}{A + B \cdot u_0 \cdot (e^{Ax} - 1)}, \quad A > 0, B > 0. \quad (2.22)$$

Откуда вытекает первое следствие:

При достаточно большом количестве проведенных занятий (условимся в этом случае считать $x \rightarrow \infty$), независимо от начальной подготовки i -го обучаемого: $u_0=0$, $u_i(\infty)=A_i/B_i$. Отношение A_i/B_i можно трактовать как прогнозируемый предел достижений данного обучаемого. Естественно принять

дополнительное условие, что начальная подготовленность каждого обучаемого не превышает возможного предела достижений: $u_0 \leq A/B$. Смысл положительного параметра A : положив $u \rightarrow 0$, $A = \lim_{u \rightarrow 0} \frac{u'(x)}{u(x)}$. Откуда видно, что

параметр A – это темп научения при нулевом уровне подготовленности.

Для определения индивидуальных параметров кривой учения – u_0 , A и B введено общепринятое условие минимума среднеквадратического отклонения теоретических данных от экспериментальных. В результате получается выражение:

$$Q(u_0, A, B) = \sqrt{\sum_{k=1}^N (u_{ik} - E_{ik})^2}, \quad (2.23)$$

где: $\{E_{ik}\}$ – совокупность экспериментально найденных объемов научения i -го учащегося, соответствующих периодам $1, 2, \dots, N$. Для поиска минимума функции $Q(u_0, A, B)$ используются алгоритмы поисковой оптимизации.

Предложенная дифференциальная модель использовалась для проверки гипотезы пригодности модели, для прогнозирования конечных результатов и для проверки создания нового метода сравнения результатов обучения. Если на основании экспериментальных кривых обучения для совокупности учащихся идентифицированы соответствующие каждому из них пары $(A_1, B_1), (A_2, B_2), \dots, (A_R, B_R)$, где R – количество учащихся в группе и начальной подготовленности каждого соответственно была $u_{10}, u_{20}, \dots, u_{R0}$, то трудность в оценке индивидуальных достижений каждого учащегося вызвана их различной начальной подготовленностью. При одинаковой начальной обученности $u_1(0) = u_2(0) = \dots = u_R(0) = u_0$ знание параметров дает возможность предсказать объем научения у каждого обучающегося в заданный период N . Для обучаемого i этот объем может быть рассчитан по формуле:

$$u_i(N) = \frac{u_0 \cdot A_i \cdot e^{A_i N}}{(e^{A_i N} - 1) \cdot B_i \cdot u_0 + A_i}, \quad (2.24)$$

где i – номер испытуемого; u_0 – условная начальная точка начальной подготовленности; N – число занятий.

В диссертации решаются задачи оптимизации на имитационной модели восприятия информации и забывания термов. Известно, что генерация таких процессов с помощью имитационных моделей достаточно трудоемка и требует больших вычислительных ресурсов. В этом параграфе предлагается использовать в качестве выходных процессов имитации случайные процессы, сгенерированные моделями авторегрессии, которые в дальнейшем будем называть *процессами авторегрессии*.

О последовательности случайных величин ξ_1, ξ_2, \dots говорят, что она удовлетворяет стохастическому разностному уравнению (процессу авторегрессии), если существует такая линейная комбинация:

$$\xi_t + \beta_1 \cdot \xi_{t-1} + \dots + \beta_p \cdot \xi_{t-p} = \varepsilon_t \quad t=1+p, \dots, \quad (2.25)$$

что последовательность $\varepsilon_{p+1}, \varepsilon_{p+2}, \dots$ является последовательностью независимых и одинаково распределенных случайных величин (далее будем полагать $M\varepsilon_t=0$).

Наиболее простым случаем является уравнение первого порядка:

$$\xi_t = -\beta_1 \cdot \xi_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (2.26)$$

Автокорреляционная функция такого процесса равна:

$$r(t) = \sigma^2 \frac{(-\beta_1)^t}{1 - \beta_1^2}. \quad (2.27)$$

Учитывая результаты, полученные в предыдущем разделе главы, процесс авторегрессии 1-го порядка не отражает всех особенностей поведения выходных имитационных процессов, в частности, не позволяет реализовать «затянутость» АКФ. В связи с этим выполним анализ процесса авторегрессии второго порядка:

$$\xi_t = -\beta_1 \cdot \xi_{t-1} - \beta_2 \cdot \xi_{t-2} + \varepsilon_t. \quad (2.28)$$

Для вычисления автокорреляционной функции необходимо определить параметрическую систему уравнений относительно неизвестных параметров функции. Для процессов авторегрессии второго порядка эта система разрешима аналитически. В случае действительных и различных корней характеристического уравнения автоковариационная функция имеет вид:

$$r(t) = \frac{\sigma^2}{(x_1 - x_2)(1 - x_1 x_2)} \left(\frac{x_1^{t+1}}{1 - x_1^2} - \frac{x_2^{t+1}}{1 - x_2^2} \right), \quad (2.29)$$

где $0 < x_1 < 1$ и $0 < x_2 < 1$.

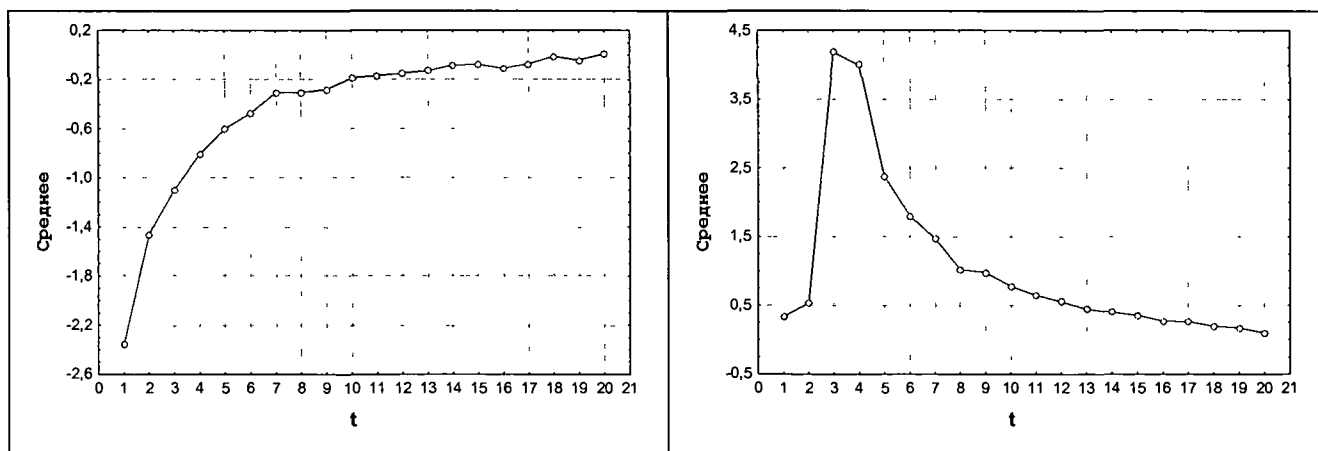
Эта зависимость путем замены переменных $x_1 = e^{-c_1}$ и $x_2 = e^{-c_2}$ приводится к следующей:

$$\begin{aligned} r(t) &= \frac{\sigma^2}{(x_1 - x_2)(1 - x_1 x_2)} \left(\frac{x_1 x_1^t}{1 - x_1^2} - \frac{x_2 x_2^t}{1 - x_2^2} \right) = \\ &= \sigma^2 \frac{x_1(1 - x_2^2)e^{-c_1 t} - x_2(1 - x_1^2)e^{-c_2 t}}{(x_1 - x_2)(1 - x_1 x_2)(1 - x_1^2)(1 - x_2^2)} \end{aligned} \quad (2.30)$$

Учитывая условие нормирования, после преобразований получим:

$$\begin{aligned} x_1 &= e^{-c_1} & x_2 &= e^{-c_2} \\ \alpha_1 &= \frac{e^{-c_1}(1 - e^{-2c_2})}{e^{-c_1}(1 - e^{-2c_2}) - e^{-c_2}(1 - e^{-2c_1})}, & \alpha_2 &= \frac{e^{-c_2}(1 - e^{-2c_1})}{e^{-c_2}(1 - e^{-2c_1}) - e^{-c_1}(1 - e^{-2c_2})} \end{aligned} \quad (2.31)$$

Автоковариационная функция процессов авторегрессии принадлежит тому же классу, что и автоковариационная функция выходных процессов имитации.



| А)

| Б)

Рис. 2.13. Влияние начальных условий на тренд процесса авторегрессии

Рассмотрим характер тренда процесса авторегрессии, начиная с нулевого момента времени. Изменение начальных условий моделирования, приводящих к видоизменению начального участка тренда в процессах авторегрессии, будем имитировать путем задания различных начальных условий. На рис.2.13.а приведен график тренда по 400-м реализациям для условий $\xi_{-1}=-6$; $\xi_0=-5$; $\beta_1=0.4$; $\beta_2=0.4$. На рис.2.13.б – для значений $\xi_{-1}=-6$; $\xi_0=0$; $\beta_1=0.5$; $\beta_2=0.2$.

Как показывает анализ, характер поведения трендов процессов авторегрессии близок к выходным имитационным процессам.

Таким образом, можно сделать следующий вывод: характер автоковариационных функций и тренда типовых выходных процессов имитации уровня знаний обучаемого и соответствующие характеристики процессов авторегрессии близки друг к другу. Это позволяет при исследовании поисковых алгоритмов генерировать временные ряды с помощью моделей авторегрессии, заменяя ими громоздкие имитационные модели.

2.6. Алгоритм оптимизации образовательной траектории на основе моделей теории расписаний

Пусть в заданном интервале времени $\Delta=[0,T]$, определяющем период переподготовки необходимо изучить N модулей. Пусть модуль представляет тройку (τ_j, r_j, f_j) , где τ_j - длительность изучения, $r_j \geq 0$ – учебная нагрузка, $f_j = f_j(t)$, $t \in [0, T]$ – ожидаемый эффект повышения активности понимания термов, как функция времени t . Предполагается, что изучение модуля идет непрерывно, однако возможно и параллель с другими.

В интервале Δ выделяем моменты времени $0 \leq T_1 \leq T_2 \leq \dots \leq T_m = T$, определяющие соответственно интервалы:

$$\Delta_1 = [T_0, T_1], \dots, \Delta_i = [T_{i-1}, T_i], \dots, \Delta_m = [T_{m-1}, T_m] \quad (2.32)$$

Пусть t_j - время завершения j -го модуля и соответственно $(t_j - \tau_j)$ - время его начала. Тогда варьируя временами начала при условии непрерывности каждого модуля будем иметь $S = \{t_j(S)\}$ - непосредственно структуру учебного плана. Введем функционал:

$$g_i(S) = \sum_{j=1}^N g_{ij}(t_j(S)) \quad (2.33)$$

где $g_{ij}(t_j(S)) = \tau_j |\Delta_i \cap [t_j(S) - \tau_j, t_j(S)]|$ - объем нагрузки на интервале Δ_i в процессе изучения j -го модуля.

Допустимые общие объемы нагрузок на каждом интервале Δ_i определяются заданными уровнями g_i^0 , $i = 1..m$. Задача заключается в поиске $S = \{t_j(S)\}$, доставляющая максимальный эффект при ограничениях на величину нагрузки на каждом интервале, что формально записывается:

$$G_0(x) = \sum_{j=1}^N g_{0j}(x_j) \rightarrow \max \quad (2.34)$$

при ограничениях:

$$G_i(x) = \sum_{j=1}^N g_{ij}(x_j) \leq g_i^0, \quad i = 1..m \quad (2.35)$$

где $g_{0j}(x_j) = f_0(t_j)$

Обычные в теории расписаний ограничения на сроки начала $(t_j - \tau_j) \geq T$ и сроки завершения $t_j \leq T$ легко уточняются посредством введения дополнительных функций $f_j(t_j)$. Последовательное приближение плана строится начиная с некоторого начального. Пусть X - базовое множество.

$P(X)$ - множество конечных последовательностей вида:

$$p = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_{kp}) \quad x_i \in X, \quad 1 \leq i \leq kp. \quad (2.36)$$

В X выделено некоторое подмножество допустимых последовательностей $W(X) \subseteq P(X)$. В $W(X)$ выделено подмножество полных допустимых последовательностей $W^\Pi(X) \subseteq W(X)$.

$p^\Gamma = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_l)$ - начальный отрезок последовательности;

$p^Q = (x_{i_1}, \dots, x_{i_2}, \dots, x_{l_3})$ - конечный отрезок последовательности.

При $q=l+1$ одна из них продолжает другую. Такие последовательности в теории расписаний называются сопряженными.

Рассмотрим две произвольные допустимые последовательности p_1 и p_2 и выделим в p_1 l_1 -начальный отрезок p_{1l_1} и сопряженный ему конечный отрезок $p_1^{l_1+1}$, а в p_2 выделим l_2 -начальный отрезок p_{2l_2} и сопряженный ему конечный отрезок $p_2^{l_2+1}$. Функционал Φ , определенный на множестве $W(X)$ будет монотонно-рекурсивным, так как он обладает свойством

$$p_{1l_1} \in W(X), \quad p_{2l_2} \in W(X), \quad p_1^{l_1+1} \equiv p_2^{l_2+1}, \quad \Phi(p_{1l_1}) < \Phi(p_{2l_2}) \Rightarrow \Phi(p_1) < \Phi(p_2) \quad (2.37)$$

Пусть $\Phi^* = \sup_{p \in W^n} \Phi(p)$. Последовательность p^* будет максимальной, если:

$$\Phi(p^*) = \Phi^* \quad p^* \in W^l. \quad (2.38)$$

Для заданной допустимой последовательности P , p -родовым множеством назовем подмножество $R(p) \subseteq W^l(X)$, состоящее из тех полных допустимых последовательностей, у которых p является начальным отрезком. Множеством продолжений $P(p)$ будет совокупность всех конечных отрезков элементов p -родового множества, сопряженных с p .

Обобщенный принцип оптимальности состоит в утверждении. Пусть заданы монотонно-рекурсивный функционал Φ и две допустимые последовательности p_1 и p_2 , причем

$$\Phi(p_1) < \Phi(p_2) \quad P(p_1) \subseteq P(p_2) \quad (2.39)$$

Тогда элементы множества $R(p_1)$ не могут быть максимальными.

Таким образом, метод определения максимального элемента для монотонно-рекурсивных функционалов сводится к следующему:

1. Рассматривается некоторое ограниченное число допустимых последовательностей таких, что объединение их родовых множеств и тех из рассматриваемых последовательностей, которые являются полными допустимыми, в совокупности дает все множество полных допустимых последовательностей.

2. На основе обобщенного принципа оптимальности исключается часть родовых множеств; из рассматриваемых полных допустимых последовательностей оставляются только те, которые дают наибольшее значение функционалу; исключаются из рассмотрения последовательности, для которых родовое множество пусто.

3. Выбирается некоторая допустимая последовательность из числа рассмотренных, для которой родовое множество не пусто и не исключалось. Рассматривается некоторое ограниченное число допустимых последовательностей, являющихся продолжением выбранной последовательности и таких, что объединение их родовых множеств и тех из них, которые являются полными, в совокупности дают родовое множество выбранной последовательности.

4. Для множества, состоящего из вновь образованных в п.3. допустимых последовательностей и неисключенных и непродолженных ранее допустимых последовательностей, производятся операции, указанные в п.2.

Далее пп.2, 3, 4 циклически повторяются. Если на каком-то этапе процесса решения не останется ни одной допустимой последовательности с непустым или неисключенным родовым множеством, то процесс решения завершен и в качестве решения берется одна из рассмотренных полных допустимых последовательностей с небольшим значением функционала. На каждом этапе процесса решения требуется помнить множество полных последовательностей, остающихся для дальнейшего продолжения.

Решением задачи является последовательность $x = \{x_j : j=1..N\}$. Решение является допустимой, если $\forall i G_i(x) \leq g_i^0$.

$X_n = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$ - начальный отрезок длины n.

X_n - допустимый начальный отрезок, если

$$\forall i = 1..m \quad G_i(X_n) = \sum_{j=1}^n g_{ij}(x_j) \leq g_i^0, \quad (2.40)$$

Пусть задан начальный отрезок X_n . Значения функций $G_i(X_n)$ $i=1..m$ являются параметрами начального отрезка, а $(m+1)$ -мерный вектор с

компонентами $G_i(X_n)$ - параметрами решения задачи корректировки план-графика.

Пусть даны X_n^1 и X_n^2 . X_n^1 мажорирует X_n^2 ($X_n^1 \succ X_n^2$), если выполнены неравенства $G_i(X_n^1) - G_i(X_n^2) \leq 0$, $i=1..m$ (причем хотя бы одно из них - строгое)

В процессе итераций допустимые начальные отрезки упорядочиваются так, что:

$$G_0(X_n^1) \leq G_0(X_n^2) \leq G_1(X_n^3) \leq \dots, n=1..N, \quad (2.41)$$

тогда первый по порядку допустимый начальный отрезок длины N является искомым решением задачи корректировки.

Пусть W_n - множество всех допустимых отрезков длины n . Пусть W_n^0, W_n^1 - подмножества W_n , такие, что

1. $\forall Y_n \in W_n^0 \exists X_n \in W_n^1 \Rightarrow X_n \succ Y_n$
2. $\neg \exists X_n \in W_n^1, Z_n \in W_n^1 \Rightarrow X_n \succ Z_n$
3. $W_n^0 \cup W_n^1 = W_n, W_n^0 \cap W_n^1 = \emptyset$

Процедура выделения в W_n все начальные отрезки, принадлежащие W_n^0 заключается в выполнении:

1. В W_n помечаются все начальные отрезки X_n^s для которых $X_n^1 \succ X_n^s$;
2. Начиная с первого по порядку непомеченного начального отрезка X_n^s , помечаются все непомеченные ранее X_n^{s+l} , для которых $X_n^s \succ X_n^{s+l}$;
3. Пункт 2 повторяется до тех пор, пока для некоторого s все X_n^{s+l} окажутся помеченными или список начальных отрезков будет исчерпан.

Помеченные отрезки принадлежат множеству W_n^0 , непомеченные - W_n^1 .

Элементы X_1 образуют начальный отрезок длины 1. Начальные отрезки X_{n+1}^s длины $(n+1)$ образуются как упорядоченные пары

$$X_{n+1} = (X_n, x_j), \text{ где } x_j = 1..T.$$

В результате, начальные отрезки длины N являются решениями задачи. Сам алгоритм представляет N -шаговый процесс, на каждом шаге которого производится генерация допустимых начальных отрезков и последовательная проверка условия мажорирования для полученных пар.

Выводы по главе 2

1. Проведен анализ и для аппроксимации функции забывания термина предложен класс процессов авторегрессии второго порядка, которые за счет параметризуемости позволяют моделировать широкий набор функциональных зависимостей.

2. Разработана динамическая модель изучения модулей учебного плана в виде сетевой вероятностной модели, которая учитывает неопределенность времен изучения и рассчитывает рекомендуемую учебную нагрузку.

3. Сформирован критерий эффективности учебного плана, как многокритериальная постановка максимизации усвоения всех терминов.

3. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ

В третьей главе диссертации разработаны методы и алгоритмы формирования учебных планов с учетом моделей научения-забывания.

На основании полученных функций научения и забывания каждого термина, в работе вводится критерий эффективности учебного плана:

$$\forall i F_i(T) \rightarrow \max, \quad (3.1)$$

где $F_i(T)$ – значение функции научения i -го термина на момент завершения изучения всех модулей (рис.3.1.).

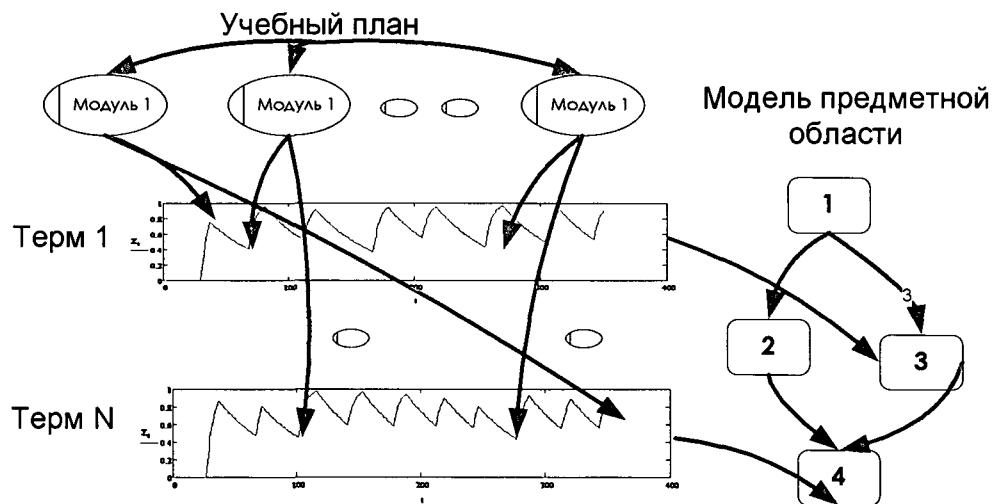


Рис. 3.1. Общая постановка задачи оптимизации учебного плана

Основой формирования интегрального критерия является свертка всех функций по группам классифицирующих признаков принадлежности модуля некоторому направлению аттестации, подготовки или переподготовки. Каждому направлению присваиваются весовые коэффициенты, которые переносятся на все термы направления.

3.1. Постановка задачи выбора последовательности предъявления учебного материала

В общем случае задача многокритериальной оптимизации формулируется следующим образом:

$y_i = f_i(x) \rightarrow \max, i=1..n$ - множество критериев;

$x \in D_j, j=1..m$ - множество ограничений.

Анализ эффективности решения использует отношение Парето:

$$\{\forall x_1, x_2 \in \Omega\} x_1 P x_2 \Leftrightarrow \{\forall i=1..n\} x_{1i} \geq x_{2i} \cap \exists j_0: x_{1j_0} > x_{2j_0}, \quad (3.2)$$

или в общем случае:

$$P(\Omega) = \{y \in \Omega \mid \forall y' \neg (y' P x)\}. \quad (3.3)$$

Множество Парето не дает однозначного решения, а лишь строит эффективную границу, поэтому на практике в основном используются процедуры взвешивания критериев. Чаще всего на их основе производят свертывание (агрегирование критериев) в единый интегральный показатель $W(x)$. Однако и это часто не приводит к требуемому результату. В связи с чем, достаточно эффективным бывает использование различных методов решения многокритериальных задач. К ним стоит отнести метод последовательных уступок, метод идеальной точки и метод выбора по количеству доминирующих вариантов [15].

Таким образом, руководителю предприятия надо решать следующую многокритериальную задачу:

$$Q(X) = (q_1(X), \dots, q_n(X)) \rightarrow \max \quad X \in D \quad (3.4)$$

где: $D: h_j(X) \geq 0 \quad j=1..m$;

X - искомое решение;

$q_i(X)$ ($i=1..k$) - функция (критерий) качества решения X ;

$h_j(X) \geq$ - ограничения, устанавливающие допустимую область D возможных изменений решения X .

При большой мощности множества допустимых решений D (например, в континуальном случае) задачу (3.4) обычно называют задачей векторной или многокритериальной оптимизации [54]. Если же число альтернативных решений в D невелико ($10 \div 20$), то ее называют задачей многоатрибутного принятия решений [33]. В первом случае главное внимание уделяется

алгоритмам поиска наиболее предпочтительных решений, во втором - процедурам сохранения альтернатив.

Рассмотрим случай, когда решение X определяется n параметрами (x_1, \dots, x_n) является вектором и область \mathbf{D} чаще всего имеет континуальную мощность, т.е. рассматривается задача многокритериальной оптимизации.

Решение $X_{i \max} = \mathit{arg \ max} \ q_i(X)$ называется локально-оптимальным (предельным, экстремальным, маргинальным [99]) и определяет наилучшее решение только по i -му критерию без учета остальных.

Решение $X \in \mathbf{D}$ является эффективным (парето-оптимальным, недоминирующим, неподчиненным [119]), если не существует решения $X \in \mathbf{D}$, для которого:

$$q_i(X) \geq q_i(X^*) \quad i=1..k$$

и значение хотя бы одного критерия лучше (больше), нежели у X^* . Совокупность всех возможных эффективных решений X^* образует множество Парето (область компромиссов) \mathbf{P} .

Удовлетворительными решениями X^y являются допустимые решения ($X \in \mathbf{D}$), которые по всем критериям не хуже заданных пороговых значений качества. Они не всегда являются эффективными.

Формальным решением задачи является множество Парето \mathbf{P} . Для выбора наиболее предпочтительного решения X^{**} необходимо получение и обработка дополнительной информации, которой располагает лицо, принимающее решение (ЛПР).

При использовании адаптивного подхода человеко-машинная процедура решения задач векторной оптимизации представляет собой последовательное уточнение наиболее предпочтительного решения X^{**} (по мнению ЛПР) путем перехода от одной альтернативы $X^{**} \in \mathbf{P}$ с учетом информации \mathbf{I}_i , получаемой от ЛПР. Схематически процесс поиска решения X^{**} можно представить в следующем виде:

$$X^*_1, Q^*_1 \xrightarrow{I_1} X^*_2, Q^*_2 \xrightarrow{I_2} \dots \xrightarrow{I_{l-1}} X^*_l, Q^*_l \xrightarrow{I_l} \dots \xrightarrow{I_{N-1}} X^*_N, Q^*_N \quad (3.5)$$

где $X^*_N = X^{**}$, $Q^*_l = Q^*(X^*_l) = (q_1(X^*_l), \dots, q_l(X^*_l))$ $l=1..N$.

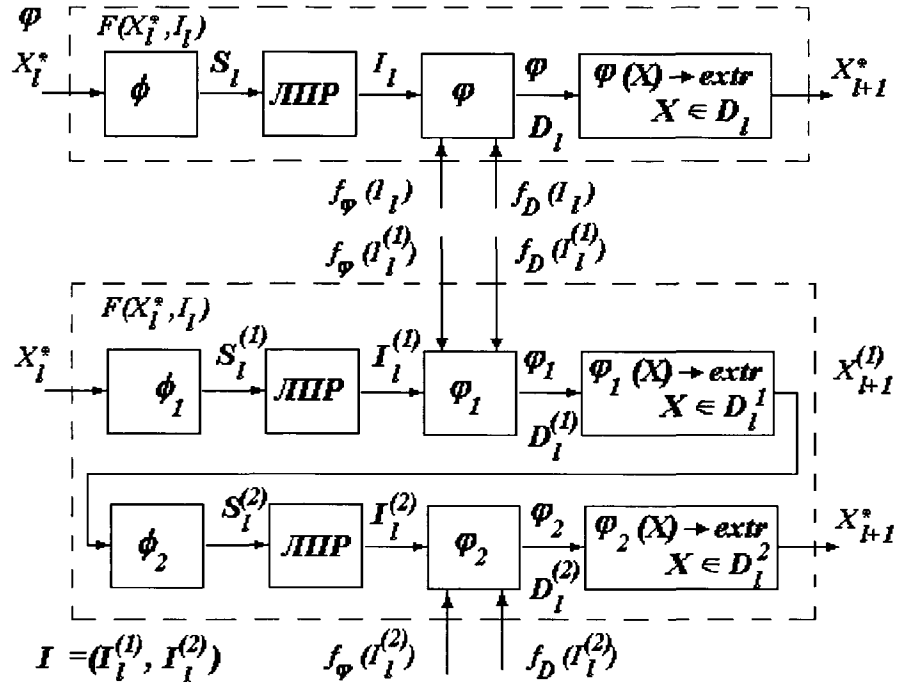


Рис. 3.2. Этапы переходов в одношаговых и двухшаговых процедурах.

В процессе (3.5) происходит параллельно два вида адаптации: ПК к системе предпочтений ЛПР и ЛПР к задаче.

Адаптация первого типа (ПК к ЛПР) связана с учетом информации, получаемой от ЛПР. Этот процесс связан с оптимизацией критерия, вид которого детерминируется информацией, представляемой ЛПР.

Человеко-машинные процедуры многокритериальной оптимизации можно разделить на две группы: одношаговые и многошаговые. В одношаговых процедурах ЛПР необходимую информацию для осуществления перехода $X^*_l \xrightarrow{I_l} X^*_{l+1}$ может представить в одном сеансе диалога, в многошаговых процедурах - в нескольких сеансах (при этом вопросы ПК каждый раз разные).

На рис.3.2. представлены блок схемы этапов осуществления перехода $X^*_{l-1} \rightarrow X^*_{l+1}$ в одношаговых и двухшаговых процедурах многокритериальной оптимизации. Блоки ψ , ψ_1 , ψ_2 подготавливают информацию о рассматриваемом решении в необходимо форме для ЛПР. Например, $S_l = \psi(X^*_l) = \{X^*_l, q(X^*_l): i=1..k\}$, т.е. часто для оценки на рассмотрение ЛПР представляются значения параметров полученного решения и соответствующие значения критериев.

Адаптация ЛПР к задаче происходит в результате многократной реализации процесса преобразования: $Q^*_i \rightarrow Q^*_i, i=1..N$. В процессе итераций ЛПР осмысливает соотношение между своими потребностями и возможностями их удовлетворения объектам оптимизации. Трудность здесь заключается в том, что ЛПР, как правило, априорно не осознает компромисса между своими потребностями - они у него изначально экстремальные, что и выражается в многокритериальности исходной задачи. Более того, если бы компромисс был осознан, т.е. существовал априори, то не было бы многокритериальной задачи. Компромисс, необходимый для решения этой задачи, образуется в результате «проб и ошибок» ЛПР в его попытках улучшить решение на каждом шаге. Осознание компромисса и его формы образуется в процессе диалога и представляет собой адаптацию ЛПР к задаче.

Не прост смысл предпочтительности последующего решения в ряду (3.5). Это не только приближение к цели - компромиссу, но и удаление от этой цели, что несет большую информацию, формирующую дальнейшие шаги ЛПР. Процесс (3.5) имеет явно немарковский характер. Таким образом, процесс адаптации ЛПР имеет ярко выраженный дуальный характер, при котором поведение ЛПР двойственно: одни шаги позволяют приблизить решение X^*_i к желаемому, а другие - получить информацию о поведении объекта.

Таблица 3.1.

1.	Параметрические методы	$X^*_i, q_i(X^*_i) i=1..k$	$\Lambda=(\lambda_1, \dots, \lambda_l)$
2.	STEM	$X^*, q_i(X^*) q_i(X_{i \max}) i \in Z_k$	$\Delta q_i i \in R_y$
3.	Метод удовлетворительных требований	$X^*_i, q_i(X^*_i) i=1..k$	$\varepsilon_i i \in R_y$
4.	Процедура внешнего ветвления	$X^*, q_i(X^*) q_i(X_{j \max}) i, j=1..k$	$\Gamma=(\gamma_1, \dots, \gamma_z)$
5.	SEMOPS	$X^*_i, q_i(X^*_i) q_i(\gamma_z) i=1..k$	γ_z
6.	Адаптивный метод последовательных уступок	$X^*_i, q_i(X^*_i) i=1..k$	$\Delta_i i=1..k-1$
7.	Векторно-релаксационные методы	$X^*_i, q_i(X^*_i) i=1..k$	$R_1^{(1)}, R_2^{(1)}$
8.	Адаптивные сеточные методы	$X^{*(0)} \subset P$	$X^{*(1)} \subset X^{*(0)}$
9.	Процедура Зайонца-Валлениуса	$X^*, X^*_{(r)}, q_i(X^*), q_i(X^*_{(r)}) i, j=1..k$	$X^*[\prec, \succ, \sim] X^*_{(r)}$
10.	Процедура Беленсона-Капура	$X^*, X^*_{(r)}, q_i(X^*), q_i(X^*_{(r)}) i, j=1..k$	$X^*[\prec, \succ, \sim] X^*_{(r)}$
11.	Процедура прогрессивной ориентации	$\chi, q_i(X) i=1..k$	$X^*[\prec, \succ, \sim] X^*_{(0)}$
12.	Метод изменяемого идеала	$P', q_i(X) i=1..k X \in P$	$P'' \subset P'$
13.	Непараметрические алгоритмы многокритериальной оптимизации	$X_i, q_i(X_i) i=1..k$	оценка X_i в заданной шкале
14.	Метод оценки граничных точек	$\{X^*_i\}, q_i(X^*_i) i=1..k$	X^*_l - лучше p, X^*_x - лучше p
15.	Метод Джоффриона	1) $X^*_i, q_i(X^*_i) i=1..k$ 2) $q_i = q_i(a) i=1..k$	1) $\langle \Delta q_i, \Delta q_i \rangle$ $i=1..k; i \neq r$ 2) a^*
16.	Адаптивное целевое программирование	1) $X^*_i, q_i(X^*_i) i=1..k$ 2) $q_i = q_i(a) i=1..k$	1) $\langle \Delta q_i, \Delta q_i \rangle$ $i=1..k; i \neq r$ 2) a^*
17.	Метод функции ценности замены	$X^{*(0)}, q_i(X^{*(0)}) v_{ij} (j \in I_r)$ $q_i(X_{i \max}) i=1..k$	$\{\omega_{ri}(Q(X^{*(0)}))\}$ $(i \in J_r)$
18.	Метод последовательной заменяемой оптимизации	$X^*, q_i(X^*) v_{ij} (j \in I_r) v_{ij} (i \in I_r)$ $i=1..k$	$\lambda_{ri} (i \in J_r)$
19.	SIGMOR	$X^*, q_i(X^*) q_i(X_{i \max}) i=1..k$	$\gamma_i, \lambda_i, \chi_i i=1..k$
20.	Нормирование глобального критерия	$X^*_i, q_i(X^*) i=1..k$	Q_k, Q_p, Q_M

Заметим, что отсюда следует важный практический вывод: интерактивная система решения должна предоставлять возможность ЛПР

возвращаться к предыдущим состояниям объекта, для чего необходимо протоколировать весь диалог.

Поиск предпочтительного решения в диалоге представляет собой весьма сложный процесс. Прежде всего, это обусловлено применением субъективной информации со свойственными ей неточностями и ошибками. Во-вторых, некоторую неопределенность создает работа алгоритмов уточнения решения, так как на отдельных итерациях поиска цель не задана однозначно. В-третьих, поиск наиболее предпочтительного решения является уникальным выбором, имеющим неповторяющийся характер. Для проведения анализа сходимости и сопоставления эффективности форм представления дополнительной информации от ЛПР необходимо применение моделей генерации информации ЛПР [195]. Они должны отражать случайную природу данного процесса (неуверенность, непоследовательность, изменение взглядов ЛПР при накоплении информации и т.д.).

Перспективными являются разработки диалоговых систем решения задач принятия решений, в которых ЛПР сообщает дополнительную информацию на ограниченном естественном языке и на базе поступивших сведений формируется задача оптимизации для поиска соответствующего решения (при необходимости производится уточнение), выбирается алгоритм и осуществляется решение.

3.2. Модификация метода весовых множителей

Для решения задачи многокритериальной оптимизации широко используются методы, основанные на сведении задачи многокритериальной оптимизации к задаче однокритериальной оптимизации. Один из них является метод весовых множителей.

Данный метод требует дополнительной информации (по отношению к заданной в постановке задачи) об относительной важности частных критериев. Причем необходимо, чтобы эта информация была формализована

в значениях весовых множители $\lambda_k, k \in [1, s]$. В этом случае в качестве скалярного критерия используется следующий:

$$\varphi(\mathbf{X}) = \sum_{k=1}^s \lambda_k \phi_k(\mathbf{X}), \lambda_k \geq 0, \sum_{k=1}^s \lambda_k = 1.$$

То есть вместо задачи многокритериальной оптимизации решается многомерная задача условной оптимизации со скалярным критерием оптимальности:

$$\min_{\mathbf{X} \in D_{\mathbf{X}}} \varphi(\mathbf{X}) = \min_{\mathbf{x} \in D_{\mathbf{x}_i=1}} \sum_{i=1}^s \lambda_i \phi_i(\mathbf{X}) = \varphi(\mathbf{X}^*).$$

Вектор \mathbf{X}^* , являющийся решением задачи условной оптимизации, принадлежит множеству Парето задачи многокритериальной оптимизации, а обратное утверждение неверно, то есть вектор \mathbf{X}^* , принадлежащий множеству Парето задачи многокритериальной оптимизации, не обязательно удовлетворяет скалярному критерию оптимальности.

Существуют различные способы выбора весовых множители $\lambda_k, k \in [1, s]$. Одним из таких способов является назначение коэффициентов в зависимости от относительной важности соответствующих частных критериев оптимальности, например, согласно табл.3.2.

Таблица 3.2.

Шкала относительной важности частных критериев

Относительная важность критерия	Определение относительной важности критериев
1	Равная важность
3	Умеренное (слабое) превосходство
5	Сильное (существенное) превосходство
7	Очевидное превосходство
9	Абсолютное (подавляющее) превосходство
2,4,6,8	Промежуточные решения между двумя соседними оценками

Для того чтобы при выборе весовых множителей $\lambda_k, k \in [1, s]$ избавиться от влияния масштабов частных критериев оптимальности, в самом методе целесообразно использовать нормализованные критерии.

Геометрическую интерпретацию метода. Если ввести в рассмотрение $(s + 1)$ вектор $\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s)$, то критерий оптимальности можно записать в виде скалярного произведения:

$$\varphi(\mathbf{X}) = (\Lambda, \Phi),$$

а задачу оптимизации в виде:

$$\min_{\mathbf{X} \in D_{\mathbf{X}}} \varphi(\mathbf{X}) = \min_{\mathbf{X} \in D_{\mathbf{X}}} (\Lambda, \Phi) = \varphi(\mathbf{X}^*).$$

Уравнение $(\Lambda, \Phi) = c$, где c – некоторая константа, определяет в пространстве критериев $\{\Phi\}$ гиперплоскость. При этом решение задачи оптимизации можно интерпретировать как поиск такого значения c , при котором гиперплоскость $(\Lambda, \Phi) = c$ будет касательной к множеству D_{Φ}^* задачи многокритериальной оптимизации.

Компоненты вектора Λ определяют искомую точку касания этой гиперплоскости с множеством D_{Φ}^* . На рис.3.3. для любой точки Φ^* множества D_{Φ}^* (дуга \mathbf{A}, \mathbf{B}) найдется вектор весовых множителей $\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s)$, при котором эта точка удовлетворяет условию оптимальности.

Множество D_{Φ} задачи многокритериальной оптимизации может быть не выпуклым. В этом случае не все точки множества D_{Φ}^* могут быть достигнуты с помощью изменения весовых множителей $\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s)$. На рис.3.4. ни для одной точки Φ^* множества D_{Φ}^* принадлежащей дуге $\mathbf{A}_1\mathbf{B}_1$, невозможно найти вектор весовых множителей $\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s)$, при котором эта точка удовлетворяет условию оптимальности.

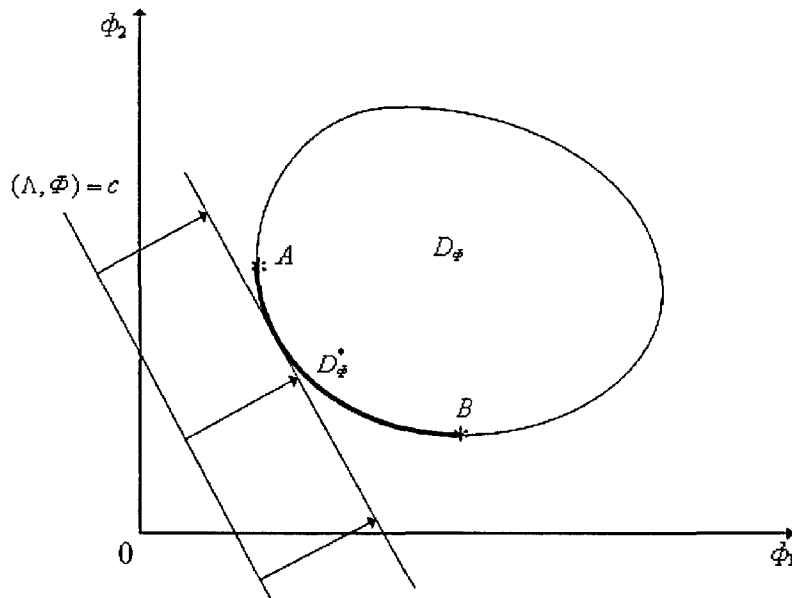


Рис. 3.3. Геометрическая интерпретация метода весовых множителей: случай двух критериев, множество D_{Φ} выпукло

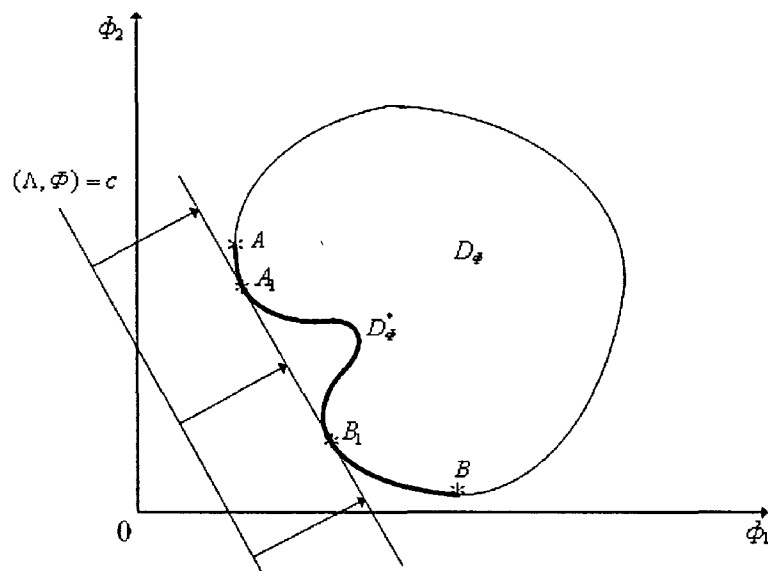


Рис. 3.4. Геометрическая интерпретация метода весовых множителей: случай двух критериев, множество D_{Φ} не выпукло

3.3. Модель обобщенных сетевых графиков учебного плана

Многие проекты не могут быть адекватно описаны в терминах ограничений, наложенных на сетевые графики. По этой причине предлагается использовать обобщенные сетевые графики, для которых рассмотренные выше предположения не вводятся.

В отличие от сетевых графиков, содержащих лишь вершины одного типа, называемые событиями, обобщенные сетевые графики содержат вершины различных типов, которые называются *решающими узлами (РУ)*. Решающий узел характеризуется условиями, налагаемыми на входящие в него и выходящие из него операции. На операции, входящие в РУ, могут быть наложены три различных условия:

(а) «Вход И»: событие, соответствующее данному РУ, считается происшедшим, если выполнены все входящие в РУ операции.

(б) «Включающий вход»: событие, соответствующее данному РУ, считается происшедшим, если выполнена, по крайней мере, одна из входящих в РУ операций.

(в) «Исключающий вход»: событие, соответствующее данному РУ, считается происшедшим, если выполнена ровно одна из входящих в РУ операций.

На операции, выходящие из РУ, могут быть наложены два различных условия:

(а) «Детерминированный выход»: после того как произошло событие, соответствующее данному РУ, выполняются все выходящие из него операции.

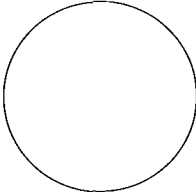
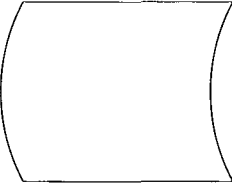
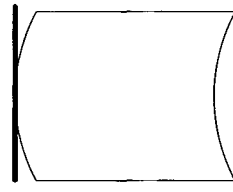

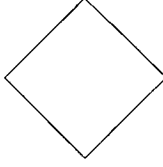
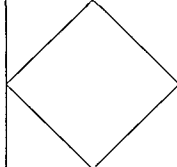
	Вход	«И»	Включающий	Исключающий
Выход				
Детерминированный				
Вероятностный				

Рис. 3.5. Шесть типов решающих узлов

(б) «Вероятностный выход»: после того как произошло событие, соответствующее данному РУ, выполняется ровно одна из выходящих из него операций.

Таким образом, имеется $3 \times 2 = 6$ различных типов РУ. Их графические изображения представлены на рис. 3.5.

Для сетевых графиков задаются времена $t(x, y)$, требуемые для выполнения каждой операции (x, y) . Для обобщенных сетевых графиков должны быть заданы как времена $t(x, y)$, так и вероятности $p(x, y)$ выполнения каждой операции (x, y) . Значение $p(x, y)$ есть вероятность того, что после появления события, соответствующего решающему узлу x , будет выполняться операция (x, y) . Если этот РУ имеет 'детерминированный выход, то $p(x, y)$ должна быть равна 1 и операция (x, y) обязательно выполняется. Если же он имеет вероятностный выход, то сумма вероятностей выполнения операций, выходящих из x , не должна превышать единицы.

Для каждого события $x \in X$ пусть $E(x)$ обозначает наиболее ранний из возможных сроков его наступления, а $L(x)$ - наиболее поздний срок появления события x , еще допускающий своевременное окончание всего проекта.

Пусть полный срок обучения (срок окончания проекта) ограничен пятью семестрами, тогда $L(b) = 1$, так как если событие b произойдет позднее окончания первого семестра, то СТАТ 1, СТАТ 2, СТАТ 3 и СП не будут изучены к сроку.

Пусть событию 14 непосредственно предшествуют ровно три события: 5, 8 и 9, причем $E(9.5) = 4$, $E(9.8) = 7$, $E(9.9) = 6$. Время наступления события 14 не может быть меньше 10, так как $E(9.5) + t(5, 14) = 4 + 6 = 10$. Одновременно это время не может быть меньше 11, так как $E(9.8) + t(8, 14) = 7 + 4 = 11$, и меньше 9, так как $E(9.9) + t(9, 14) = 6 + 3 = 9$. Таким образом, $E(9.14) = \max \{10, 11, 9\} = 11$.

В общем случае

$$E(j) = \max_{i:(i,j) \in A} (E(i) + t(i, j)) \quad (3.6)$$

Соотношение (3.6) дает возможность построить **алгоритм расчета наиболее ранних сроков наступления событий**.

Алгоритм расчета наиболее ранних сроков наступления событий

Шаг 1. Пронумеровать события 1, 2, ..., n = |X| таким образом, чтобы для каждой операции (г, выполнялось условие $i < j$. Использовать для этого алгоритм нумерации событий. Положить $E(1) = 0$.

Шаг 2. Для $j = 2, 3, \dots, n$ вычислить $E(j) = \max_{i:(i,j) \in A} \{E(i) + t(i, j)\}$.

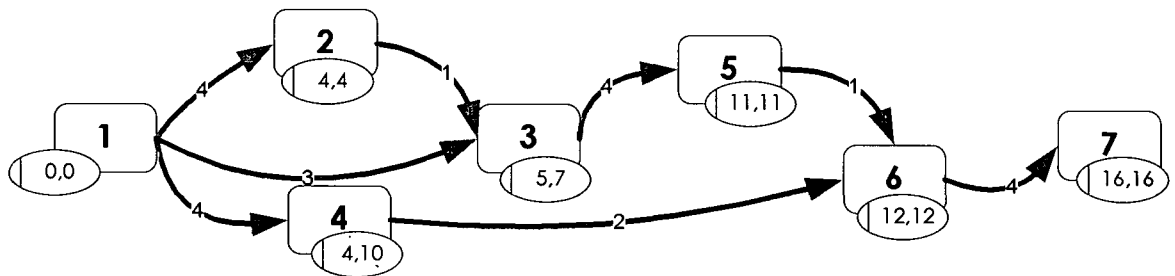


Рис. 3.6. Пример расчета сроков наступления событий

Алгоритм расчета ранних сроков наступления событий.

Вычислим ранние сроки событий для сетевого графика, изображенного на рис. 3.6. Событиям уже присвоены номера от 1 до 7.

Шаг 1. $E(1) = 0$.

Шаг 2. $E(2) = E(1) + t(1, 2) = 0 + 4 = 4$.

$E(3) = \max[E(1) + t(1, 3), E(2) + t(2, 3)] = \max[0 + 3, 4 + 1] = 5$.
 $E(4) = E(1) + t(1, 4) = 0 + 4 = 4$. $E(5) = \max[E(2) + t(2, 5), E(3) + t(3, 5)] = \max[4 + 7, 5 + 4] = 11$.
 $E(6) = \max[E(4) + t(4, 6), E(5) + t(5, 6)] = \max[4 + 2, 11 + 1] = 12$.
 $E(7) = \max[E(2) + t(2, 7), E(5) + t(5, 7), E(6) + t(6, 7)] = \max[4 + 8, 11 + 3, 12 + 4] = 16$.

Проект, таким образом, не может завершиться раньше чем через 16 единиц времени.

Вычислим теперь поздние сроки наступления событий. Событие 17 предшествует ровно трем событиям: 20, 24 и 29. Время наступления события 17 но должно превышать 11; в противном случае событие 20 будет задержано и произойдет позднее $L(9.20) = 16$. Аналогично время события 17 не должно превышать 15, так как $L(9.24) - t(17,24) = 19 - 4 = 15$. и не должно превышать 14. так как $L(9.29) - t(17,29) = 22 - 8 = 14$.

Мы видим, что в общем случае опираясь на соотношение (3.7), мы можем теперь описать **алгоритм расчета наиболее поздних сроков событий**.

$$L(j) = \min_{j:(i,j) \in A} \{L(j) - t(i,j)\} \quad (3.7)$$

Алгоритм расчета наиболее поздних сроков событий

Шаг 1. Перенумеровать события 1, 2, ..., n = |X| таким образом, чтобы для каждой операции (i, j) выполнялось условие $i < j$. Использовать для этого алгоритм нумерации событий.

Положить $b(n)$ равным заданному времени завершения проекта (во всех реальных ситуациях $L(n) \geq E(n)$).

Шаг 2. Для $i = n - 1, n - 2, \dots, 1$ вычислить

$$L(i) = \min_{j:(i,j) \in A} \{L(j) - t(i,j)\}.$$

Алгоритм расчета наиболее поздних сроков наступления событий.

Вычислим самые поздние сроки событий для сетевого графика, изображенного на рис. 3.6. Пусть $b(9.7) = E(9.7) = 16$. Это означает, что проект должен быть закончен как можно раньше, а именно к моменту времени 16.

$$L(9.7) = 16.$$

$$L(9.6) = L(9.7) - t(6,7) = 16 - 4 = 12.$$

$$L(9.5) = \min [L(9.7) - t(5,7), L(9.6) - t(5,6)] = \min (16 - 3, 12 - 1) = 11.$$

$$L(9.4) = L(9.6) - t(4,6) = 12 - 2 = 10.$$

$$L(9.3) = L(9.5) - t(3,5) = 11 - 4 = 7.$$

$$L(9.2) = \min [L(9.7) - t(2,7), L(9.5) - t(2,5), L(9.3) - t(2,3)] = \min (16 -$$

$$- 8, 11-7, 7 - 1) = 4.$$

$$L(9.1) = \min (L(9.4) - t(1,4), L(9.3) - t(1,3), 2.(9.2) - t(1,2)) = \min \{10 - 4, 7-3, 4 - 4\} = 0.$$

Следовательно, чтобы закончить проект к моменту времени 16, необходимо начать его в момент времени 0.

Из алгоритма расчета наиболее поздних сроков наступления событий непосредственно следует, что увеличение наиболее позднего срока окончания всего проекта $b(n)$ на t единиц приведет к увеличению наиболее поздних сроков для всех событий также на t единиц.

Наиболее ранний срок $E(x)$ события x можно интерпретировать как длину пути наибольшей длины от начального события к событию x , а разность $L(n) - b(x)$ - как длину пути наибольшей длины от события x к конечному событию. Отметим еще, что если $L(n) \geq E(n)$, то $L(x) \geq E(x)$ для всех событий x .

Алгоритм расчета ранних сроков наступления событий требует одной операции сложения для каждой дуги графика и одной операции сравнения на максимум для каждого события, кроме первого. Алгоритм расчета наиболее поздних сроков событий требует одной операции вычитания для каждой дуги и одной операции сравнения на минимум для каждого события, кроме события n .

Рассмотрим некоторую операцию (x, y) . Какое максимальное количество времени можно выделить для ее выполнения без задержки своевременного окончания выполнения всего проекта? Операция (x, y) может начаться не ранее $E(x)$ и должна закончиться не позднее $b(y)$. Таким образом, без задержки окончания проекта на выполнение операции (x, y) можно выделить не более $L(y) - E(x)$ единиц времени. Следовательно, при выполнении этой операции можно допустить максимальную задержку $b(y) - E(x)$ - называется **полным резервом времени операции** (x, y) . Очевидно, что задержка выполнения операции, полный резерв времени которой равен нулю, приведет к такой же по времени задержке выполнения всего проекта.

Какое максимальное количество времени может быть выделено для выполнения операции (x, y) без введения дополнительных временных ограничений на последующие операции. Для соблюдения этого условия операция (x, y) должна быть закончена к моменту времени $E(y)$. Поскольку операция (x, y) может начаться не ранее $E(x)$, на ее выполнение без введения дополнительных временных ограничений на последующие операции можно выделить не более $E(y) - E(x)$ единиц времени. Величина $-E(x) - t(x, y) \geq 0$.

Величина

$$L(y) - E(x) - t(x, y) \quad (3.8)$$

$$E(y) - E(x) - t(x, y) \quad (3.9)$$

называется **свободным резервом времени** операции (x, y) . Свободный резерв времени равен максимальной задержке выполнения операции (x, y) , не влияющей на выполнение последующих операций.

Из (3.6) следует, что свободный резерв времени всегда неотрицателен

Какое максимальное количество времени может быть выделено для выполнения операции (x, y) без введения дополнительных временных ограничений на любую операцию проекта. Для выполнения этого условия операция (x, y) должна начаться как можно позднее (т. е. в момент времени $L(x)$) и закончиться как можно раньше (т. е. в момент времени $E(y)$). Следовательно, на выполнение операции (x, y) в этом случае можно выделить не более $E(y) - L(x)$ единиц времени. Величина

$$E(y) - L(x) - t(x, y) \quad (3.10)$$

называется **независимым резервом времени операции** (x, y) . Независимый резерв времени равен максимальной задержке, которую можно допустить при выполнении операции (x, y) без введения дополнительных временных ограничений на любую другую операцию проекта. Отрицательное значение независимого резерва означает, что любая задержка в выполнении операции приведет к дополнительным ограничениям на выполнение других операций.

Как соотносятся между собой значения трех видов резервов? Из соотношений (3.8) - (3.10), поскольку $b(x) \geq E(x)$ для всех событий x , следует, что для любой операции (x, y)

$$\text{полный резерв} \geq \text{свободный резерв} \geq \text{независимый резерв} \quad (3.11)$$

Значения всех трех резервов для операций сетевого графика, изображенного на рис. 3.6., приведены в следующей таблице:

Операция	Полный резерв	Свободный резерв	Независимый резерв
(1,2)	4-0-4=0	4-0-4=0	4-0-4=0 (критическая операция)
(1,3)	7-0-3=4	5-0-3=2	5-0-3=2
(1,4)	10-0-4=6	4-0-4=0	4-0-4=0
(2,3)	7-4-1=2	5-4-1=0	5-4-1=0
(2,5)	11-4-7=0	11-4-7=0	11-4-7=0 (критическая операция)
(2,7)	16-4-8=4	16-4-8=4	16-4-8=4
(3,5)	11-5-4=2	11-5-4=2	11-7-4=0
(4,6)	12-4-2=6	12-4-2=6	12-10-2=0
(5,6)	12-11-1=0	12-11-1=0	12-11-1=0(критическая операция)
(5,7)	16-11-3=2	16-11-3=2	16-11-3=2
(6,7)	16-12-4=0	16-12-4=0	16-12-4=0(критическая операция)

Операция называется **критической**, если любая задержка в ее выполнении приводит к задержке завершения всего проекта. Другими словами, критическая операция - это операция, полный резерв времени которой равен нулю.

Знание всех критических операций необходимо для предотвращения задержки их выполнения, вызывающей задержку окончания проекта. Для некритических операций можно допустить задержку, не превышающую полного резерва, не нарушая своевременности окончания проекта.

Напомним, что $E(n)$ равно длине пути наибольшей длины от начального к конечному событию сетевого графика. Если $E(n) = b(n)$, то каждая операция этого пути является критической. Путь, состоящий только из критических операций, называется *критическим путем*.

Например, для сетевого графика, изображенного на рис. 3.6., операции (1,2), (2,5), (5,6) и (6,7) имеют полные резервы, равные нулю, т. е. каждая из этих операций является критической. Заметим, что критические операции составляют путь от события 1 к событию 7, длина которого равна $4 + 7 + 1 + 4 = 16$. Этот путь является путем наибольшей длины в сетевом графике. Задержка в выполнении любой операции этого пути приводит к такой же по величине задержке окончания всего проекта.

3.4. Вероятностная сетевая модель учебного плана

Пусть имеется множество этапов обучения модулей $\{O_i\} i=1..I_0$. Время изучения материалов обозначим T_i^O . Желательна такая компоновка курса, при которой на всем планируемом интервале информационный поток термов при изучении всех модулей является равномерным. Это весьма благоприятная ситуация. Поставим задачу оценки влияния возмущающих факторов на реализацию этапов обучения. При фиксированном учебном плане задержки изучения одного модуля ведут к задержкам изучения остальных модулей.

В диссертации разработана сетевая вероятностная модель реализации учебного плана. Вершины графа сетевой модели взвешены случайными величинами времен изучения и списками входных и выходных термов.

В данной модели каждая вершина (изучение модуля) представляет объект, моделирующий временную задержку (аналогично СеМО) и имеющий входную блокировку, т.е. модуль может изучаться, когда все связанные с ним модули уже изучены.

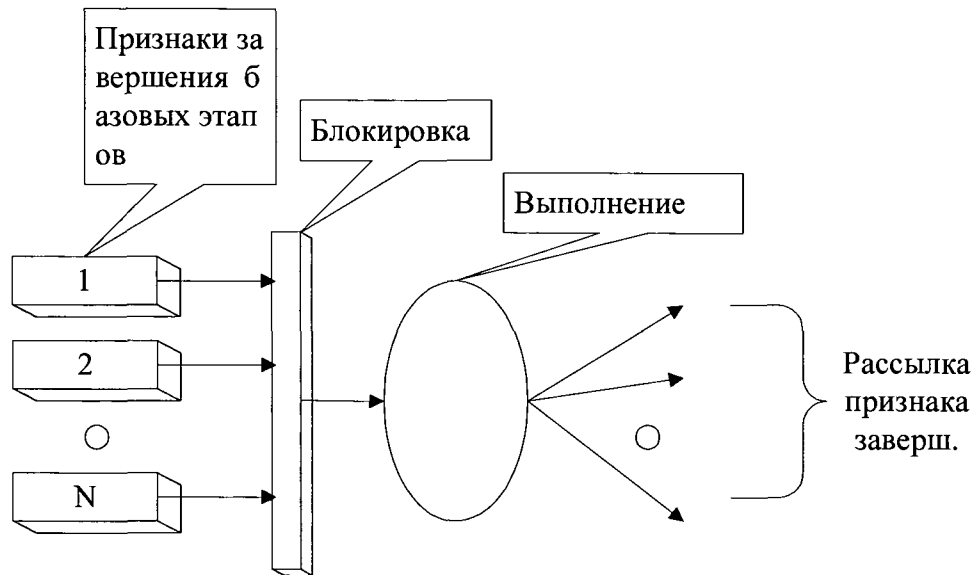


Рис. 3.7. Модель изучения модуля.

Интерпретация интервалов выполнения этапов в данном случае имеет вероятностный характер. Это время вычисляется на основании экспертных оценок или статистических данных по временам изучения аналогичного учебного материала. Пусть T^h_i - время начала изучения i -ого модуля; T^k_i - время окончания изучения i -ого модуля. Эти времена в построенной модели вычисляются на основании итерационной процедуры.

$$T=0$$

$$OutW: \begin{cases} l = \mathop{\text{arg min}}_i \{T^{жс}_i : T^{жс}_i > 0\} \\ T = T^{жс}_l \\ \{InW_i(l) \quad i : E_{l,i} = 1\} \end{cases} \quad (3.12)$$

$$InW_i(l): \begin{cases} E_{l,i} = 0 \\ (\forall j \quad E_{j,i} = 0) \end{cases} \Rightarrow (T^h_i = T \quad T^{жс}_i = T + T(W_i))$$

Критерием завершения итерационного процесса является

$$\{InW_i(l) \quad i : E_{l,i} = 1\} = \emptyset \quad (3.13)$$

При реализации модельных экспериментов для случайных времен изучения модулей $T_i = T_i(t, \omega)$ будем использовать либо усеченное нормальное, либо биномиальное распределение.

В общем случае учебный план может быть произвольным сочетанием параллельно-последовательных структур. В случае последовательного изучения модулей времена просто складываются. Результирующая функция распределения задается сверткой.

В случае параллельного изучения модулей необходима реализация операции взятия максимума $T = \max(T_1, T_2)$. Реализация разработанной итерационной процедуры в конечном счете дает функции распределения времен начала T_i^H и окончания T_i^K для каждого i -го модуля. Процесс изучения каждого модуля связан с информационным потоком термов и для их усвоения требует от обучаемого определенного напряжения. Имея детерминированные значения нагрузки Q_i , для каждого терма от уровня его сложности, модель вычисляет вероятностные характеристики нагрузки с учетом динамики восприятия учебного материала в каждый момент времени.

Пусть ξ_t - случайная величина, определяющая время начала изучения модуля. $\xi_t \sim \{t_j, P_j^t\}$ - где P_j^t - вероятность начала изучения модуля в момент t_j .

Пусть ξ_T - случайная величина, определяющая время изучения модуля. $\xi_T \sim \{T_j, P_j^T\}$ - где P_j^T - вероятность изучения модуля за время T_j .

Таким образом, с одной стороны, для каждого фиксированного момента времени t (безотносительно к времени начала) значение нагрузки Q имеет распределение вероятностей, и, следовательно, является случайной величиной. Обозначим ее за ξ_Q .

$$\forall t \exists \{P_j^t\} : \xi_Q \sim \{Q_j, P_j^t\}. \quad (3.14)$$

С другой стороны для каждого фиксированного времени начала изучения модуля, которое имеет вероятность P_j^t ξ_Q , представляет собой выборочную траекторию случайного процесса (информационного потока заданных термов).

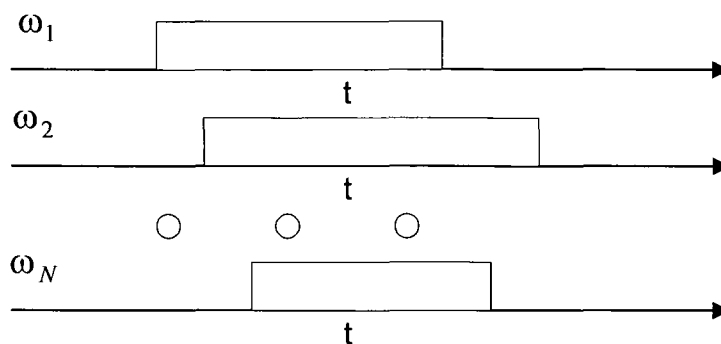


Рис. 3.8. Выборочные функции процесса запросов информационных ресурсов

Реализации случайного процесса учебной нагрузки имеют кусочно-линейные выборочные функции:

$$Q(t|\omega) : \exists t_1, t_2 (\forall t < t_1 \vee t > t_2 Q(t)=0) (\forall t_1 \leq t \leq t_2 Q(t) = \frac{Q}{t_2 - t_1}). \quad (3.15)$$

При фиксированном же значении t она будет случайной величиной. $Q(t|\omega) \sim \cup P_j^T(\omega) \cdot I^Q(t)$, где $I^Q(t)$ - индикаторная функция. В результате каждому модулю соответствует случайный процесс ξ_Q усвоения выходных и воспроизведения входных, связанных с ним, схематично представленный на рис.3.8.

Математическое ожидание процесса в момент u определяется:

$$M \xi_Q(u) = \frac{1}{N} \sum_{i,j:t_i+T_j=u} \frac{Q}{T} \cdot P^{t_i} \cdot P^{T_{T_i}}. \quad (3.16)$$

Среднеквадратическое отклонение определяется:

$$MSD \xi_Q(u) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i,j:t_i+T_j=u} \left(\frac{Q}{T}\right)^2 \cdot P^{t_i} \cdot P^{T_{T_i}} - (M \xi_Q(u))^2}. \quad (3.17)$$

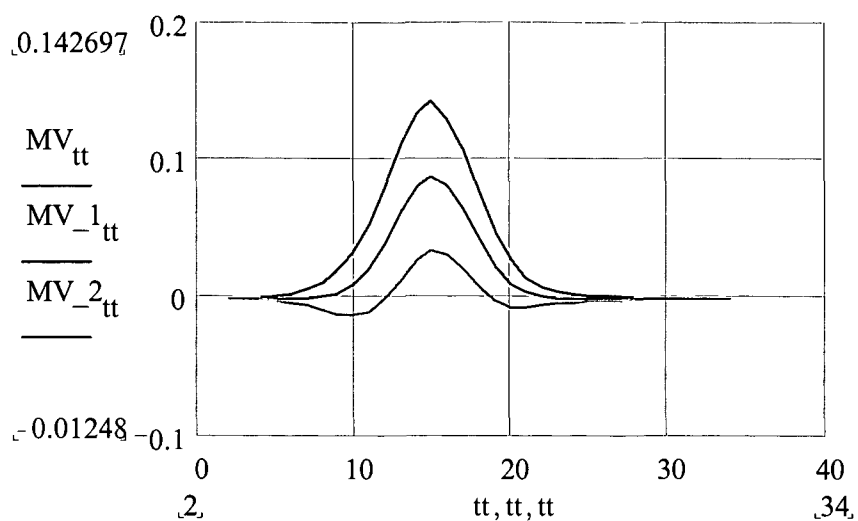


Рис. 3.9. Распределение нагрузки

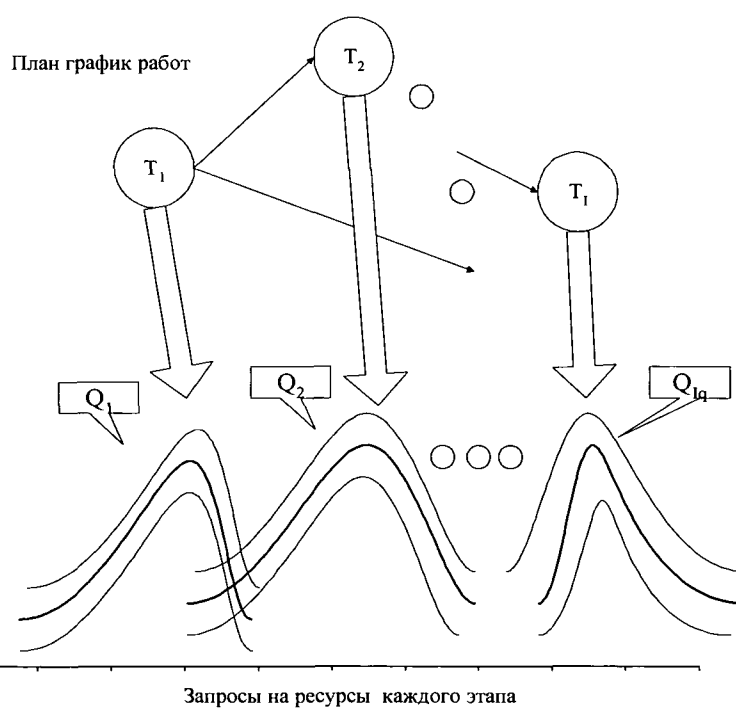


Рис. 3.10. Объединений нагрузок

В результате вариации долей среднеквадратического отклонения, случайный процесс учебной нагрузки будет иметь вероятностные характеристики, графики которых приведены на рис.3.9.

$MV_{tt} = M\xi_Q(t)$ - среднее значение нагрузки в момент t ;

$MV_{1tt} = M\xi_Q(t) + MSD\xi_Q(t)$ - верхняя граница нагрузки;

$MV_{2tt} = M\xi_Q(t) - MSD\xi_Q(t)$ - нижняя граница нагрузки;

В результате для каждого этапа изучения модуля задан случайный процесс нагрузки и информационного потока термов.

Следующим этапом для формирования суммарного потока является объединение информационных потоков всех модулей. На рис.3.10. приведена иллюстрация суммирования нагрузок всех модулей.

Имея структуру общей нагрузки, как случайный процесс, суммируя (в вероятностном смысле) нагрузки всех этапов, найдем общую нагрузку всего цикла обучения во времени:

$$\forall t Q_q(t|\omega) = \sum Q_q^j(t|\omega). \quad (3.18)$$

Структура этой зависимости некоторым образом подобна сглаживанию зависимости детерминированного временного ряда. Если в детерминированном варианте без учета возмущений сглаживание выполнялось для достижения равномерности нагрузки за счет вариации последовательности модулей учебного плана, то в вероятностном варианте это сглаживание получается естественным образом как следствие влияния неопределенности.

Полученная модель может быть использована для постановки и анализа решения оптимизационной задачи формирования оптимального учебного плана с учетом динамически меняющейся. Отступление сроков изучения отдельных модулей от прогнозируемых величин и статистика результатов решения тестовых заданий может корректировать индивидуальный учебный план. Таким образом возможно решение задачи оперативного управления процессом обучения на основе динамической корректировки базового плана.

Проведенные эксперименты с моделями различных категорий обучаемых позволили вычислить интервалы неопределенности времен изучения и объемы нагрузок для различных категорий. В таблице приведены

модельные данные для равномерного распределения времен изучения каждого модуля.

Таблица 3.3.

Структура и параметры модели

Модуль	Время	Объемы	В какие
1	6;12	300	2-3-4
2	2;10	60	5-6
3	2;10	60	6-7
4	2;10	60	9-10
5	4;8	100	8-9
6	3;7	100	8
7	3;7	100	9-10
8	5;9	100	11
9	2;10	100	11
10	5;9	150	11
11	5;9	0	End

На рис.3.11. приведен график нагрузок для различных вариантов неопределенности времен изучения модулей:

- время выполнения каждого этапа детерминировано и минимально - MO_MIN;
- время выполнения каждого этапа детерминировано и максимально - MO_MAX;
- время выполнения каждого этапа размывается на один (два) кванта времени среднего (слабая неопределенность) - MO_T1;
- время выполнения каждого этапа размывается до максимального диапазона (сильная неопределенность) - MO_T2

Объемы нагрузок каждого модуля были неизменными, и результаты усреднялись по 200 значениям повторных модельных реализаций.

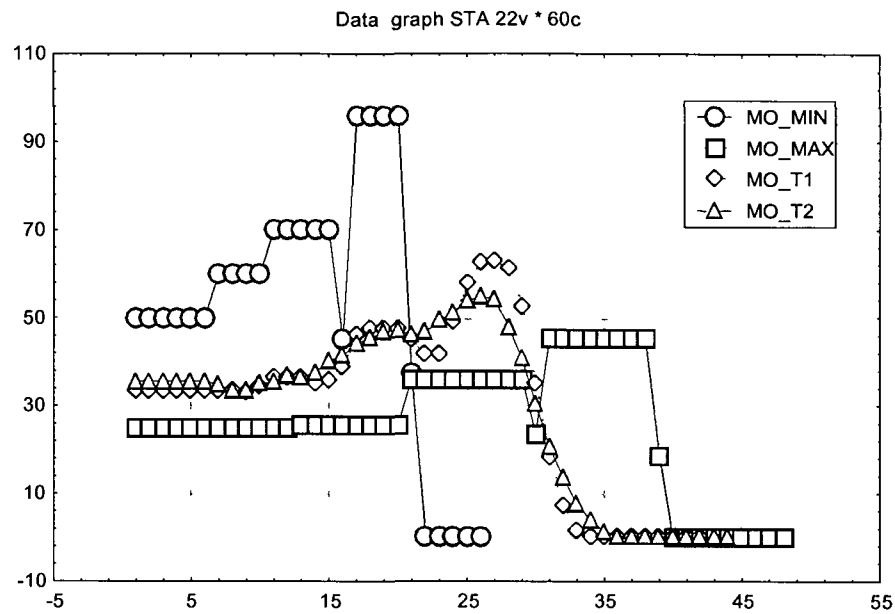


Рис. 3.11. График средних значений учебных нагрузок

На рисунке 3.12. приведены графики средних значений учебных нагрузок с нижней и верхней границей доверительного интервала. Т.е. в каждый момент времени определяет математическое ожидание и дисперсию случайной величины нагрузки, что позволяет судить о сбалансированности учебного плана и возможных отклонениях на каждый момент времени.

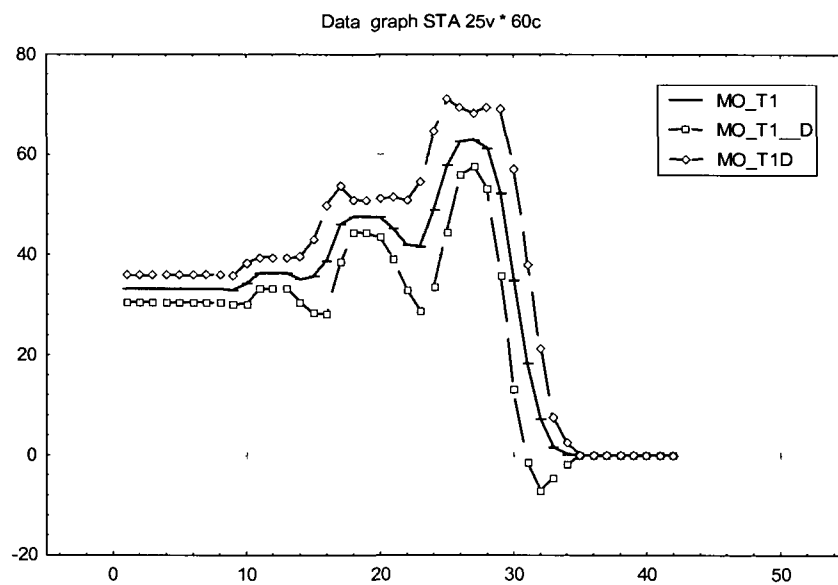


Рис. 3.12. Случайные потребности потоков в случае слабой неопределенности

Как видно из графика степень неопределенности сглаживает среднее значение нагрузки по всему циклу переподготовки, однако при этом увеличивается и дисперсия нагрузки.

Выводы по главе 3

1. Разработана сетевая вероятностная модель реализации учебного плана. Вершины графа сетевой модели взвешены случайными величинами времен изучения и списками входных и выходных термов.
2. Предложенная модель может быть использована для постановки и анализа решения оптимизационной задачи формирования оптимального учебного плана с учетом динамически меняющейся.
3. Показано, что отступление сроков изучения отдельных модулей от прогнозируемых величин и статистика результатов решения тестовых заданий может корректировать индивидуальный учебный план.

4. ПРОГРАММНО-МОДЕЛИРУЮЩИЙ КОМПЛЕКС ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ КУРСОВ И УЧЕБНЫХ ПЛАНОВ В СИСТЕМЕ ПЕРЕПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В четвертой главе диссертации рассматриваются вопросы построения программного комплекса для системы переподготовки кадров на предприятиях. В диссертации разработана инструментальная среда «Учебный план», которая объединяет все учебные курсы в единое информационное пространство и обеспечивает структуризацию учебных материалов с возможностью формирования логической взаимосвязи модулей за счет их согласования по входным и выходным термам. Разработана структура базы данных, интегрирующая учебно-методические материалы. Реализован полный набор операций с базой данных, которые могут выполняться, как из интерактивной оболочки пользовательского интерфейса, так и непосредственно из программных приложений.

4.1. Структура программного комплекса переподготовки кадров

При разработке структуры программного комплекса основной задачей было создание открытой системы с адаптивным интерфейсом и возможностью организации информационных связей с другими инструментальными средствами формирования учебных планов и учебных курсов.

При реализации функций системы выделим классы пользователей системы: администратор (А) (где учиться?), методист (М) (чему учиться?), консультант (Р) (как учиться?) и обучаемый (О). Все эти категории пользователей отличаются по их отношению к учебным материалам (U), которые определяют совокупность неделимых единиц учебной информации, соответствующих структуре знаний специализации, и тестовым заданиям (Т), которые необходимы для контроля уровня знаний обучаемых. Все указанные

категории пользователей работают в одном информационном пространстве. Кроме того, руководители предприятий должны иметь возможность оперативного просмотра результатов переподготовки, что приводит к задаче сопряжения с системой мониторинга.

Предъявление учебного материала темы производится в автоматизированном режиме посредством текстового материала с применением графики, анимации и видео, которые наглядно иллюстрируют текст, реализуя принцип "Увидел и понял". Для удобства сценарного описания и программной реализации будем использовать понятие "Кадр", понимая под этим логически связанную совокупность мультимедиа объектов, воспроизводимых последовательно на экране с использованием общих графических элементов без обновления экрана и являющуюся с точки зрения педагогического сценария элементарной порцией учебной информации. При переходах от текущего кадра к следующему или предыдущему кадру содержимое экрана программно обновляется, даже если визуально некоторые графические объекты контента теоретического минимума должны присутствовать в соседних кадрах. Понятие кадр используется для описания технологических особенностей предъявления учебной информации.

Материал темы должен учитывать специфику учебно-познавательной деятельности данного контингента обучаемых и реализовывать задачи успешного усвоения и освоения ими системы знаний, навыков и умений в изучаемой предметной области. При этом необходим учет максимально допустимой нагрузки на обучаемого, в соответствии с медико-гигиеническими нормами и требованиями по объему учебного материала, его дозированному изучению, контактному времени пребывания за компьютером.

Все темы структурируются по логико-смысловому принципу. Теоретические предположения, экспериментальные исследования и результаты обобщения практического опыта показывают, что оптимальная продолжительность дозы учебной информации, усваиваемой обучаемым в

ходе работы за экраном компьютера, находится в пределах 15-30 минут. Это относится ко времени работы с учебным материалом и лишь 10-20 минут при выполнении заданий на компьютерном тренажере. При этом познавательная деятельность протекает наиболее эффективно, если учебные задания чередуются по форме их выполнения.

4.2. Разработка механизмов интерфейсного взаимодействия с компонентами инструментальных сред формирования мультимедийных курсов

В диссертации реализованы механизмы интерфейсного взаимодействия с базовыми программными компонентами системы подготовки и структуризации учебных материалов:

- конструктор структурных элементов;
- конструктор курсов;
- конструктор гетерогенных тестов (ГТ);
- мониторинг результатов группового гетерогенного тестового контроля;
- среда обучаемого;
- среда администратора;
- среда тьютора;
- учебный план.

Конструктор структурных элементов представляет инструментальную среду формирования лекций, практикумов и тестов, как последовательности мультимедийных фрагментов, реализованных в различных инструментальных средах. Основная функция – формирование лекции, сбалансированной по форме представления учебного материала. Структурным элементом называется лекция, практикум, тест, т.е. все то, что входит в модули (темы) учебного курса и наполняет его структуру. Структурный элемент состоит из фрагментов, последовательность проигрывания которых определяется сформированным сценарием. Она

может быть линейной, либо более сложной, динамически изменяющейся в зависимости от действий обучаемого.

Процесс создания структурного элемента в конструкторе состоит из следующих основных операций:

- формирование сценария (задание последовательности фрагментов и списков переходов для них);
- подключение файлов мультимедиа к его фрагментам;
- настройка параметров проигрывания каждого фрагмента.

Перечисленные операции могут выполняться параллельно.

Конструктор курсов представляет инструментальную среду структуризации лекций, практикумов и тестов в рамках единого учебного курса. Учебный курс состоит из двух уровней и трех основных элементов:

- **Модуль**

Модуль в данной системе обучения является полным аналогом учебной дисциплины и предполагает преподавание в течение определённого периода времени. Это верхний уровень дерева курса. В процессе составления курса преподавателем, Модуль детализируется на теоретический материал, тестовые задания, практикумы.

- **Теоретический материал**

Теоретический материал содержит некоторый раздел учебного курса (Модуля). Теоретический материал должен включать в себя основной (Теоретический) и дополнительный учебный материал, необходимый для изучения данного раздела учебного курса.

- **Тестовое задание**

В дерево по учебному курсу (Модулю) могут быть включены тестовые задания. Во время прохождения тестового задания студенту предлагается последовательно ответить на содержащиеся в тестовом задании вопросы. Прохождение тестового задания

носит как необязательный характер и служит для самопроверки, так и обязательный и служит для контроля знаний.

- **Практикум**

Практикум содержит, как теоретический материал по курсу, так и тестовые задания для контроля и обучения.

Конструктор гетерогенных тестов (ГТ) является функциональной подсистемой Интегрированной инструментальной среды методиста и предназначен для быстрой сборки экземпляра ГТ за счет параметризации готового шаблона. Гетерогенный тест содержит тестовые задания из тестов разных модулей (тем) одного или нескольких локальных учебных курсов. Для тестовых заданий исходных курсов должны быть заданы их уровни сложности (значения от 1 до 10). При формировании экземпляра ГТ указываются тесты исходных курсов, тестовые задания которых должны войти в формируемый ГТ. Таким образом для гетерогенного теста формируется банк тестовых заданий различной сложности, принадлежащих разным модулям.

Мониторинг результатов группового гетерогенного тестового контроля предназначена для графического отображения в реальном времени динамики изменения результатов одновременного выполнения гетерогенного теста группой обучаемых, а также для сравнительного графического анализа результатов одного/нескольких обучаемых за несколько/один сеанс тестирования.

Среда Администратора позволяет регистрировать обучаемых и методистов, изменять их личные данные и сведения результате прохождения аттестаций. Администратор также управляет взаимодействием обучаемых, консультантов, методистов между собой и их привязкой к учебному материалу.

Среда обучаемого обеспечивает все необходимые функции доступа к учебным материалам и взаимодействия с консультантами. Обучающая система предназначена для осуществления процесса обучения по

мультимедийным учебным курсам, созданным в инструментальных средствах «СОТА». Система может быть легко настроена на работу с любым учебным курсом, созданным в «СОТА» и установленном на компьютере обучаемого или на сервере. Однако за сеанс работы в системе возможно обучение только по одному учебному курсу.

Оболочка может быть настроена для работы в одном из двух режимов:

- Локальном.

Обучаемый проходит обучение индивидуально без руководства и контроля со стороны преподавателя. Наполнение учебного курса находится на съемном носителе (компакт-диске) или может быть скопировано на жесткий диск компьютера обучаемого, а результаты его обучения хранятся локально.

- Сетевом.

Обучаемый входит в состав группы и проходит обучение по некоторому курсу под руководством преподавателя. При этом наполнение учебного курса и результаты обучения для всех обучаемых, работающих с этим курсом, хранятся централизованно. Для поддержки учебного процесса в этом режиме также используются оболочки Преподавателя и Администратора.

Учебный план представляет систему составления учебного плана по специальностям, привязка рабочих программ и структурированного учебного материала к дисциплинам, создание связного словаря термов (понятий) для анализа учебного плана, формирование индивидуальной траектории по результатам гетерогенного тестирования, контроль и организация обучения по отдельным направлениям ВУЗа. Особенностью программной реализации данной программы является насыщенность экранных форм (дисциплин, модулей и т.д.), позволяющая оперативно оценивать ситуацию по подготовке учебных материалов. На рис.4.1. показана UML – диаграмма процесса сборки курсов и подкреплением их в учебный план.

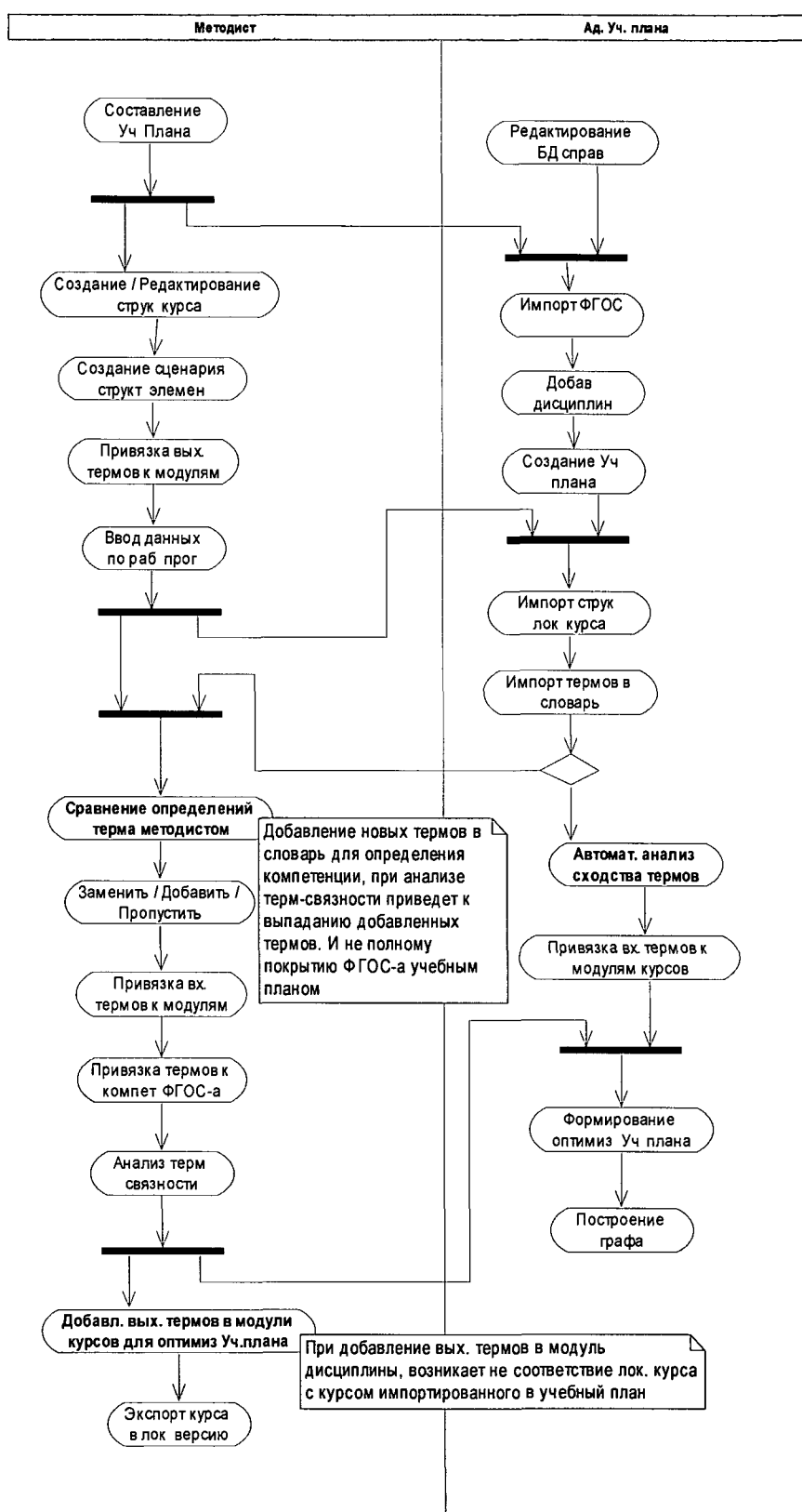


Рис. 4.1. UML – диаграмма процесса сборки курсов

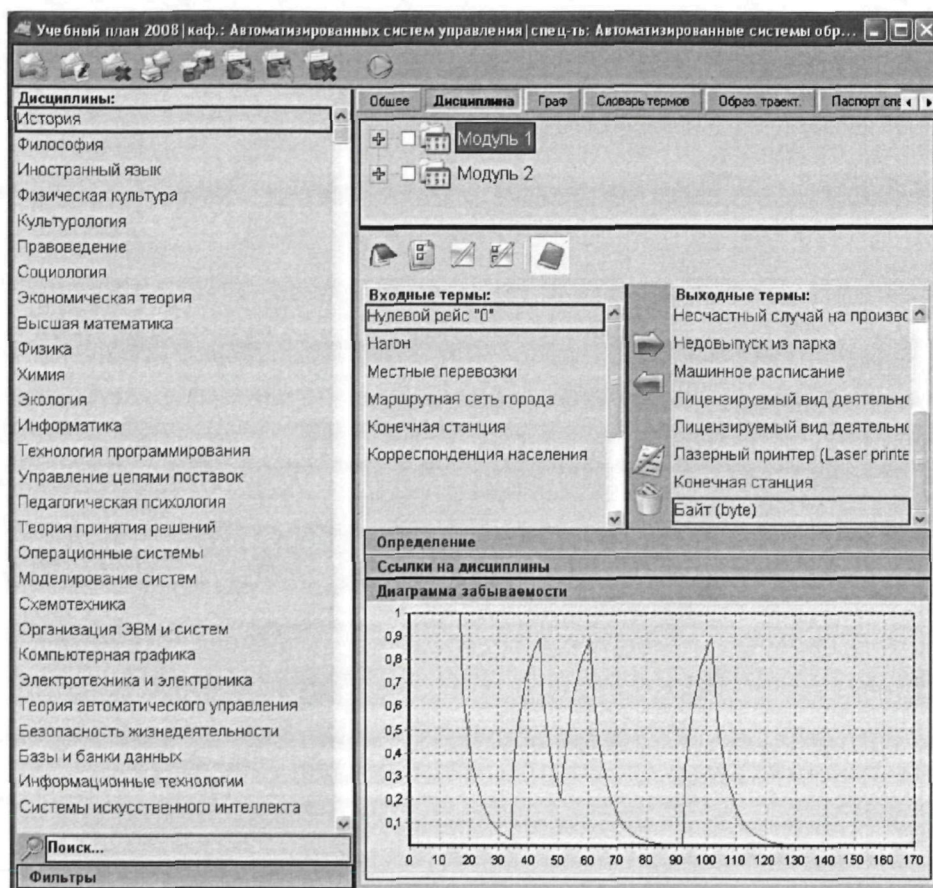






Рис. 4.2. Окно построения функции забывания

 – «Перенос термина вправо». Осуществляет перенос выбранного (активного) термина в списке «Входные термины» в список «Выходные термины».

 – «Перенос термина влево». Осуществляет перенос выбранного (активного) термина в списке «Выходные термины» в список «Входные термины».

 – «Изменить терм». Для того чтобы изменить название термина или его определение, необходимо открыть панель «Определение», внести требуемые изменения. После чего нажать кнопку «Изменить терм» и новые значения полей будут записаны в базу.

 – «Удалить терм». Удаляет привязку термина к модулю. В словаре терминов удаленный терм остается.

4.3. Анализ результатов аттестации

Анализ зависимости между уровнем системных профессиональных знаний работников и их возрастом основывается на данных по 307 работникам из 309, принявших участие в исследовании. Это связано с отсутствием по 2 работникам анкетных данных.

На основе данных о системных профессиональных знаниях работников, полученных в результате экзамена, было проведено исследование зависимости между уровнем знаний работников и их возрастом.

Анализ результатов экзамена по возрастным группам сотрудников проводился по двум направлениям:

- анализ зависимости между уровнем системных профессиональных знаний и навыков финансово-экономического блока и возрастными группами сотрудников;
- анализ зависимости между результатами экзамена и возрастными категориями сотрудников по блокам: «Управление финансами», «Экономика», «Бухгалтерский учет и аудит», «Юридические основы финансово-экономического управления», «Организационные основы современного финансово-экономического управления» и «Информационные технологии».

4.3.1. Анализ зависимости по финансово-экономическому блоку

Для изучения зависимости между возрастом работников и их уровнем системных профессиональных знаний, работники были разделены на 5 возрастных групп: до 25 лет, 26-30 лет, 31-40 лет, 41-50 лет, старше 50 лет. Анализ распределения работников по возрастным группам (рис.2.3) показал, что наиболее многочисленными являются группы сотрудников в возрасте 41-50 лет (45%) и в возрасте 31-40 лет (31%). Самой малочисленной является группа сотрудников в возрасте до 25 лет (3%).

Для определения зависимости между уровнем системных профессиональных знаний работников и их возрастом был проведен корреляционный анализ.

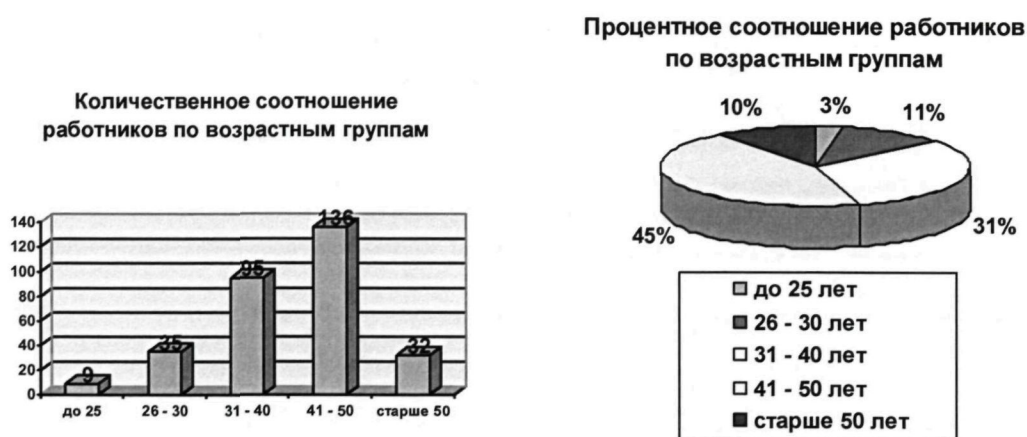


Рис. 2.3 Распределение работников по возрастным группам

Таблица 2.1.

Значения коэффициента корреляции между возрастом работников и их уровнем системных профессиональных знаний

Название блока	Значение коэффициента корреляции
Управление финансами	-0,23
Экономика	-0,25
Бухгалтерский учет и аудит	-0,05
Юридические основы финансово-экономического управления	-0,17
Организационные основы современного финансово-экономического управления	-0,21
Информационные технологии	-0,18
По финансово-экономическому блоку в целом	-0,28

Результаты корреляционного анализа, представленные в табл.2.1., свидетельствуют о наличии слабой обратной связи между возрастом работника и его уровнем системных профессиональных знаний, которые были определены по результатам экзамена, как по отдельным блокам, так и по финансово-экономическому блоку в целом. Наибольшее значение

коэффициента корреляции по модулю наблюдается по финансово-экономическому блоку в целом (-0,28), что, тем не менее, свидетельствует о наличии очень слабой обратной зависимости между возрастом работников и их уровнем системных профессиональных знаний. Следует отметить, что в рамках отдельных блоков знаний наибольшие по модулю значения коэффициента корреляции наблюдаются по блокам «Управление финансами» и «Экономика»; наименьшее значение – по блоку «Бухгалтерский учет и аудит», что говорит практически о полном отсутствии связи между возрастом работников и их уровнем системных профессиональных знаний.

В результате обработки данных экзамена по финансово-экономическому блоку были определены уровни знаний и навыков по каждой возрастной группе.

В возрастной категории сотрудников до 25 лет максимальный балл по результатам экзамена составляет - 65,5, минимальный –33,6. Таким образом, разница между максимальной и минимальной оценкой результатов экзамена составляет 31,9 баллов.

В данной возрастной группе по результатам экзамена сотрудники имеют только два вида уровней знаний и навыков – средний и высокий, другие виды отсутствуют (рис.2.4).

По результатам экзамена 78% сотрудников показали высокий уровень знаний и навыков и 22% показали средний уровень знаний и навыков.

Достаточно высокий уровень системных профессиональных знаний по результатам экзамена в возрастной группе до 25 лет может быть связан с тем, что эта категория сотрудников недавно закончила обучение в средних и высших учебных заведениях, в которых они имели возможность получить действительно современные и системные знания.

В возрастной категории сотрудников от 26 до 30 лет максимальный балл по результатам экзамена составляет 74,6, минимальный - 25,2. Таким образом, по сравнению с возрастной категорией сотрудников до

25 лет, эта группа имеет большее значение как максимального, так и минимального баллов, что увеличивает разницу между минимальной и максимальной оценками результатов экзамена, которая составляет 49,4 балла.

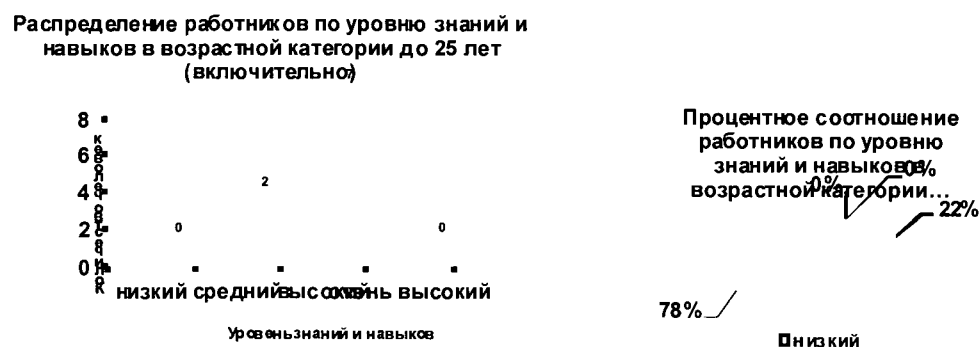


Рис. 2.4 Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории до 25 лет

На рис.2.5 показано распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 26 до 30 лет. Также как и в возрастной группе до 25 лет, сотрудники возрастной категории от 26 до 30 лет показали по результатам экзамена два вида оценок, которые соответствуют среднему и высокому уровню знаний и навыков.

Необходимо отметить, что если для категории сотрудников в возрасте до 25 лет преобладала доля сотрудников, имеющих высокий уровень знаний и навыков, то в возрастной группе от 26 до 30 лет доли сотрудников, имеющих средний и высокий уровни знаний практически равны. Увеличение количества сотрудников, имеющих средний уровень знаний и навыков, может быть связано с тем, что часть знаний, полученных при обучении в средних и высших учебных заведениях, могла устареть при отсутствии повышения квалификации в этот период, а также на снижение результатов оценок могло повлиять снижение навыка сдачи экзаменов.

Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 26 до 30 лет (включительно)



Процентное соотношение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 26 до 30 лет (включительно)



Рис. 2.5 Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 26 до 30 лет

Повышение доли сотрудников, показавших средний уровень знаний и навыков

относительно возрастной группы до 25 лет может быть обусловлено тем, что сотрудники в этом возрасте уже имеют определенный практический опыт, который развивает и повышает практическую составляющую знаний и навыков.

В возрастной категории сотрудников от 31 до 40 лет максимальный балл по результатам экзамена составляет 76,1, минимальный - 20,9. Таким образом, разница между максимальным и минимальным значением результатов экзамена составляет 55,2 балла.

Как видно из рис.2.6 в возрастной категории от 31 до 40 лет сотрудники по результатам экзамена имеют все четыре уровня знаний и навыков. При этом сохраняется тенденция преобладания среднего и высокого уровня знаний (96% сотрудников данной возрастной категории). Однако необходимо отметить, что в отличие от двух предыдущих возрастных групп процент сотрудников, имеющих средний уровень знаний (51%) незначительно превышает процент сотрудников, имеющих высокий уровень знаний (45%). Количество сотрудников, имеющих очень высокий уровень знаний и навыков, незначительно и составляет только 2%.

На основе проведенного анализа результатов экзамена, можно сделать вывод о том, что для возрастной категории сотрудников от 31 до 40 лет характерно увеличение разницы между максимальными и минимальными результатами экзамена, по сравнению с предыдущими группами. Это связано с тем, что в данной возрастной группе появляются низкий и очень высокий уровни знаний. Наличие всех видов уровней знаний и навыков в данной возрастной группе может быть обусловлено тем, что с течением времени знания устаревают. Поэтому при отсутствии своевременного их обновления они теряют свою актуальность (в связи с этим появляются сотрудники с низким уровнем знаний и навыков и увеличивается доля сотрудников, имеющих средний уровень знаний и навыков). С другой стороны с возрастом у сотрудников, как правило, накапливается определенный опыт, который может дополняться обучением (в связи с этим появляются сотрудники с очень высоким уровнем знаний, и увеличивается разрыв между максимальным и минимальным значением, полученных баллов).

Процентное соотношение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 31 до 40 лет (включительно)



Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 31 до 40 лет (включительно)



Рис. 2.6 Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 31 до 40 лет

В возрастной категории сотрудников от 41 до 50 лет максимальный балл по результатам экзамена составляет 71,5, минимальный - 17,3. Таким образом, разброс значений результатов экзамена составляет 53,2 балла.

Как видно из рис.2.7 в возрастной категории от 41 до 50 лет сотрудники по результатам экзамена имеют три уровня знаний и навыков. При этом сохраняется преобладание группы сотрудников (96%), имеющих средний и высокий уровни знаний и навыков.

Процентное соотношение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 41 до 50 лет (включительно)



Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 41 до 50 лет (включительно)



Рис. 2.7 Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории от 41 до 50 лет

Необходимо отметить, что сохраняется тенденция увеличения доли сотрудников со средним уровнем знаний (58%, что на 7% больше, чем в предыдущей группе) и низким уровнем знаний (6%, что на 4% больше, чем в предыдущей группе) при переходе к более высокой возрастной категории сотрудников. Вместе с тем, в данной возрастной группе произошло увеличение разницы между количественным соотношением групп сотрудников со средним и высоким уровнем знаний и навыков, который составил 20%.

Некоторое увеличение доли сотрудников с низким и средним уровнем знаний может быть связано с устареванием знаний, которое появляется в случае отсутствия налаженной системы обучения персонала.

В возрастной категории сотрудников свыше 50 лет максимальный балл по результатам экзамена составляет 66,7, минимальный -14,4. Таким образом, разница между максимальным и минимальным значением результатов экзамена составляет 52,4 балла.

Как видно из рис.2.8 в возрастной категории свыше 50 лет сотрудники по результатам экзамена имеют три уровня знаний и навыков. При этом сохраняется преобладание группы сотрудников (87%), имеющих средний и высокий уровни знаний и навыков. Необходимо отметить, что сохраняется тенденция увеличения доли сотрудников со средним уровнем знаний (65%, что на 7% больше, чем в предыдущей группе) и низким уровнем знаний (13%, что на 9% больше, чем в предыдущей группе) при переходе к более высокой возрастной категории сотрудников. Вместе с тем, в данной возрастной группе произошло дальнейшее увеличение разницы между количественным соотношением групп сотрудников со средним и высоким уровнем знаний и навыков, которая составил 43%. Разница между группой сотрудников имеющих низкий уровень знаний и навыков и группой сотрудников, имеющих высокий уровень знаний и навыков составила всего лишь 9%. В данной возрастной категории отсутствуют сотрудники, которые имеют очень высокий уровень знаний и навыков.

Еще большее увеличение числа сотрудников, соответствующих среднему и низкому уровню знаний и навыков в возрастной категории свыше 50 лет, может быть обусловлено тем, что система повышения квалификации персонала на предприятии либо не охватывает эту возрастную категорию сотрудников, либо на предприятии система повышения квалификации персонала недостаточно увязана с системой стимулирования сотрудников, либо сотрудникам в текущей деятельности не требуются знания в смежных областях.



Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории свыше 50 лет



Рис. 2.8 Распределение работников по уровню знаний и навыков в возрастной категории свыше 50 лет

4.3.2. Анализ зависимости между результатами аттестации и возрастными категориями сотрудников по блокам

Распределение набранных баллов по блокам по каждой возрастной категории представлено на рис.2.9 Анализ полученных результатов показал, что категория сотрудников до 25 лет имеет более высокий уровень знаний и навыков относительно других групп по всем блокам, кроме блоков «Бухгалтерский учет и аудит» и «Экономика».

Наиболее низкие результаты были показаны всеми возрастными группами по блоку «Бухгалтерский учет и аудит». Полученные баллы

соответствуют среднему уровню знаний и навыков. Категория сотрудников старше 50 лет показала более низкий уровень знаний и навыков относительно других групп по всем блокам, кроме блока «Бухгалтерский учет и аудит».

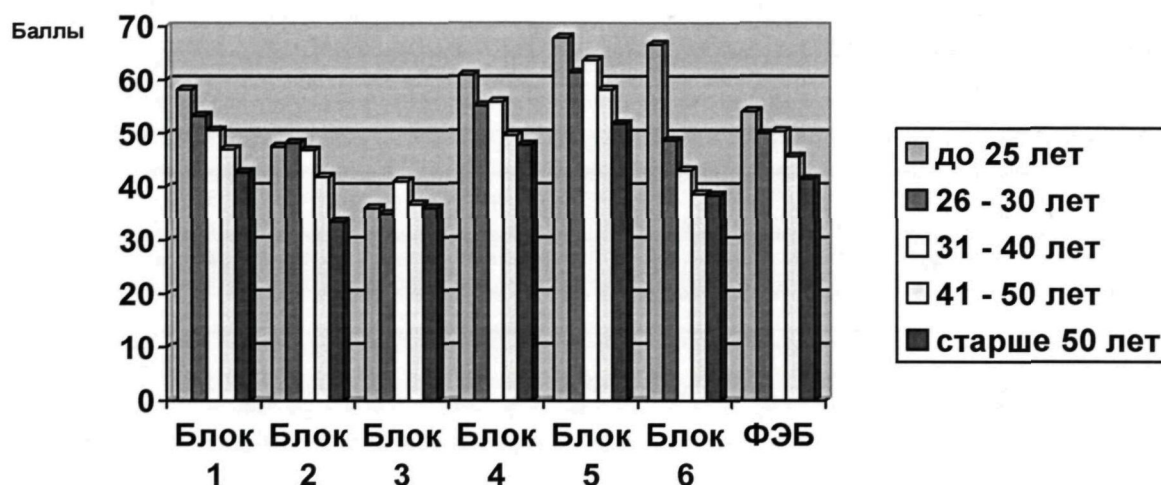


Рис. 2.9 Распределение набранных баллов по блокам и возрастным группам

Такое распределение результатов может быть связано с тем, что, несмотря на постоянные нововведения в области бухгалтерского учета и аудита, уровень знаний и навыков по этому направлению повышается по мере накопления практического опыта, а это происходит с увеличением возраста.

Наиболее явно проявляется преимущество возрастной категории до 25 лет по блоку «Информационные технологии». Средний балл по этому блоку составил 66,6, что соответствует высокому уровню знаний и навыков. Остальные возрастные группы показали средний уровень знаний и навыков по этому блоку, при последовательном снижении средних баллов по мере перехода от группы к группе

(с 48,7 баллов для возрастной категории от 25 до 30 лет и до 38,4 баллов для возрастной категории старше 50 лет). Полученные результаты могут

быть обусловлены тем, что сотрудники наиболее молодой возрастной группы недавно получили необходимые знания и навыки по этому блоку во время обучения в средних и высших учебных заведениях, а сотрудники остальных возрастных групп либо не имели возможности получить необходимые знания и навыки, либо они не были востребованы и в настоящее время забыты.



Рис. 2.10

На рис.2.10 показано распределение баллов сотрудников по блокам в возрастной категории до 25 лет. Наиболее высокий результат категория сотрудников в возрасте до 25 лет показала в блоках «Юридические основы финансово-экономического управления» (61 балл, что соответствует высокому уровню знаний и навыков), «Организационные основы современного финансово-экономического управления» (67,9 баллов, что соответствует высокому уровню знаний и навыков), «Информационные технологии» (66,6 баллов, что соответствует высокому уровню знаний и навыков).

Наиболее низкий результат эта возрастная группа показала по блоку «Бухгалтерский учет и аудит – 36,1 балла, что свидетельствует о

недостаточной подготовке сотрудников по этому направлению профессиональной деятельности.

На рис.2.11 показано распределение баллов сотрудников по блокам в возрастной категории от 26 до 30 лет. Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- уровень знаний и навыков этой возрастной группы является сбалансированным по блокам;
- только по трем блокам («Управление финансами», «Юридические основы финансово-экономического управления», «Организационные основы современного финансово-экономического управления») данная возрастная категория имеет высокий уровень знаний и навыков, при этом необходимо отметить, что результаты приближаются к нижней границе этого уровня;
- по блокам «Экономика», «Бухгалтерский учет и аудит», и «Информационные технологии» данная возрастная категория имеет средний уровень знаний и навыков.

В целом можно сделать вывод о том, что данная возрастная категория несколько уступает по полученным результатам сотрудникам возрастной категории до 25 лет.

Распределение работников по количеству набранных баллов

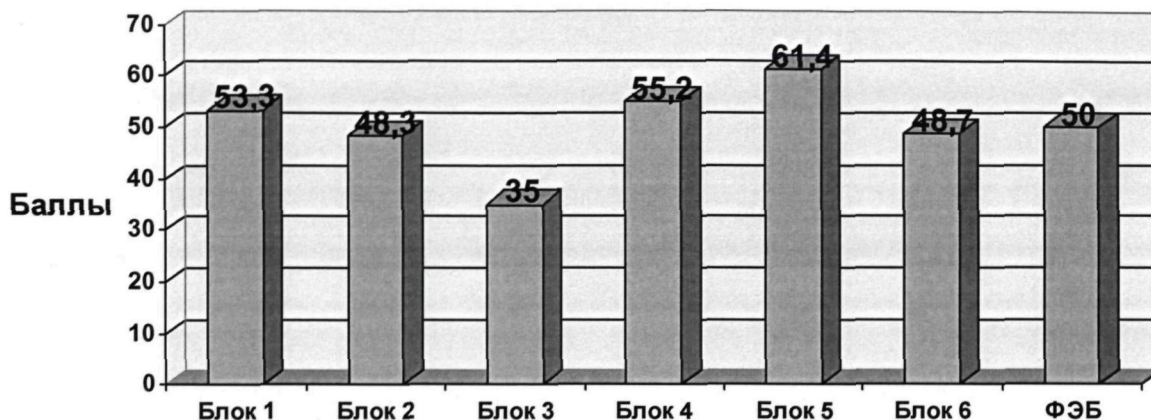


Рис. 2.11

На рис.2.12 показано распределение баллов сотрудников по блокам в возрастной категории от 31 до 40 лет. Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- уровень знаний и навыков этой возрастной группы является сбалансированным по блокам;
- по четырем из шести блоков («Управление финансами», «Экономика», «Бухгалтерский учет и аудит», «Информационные технологии») полученные результаты соответствуют среднему уровню знаний и навыков;
- высокий уровень знаний и навыков данная возрастная группа имеет только по блокам «Юридические основы финансово-экономического управления» и «Организационные основы современного финансово-экономического управления»)

В целом можно сделать вывод о том, что данная возрастная категория несколько уступает по полученным результатам сотрудникам возрастной категории до 25 лет и соответствует уровню знаний и навыков сотрудников возрастной категории от 26 до 30 лет.

Распределение работников по количеству набранных баллов

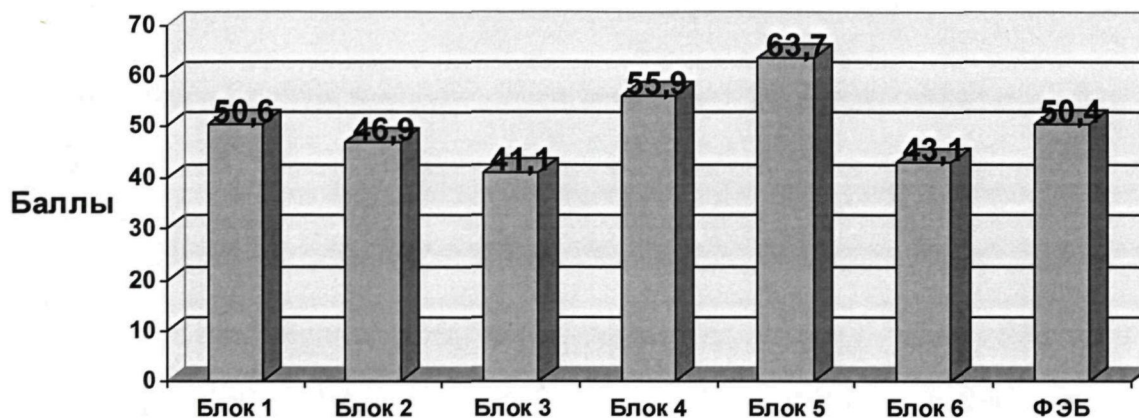


Рис. 2.12

На рис.2.13 показано распределение баллов сотрудников по блокам в возрастной категории 41 до 50 лет. Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- уровень знаний и навыков этой возрастной группы является сбалансированным по блокам ;
- только по одному блоку «Организационные основы современного финансово-экономического управления» эта возрастная категория сотрудников показала высокий уровень знаний и навыков (58,2 балла).

В целом можно сделать вывод о том, что данная возрастная категория имеет средний уровень знаний и навыков, который совпадает с возрастной категорией от 31 до 40 лет и уступает по полученным результатам сотрудникам возрастной категории до 25 лет.

Распределение работников по количеству набранных баллов

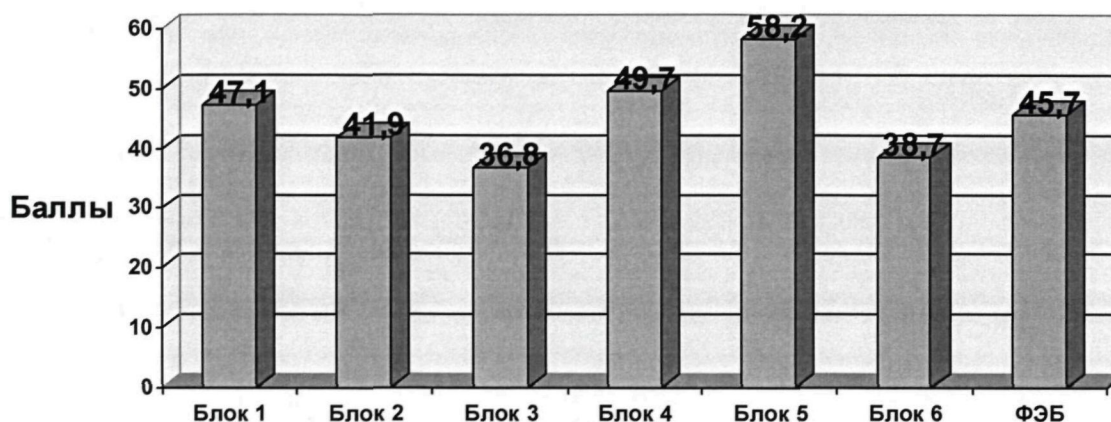


Рис. 2.13

На рис.2.14 показано распределение баллов сотрудников по блокам в возрастной категории старше 50 лет. Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

- уровень знаний и навыков этой возрастной группы является сбалансированным по блокам ;
- только по одному блоку «Организационные основы современного финансово-экономического управления» данная возрастная категория показала высокий уровень знаний и навыков, при этом полученные результаты приближаются к нижней границе оценки (51,8 балла при интервале допустимых значений для этого уровня 50,1-75 баллов);
- оценки по остальным пяти блокам соответствуют среднему уровню знаний и навыков.

Распределение работников по количеству набранных баллов

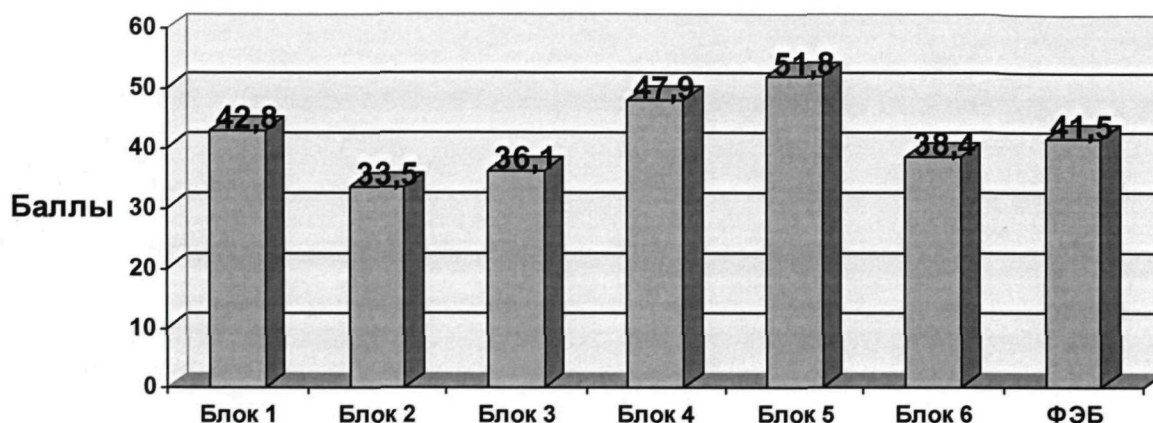


Рис. 2.14

В целом можно сделать вывод о том, что данная возрастная категория имеет средний уровень знаний и навыков и уступает по полученным результатам всем остальным возрастным категориям сотрудников.

Выводы по главе 4

1. Разработана общая структура программного комплекса, включая вопросы проектирования базы данных, ограничений прав доступа с учетом выбранной классификацией пользователей системы.

2. Разработана инструментальная среда «Администратор учебных курсов», объединяющая все учебные курсы в единое информационное пространство и обеспечивающая структуризацию учебных материалов с возможностью формирования логической взаимосвязи модулей за счет их согласования по входным и выходным термам.

3. Разработаны программные компоненты, обеспечивающие интерфейсное взаимодействие с базовыми пакетами подготовки мультимедийных обучающих программ.

4. Разработана методика сквозной переподготовки персонала, включающая этапы профориентации, входного контроля, непосредственно обучения и выходного контроля.

Заключение

1. Проведен системный анализ задач оценки компетенций, которые позволяют определить основные качества персонала, определяющие его рейтинг на основании соответствия должностным обязанностям.

2. На основе проведенного анализа моделей процессов научения и забывания знаний выполнена классификация педагогических методов подготовки и программных технологий формирования образовательного контента, которая позволила выбрать инструментальную оболочку для реализации системы управления кадровым потенциалом.

3. Проведен сравнительный анализ информативности моделей процессов научения и забывания информации, в результате чего предложена система функций Лагерра, которая является полной системой функций и параметризуется экспоненциальными моделями.

4. Разработана рекуррентная схема композиции моделей научения-забывания на перестановке учебных модулей, позволяющая для всех термов, входящих в цепочку предъявляемых модулей, оценить конечные характеристики усвоения материала.

5. Реализована формальная постановка задачи оптимизации учебного плана на основе терм-связности модулей и сетевого представления учебного плана с возможностью определения ранних и поздних моментов предъявления учебного материала.

6. Выполнена формальная постановка задачи многокритериальной оптимизации функций научения и забывания по терм-множествам и сформирована библиотека методов решения задач многокритериальной оптимизации в информационную среду разработки учебных планов системы подготовки и переподготовки персонала.

7. Разработана программная среда консультанта, включающая функции автоматической генерации и последующего интерактивного редактирования образовательной траектории, что позволяет повысить эффективность взаимодействия консультанта с обучаемым.

8. Разработанные методы и алгоритмы прошли апробацию и внедрены для практического применения в ряде предприятий, а также на кафедре АСУ МАДИ. Показано, что внедрение результатов работы позволяет повысить качество и эффективность процесса подготовки персонала.

Литература

1. Алексахин А.В., Николаев А.В., Строганов В.Ю. Развитие системы дистанционного обучения // Человеческие ресурсы. 2002 Г. № 4.
2. Алексеев О.Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. МЛ: Наука, 1987 247 с.
3. Аоки М. Введение в методы оптимизации: основы и приложения нелинейного программирования. М.: Наука, 1977 — 343 с.
4. Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы: Учеб. пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ Дана, 2003. - 270с.
5. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. Учеб. пособие / Под ред. В.А. Садовниченко М.: Высшая школа, 2000. - 190 с.
6. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
7. Башмаков А.И., Старых В.А. Система метаданных для информационных ресурсов сферы образования России, основанная на стандарте LOM // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2004. – № 6. – С. 51–65.
8. Башмаков А.И., Старых В.А. Систематизация информационных ресурсов для сферы образования: классификация и метаданные. – М.: «Европейский центр по качеству», 2003. – 384 с.
9. Бенькович Е.С, Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Практическое моделирование сложных динамических систем, - СПб.: БХВ, 2001.-441с.
10. Бобрищева-Пушкина Н.Д. Информационные технологии в образовании – психофизиологический и личностный аспект (<http://ito.bitpro.ru>).
11. Бобылев С.Н. Развитие человеческого потенциала в России// ВМУ: серия 6 — Экономика, №1, 2005, с. 41-63.

12. Богданов Ю.Н., Зорин Ю.В., Шмонин Д.А. Мотивация персонала// Методы менеджмента качества, №11,2001, с. 14-20.
13. Борисова Н., Борисов Н. Поиск лучшего специалиста// РИСК, №1, 2005, с. 57-63.
14. Будихин А.В., Буров Д.А., Николаев А.В., Остроух А.В. Актуализация сведений о данных информационной системы средствами активного словаря-справочника данных, Научный вестник МГТУ ГА, серия Аэромеханика и прочность. 2007, №119.
15. Букин С. Коррекция персонала банка// Банковские технологии, №3, 2004, с. 69-73.
16. Буров Д.А., Краснянский М.Н., Остроух А.В., Суркова Н.Е. Разработка электронных образовательных ресурсов нового поколения по дисциплине «Материаловедение», Научный вестник МГТУ ГА, серия Аэромеханика и прочность. 2008, №130.
17. Васильев В.И., Демидов А.Н., Малышев Н.Г., Тягунова Т.Н. Методологические правила конструирования компьютерных педагогических тестов, - М.: Изд-во ВТУ, 2000.
18. Васильев В.И., Тягунова Т.Н. Основы культуры адаптивного тестирования, - М.: Издательство ИКАР, 2003. - 584 с.
19. Васильков Ю.В. Василькова Н.Н. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании.: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002.
20. Вепринцев А., Суворов Е. Высокие технологии и человеческий фактор// Бухгалтер и компьютер, №11, 2003, с. 9-11.
21. Вереvченко А.П., Горчаков В.В. и др. Информационные ресурсы для принятия решений.- Учебное пособие. М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002.-560с.
22. Вереникин А.О. Человеческий капитал: концептуальные основания и особенности проявления// США. Канада. Экономика. Политика. Культура. №3,2005, с. 85-101.

23. Ветлужских Е.Н. Оценка результативности и эффективности обучения// Методы менеджмента качества, №5, 2004, с. 32-36.
24. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций.: Учеб. для вузов / Под ред. В.С.Зарубина, А.П. Крищенко. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. - 436 с.
25. Гаврилова Т.А. Разработка теории и технологии проектирования многоагентных интеллектуальных адаптивных систем дистанционного обучения (<http://www.csa.ru/ailab/grants>).
26. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. М.: Мир, 1985.-510 с.
27. Глазов Б.И., Ловцов Д.А. Копьютеризированный учебник – основа новой информационно-педагогической технологии. // ж. Педагогика. №6, 1995.
28. Голиков А. Хочу всё знать: Произвольные отчеты в программе «1С: Зарплата и кадры 7.7»// Бухгалтер и компьютер, №5, 2004, с. 8-10.
29. Голуб Б.А. Основы общей дидактики. /Учеб. пособие для студ. педвузов. – М.:Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.
30. Гура В.В. Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и сред / В.В.Гура // – Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2007.
31. Гура В.В. Теория и практика педагогического проектирования электронных образовательных ресурсов (на примере ресурса «социальная педагогика») Учебное пособие./В.В.Гура// - Таганрог: издательство Кучма Ю.Д., 2006
32. Гура В.В., Дикарев С.Б. Система проектирования электронных образовательных ресурсов /В.В.Гура, С.Б.Дикарев // Монография – Ростов-на-Дону: Издательство ООО «ЦВВР», 2003
33. Гутгарц Р.Д. Информационные технологии в управлении кадрами. - М. : ИНФРА-М, 2001. 235 е.- (Секреты менеджмента). - Библиогр.: с. 218231.

34. Джабраилова З.Т., Мамедова М.Т. Нечеткий логический подход к задаче оценки кадрового потенциала// Менеджмент в России и за рубежом, №5,2004, с. 111-117.
35. Дизайн-эргономика в современной образовательной среде /Межрегиональная научно-практическая конференция, М.: Из-во СГУ, 2007 – 68 с.
36. Дистанционное обучение: Учебное пособие / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Гуманит. изд. центр «Владос», 1998.
37. Дубровин А.Д. Интеллектуальные информационные системы / Учебное пособие, - М.: МГУКИ, 2008.
38. Дубьянская Г.Ю. Экономико-статистический анализ заработной платы в России, 1991 2001гг. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 256с.
39. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен: Пер. с англ./ Под ред. В.Л. Стефанюка. М.: Мир, 1976. - 512 с.
40. Евтушенко Ю.Г., Мазурик В.П. Программное обеспечение систем оптимизации. М.: Знание, 1989 47 с.
41. Елкина О.С., Половинко В.С. Экономическое поведение работников на рынке труда: Монография. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2001. - 278с.
42. Емельянов А.А., Власова Е.А. Имитационное моделирование в экономических информационных системах. Учебное пособие. М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 1996.
43. Жажа Е.Ю. Формализованная модель учебного плана в задаче оптимизации индивидуальной образовательной траектории / Жажа Е.Ю., Николаев А.Б., Строганов Д.В., Трещеткина Е.Ю., Приходько Л.В. // Наука и образование: Электронное научно-техническое издание. № 11. DOI: 10.7463/1112.0506173 – М.: МГТУ им. Баумана, 2012.
44. Жажа Инновационный менеджмент в формировании научно-технической политики предприятия. Тез. докл. Международной научно -

практической конференции “Управление 98”, Государственная академия управления, М., 1998.

45. Жажа Е.Ю. Анализ и выбор механизмов и моделей управления персоналом / Жажа Е.Ю., Суэтина Т.А., Ягудаев Г.Г. //Методы и модели автоматизации поддержки управленческих решений: сб. науч. тр. МАДИ. – М.: МАДИ, 2011. – С. 4-14.

46. Жажа Е.Ю. Анализ моделей научения и забывания учебной информации в системе подготовке персонала промышленных предприятий / Жажа Е.Ю., Суэтина Т.А., Ягудаев Г.Г. // Методы и модели автоматизации поддержки управленческих решений: сб. науч. тр. МАДИ. – М.: МАДИ, 2011. – С. 15-21.

47. Жажа Е.Ю. Принципы структуризации учебно-методических материалов на основе графа связности понятий и компетенций / Жажа Е.Ю., Суэтина Т.А. // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – № 2; URL: auts.esrae.ru/2-49 (дата обращения 26.12.2012).

48. Жажа Е.Ю. Модели агрегирования оценочных показателей в системе аттестации персонала промышленных предприятий / Суэтина Т.А., Ягудаев Г.Г., Жажа Е.Ю. // Автоматизация и управление в технических системах. – 2012. – № 1; URL: auts.esrae.ru/1-47 (дата обращения 26.12.2012).

49. Жажа Е.Ю. Рекуррентная схема генерации кусочно-функциональной зависимости процесса научения-забывания //Электронный научно-методический журнал Центра дистанционного обучения Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (ЦДО МАДИ). №1. – М.:МАДИ, 2013, с.39-49(дата обращения 06.02.2013).

50. Жажа Е.Ю. Многокритериальная задача оптимизации последовательности предъявления учебного материала //Электронный научно-методический журнал Центра дистанционного обучения Московского автомобильно-дорожного государственного технического

университета (ЦДО МАДИ). №1. – М.:МАДИ, 2013, с.50-59(дата обращения 06.02.2013).

51. Иванова-Швец Л.Н. Управление трудовыми ресурсами: Учебное пособие / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. 2004. 122с.

52. Иванченко В. Информационные технологии и системы управления// Экономист, №4, 2004, с. 37-41.

53. Интернет-обучение: технологии педагогического дизайна /Под ред. М.В. Моисеевой. – Издательский дом «Камерон», 2004 – 216 с.

54. Кабардов М.К. Система "учитель-метод-ученик": дифференциально-психологические и психофизиологические аспекты. – Психологический институт РАО, 2000. (<http://www.a-z.ru/psinstrae/research>).

55. Каверец С.Б. Мотивация труда. РАН Институт психологии. Тамбовский ГУ.-М.: 1998-224с.

56. Коган А.Ф. Диагностика целеполагания в педагогике: общие требования к построению компьютерных тестов целеполагания. ж. Практическая психология и социальная работа. - №2. - Киев, 2000. - С.22-26.

57. Коджаспирова Г.М., Петров К.В. Технические средства обучения и методика их использования/ Учебное пособие, - М.: «АКАДЕМА» - 2001.

58. Козленко С.А., Саплина Е.В. Современные информационные технологии на уроках истории в профильной школе. //ж. История. № 22, 2007.

59. Козлов В.А. Открытые информационные системы. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 224 с.

60. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. — М.: Логос, 2002. 392 е.: ил.

61. Линейное и нелинейное программирование / Под ред. И.Н. Ляшенко. Киев: Выща шк., 1975. 372 с.

62. Лихачева Г.Н. Информационные технологии в экономике: Учебно-практ. пособие. -М.: МЭСИ, 1998.

63. Магура М.И. Поиск и отбор персонала: настольная книга для предпринимателей, руководителей, менеджеров и специалистов кадровых служб.-2-е изд., перераб. и доп. -М. : "Бизнес-школа "Интел-Синтез", 2001. 272 с. : табл.

64. Мазманова Б.Г. Управление оплатой труда: учеб. пособие для вузов. М. : Финансы и статистика, 2001. - 368 с. : ил.

65. Майбуров И. Эффективность инвестирования и человеческий капитал в США и России// Мировая экономика и международные отношения, №4, 2004, с. 3-13.

66. Майо Д. С#: Искусство программирования. Энциклопедия программиста: Пер. с англ., - СПб.: «ДиаСофтЮП», 2002. - 656 с.

67. Максимова А. Как писать для Web'а. // По материалам исследований Якова Нильсена (Jacob Nielsen, <http://www.useit.com>). (e-mail: sashka@itcenter.ru)

68. Маркетинговое исследование рынка профессиональных знаний и навыков: карьерное планирование// Менеджмент в России и за рубежом, №1, 2003, с. 42-59.

69. Марысаев Виктор "Интернет и мультимедиа", - М.: Terra-Книжный клуб, 2001. – 320 с.

70. Масленникова Н.П. Управление коллективом в процессе внедрения нововведений// ЭКО, №9, 2002, с. 87- 96.

71. Маслов В. О стратегическом управлении персоналом// Проблемы теории и практики управления, №5, 2002, с. 89-106.

72. Мелединек Адольф. Инженерная педагогика. – М.: МАДИ (ТУ), 1998.

73. Мину М. Математическое программирование. Теория и алгоритмы: Пер. с франц. М.: Наука, 1990.-488 с.

74. Миньо Э. Персонал основа любой компании// Методы менеджмента качества, №8, 2004, с. 31-31.
75. Мкртчян С.О. Нейроны и нейронные сети. (Введение в теорию формальных нейронов) — М.: Энергия, 1971. — 232 с.
76. Многокритериальная оптимизация: Мат. Аспекты / Б.А. Березовский, Ю.М. Барышников, В.И. Борзенко, Л.М. Кемпнер. М.: Наука, 1989. — 126 с.
77. Надеждина Л. Непростые сверхурочные// Социальная защита. Трудовые отношения, №8, 2004, с. 14-18.
78. Назарова Т.С., Полат Е.С. Средства обучения: технология создания и использования,- М.: Изд-во УРАО, 1998.
79. Немировский А.С., Юдин Д.Б. Сложность задач и эффективность методов оптимизации. М.: Наука, 1979. — 383 с.
80. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов: Учебник. СПб.: Питер, 2002. - 304 с.
81. Нурминский Е.А. Численные методы выпуклой оптимизации. М.: Наука, 1991- 165 с.
82. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации/ Пер. с польского И.Д. Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с.:ил.
83. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие/ А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. М.: Высш. шк., 2002. — 544 е.: ил.
84. Пападимитриу Х.Х. Комбинаторная оптимизация: алгоритмы и сложность. М.: Мир, 1985 510 с.
85. Переверзев В.Ю. Критериально-ориентированное педагогическое тестирование / учебное пособие, - М . : Логос, 2003.
86. Плаксина С. Момент истины: принцип построения информационной системы управления производственным предприятием// Бухгалтер и компьютер, №4, 2004, с. 26-30.

87. Плеханов П. Компетентность персонала основа Системы Менеджмента Качества// Компас промышленной реструктуризации, №3, 2004, с. 34-35.
88. Подиновский В.В., Гаврилов В.М. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. М.: «Сов. Радио», 1975 — 192 с.
89. Подкопаев Ю.К. Качество управления персоналом// Методы менеджмента качества, №11, 2001, с.7-11.
90. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983 384 с.
91. Поляков В.А. Технология карьеры: Практ.руководство. Академия нар.хоз. при правительстве РФ. -М. : "Дело Лтд", 1995. 128с.
92. Поляков Е.Ю., Тимофеев А.В. Некоторые особенности управления персоналом крупных компаний ТЭК в современных условиях// Менеджмент в России и за рубежом, №3, 2004, с. 106-119.
93. Ракоти В.Д. Заработная плата и предпринимательский. -М. : Финансы и статистика, 2001. 224 с.: ил.
94. Распознавание образов: состояние и перспективы/ К. Верхаген, Р. Дейн, Ф. Грун и др. — М.: Радио и связь, 1985. 104 с.
95. Ржаницына Л.С. Цена рабочей силы в условиях рынка. М.: Профиздат, 1995.- 109 с.
96. Рынок труда и доходы населения: Учеб.пособие для вузов / Под ред. Н.А.Волгина. -М. : Информ.-издат.дом "Филин", 1999. 280с.
97. Сергеев А.С. Автоматизация процедур формирования манифеста и метаданных при разработке SCORM-совместимых электронных учебных модулей, - М.: Рособразование, 2008.
98. Сергеев А.С., Несмелова М.Л. Создание открытой образовательной модульной мультимедиа системы по истории, - М. Просвещение, 2007.
99. Сиротюк А.Л. Обучение детей с учетом психофизиологии. Практическое руководство для учителей и родителей. – М.: Сфера, 2000.
100. Скавитин А.В. Управление сокращением персонала: опыт Великобритании// Менеджмент в России и за рубежом, №2, 2004, с. 65-70.

101. Скибицкий Э.Г. Дидактическое обеспечение процесса дистанционного образования. //ж. Дистанционное образование №1, 2000, стр.21-25.

102. Скибицкий Э.Г., Холина Л.И. Психолого-педагогические аспекты дистанционного обучения / – Новосибирск.: НИПКИПРО, 1999.

103. Смагина Т.В., Бланк К.Н., Каспаров В.Л. Как повысить компетентность и осведомленность персонала// Методы менеджмента качества, №1, 2004, с. 42-45.

104. Соловов А.В. Информационные технологии обучения в профессиональной подготовке // ж. Высшее образование в России. – №2, 1995.

105. Староверов О.В. Вложения в человеческий капитал и оплата труда// Экономика и математические методы, №2, 2005, с. 38-43.

106. Суровцев И.С., Клюкин В.И., Пивоварова Р.П. Нейронные сети. — Воронеж: ВГУ, 1994. — 224 с.

107. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации. М.: Наука, 1986 325 с.

108. Тарифно-квалификационные характеристики по общеотраслевым профессиям рабочих: Комментарий к КЗоТ.- 2-е изд., доп. -М. : ИНФРА-М. - 120 с.

109. Тимофеев А.В. Принципы политики оплаты труда персонала крупного промышленного холдинга// Менеджмент в России и за рубежом, №4, 2004, с. 118-128.

110. Травин В.В., Дятлов В.А. Менеджмент персонала предприятия: Учеб.-практ. Пособие. 3-е изд. — М.: Дело, 2000. - 272 с.

111. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов: Пер. с англ./Под ред. Ю.И. Журавлева. М.: Мир, 1978. - 412 с.

112. Шекшня С.В. Планирование персонала и прием на работу. -М.: Бизнес-школа: Интел-Синтез, 1997. 80 с.

113. Шестак Н.В. ВЫСШАЯ ШКОЛА: технология обучения. – М.: Вузовская книга, 2000.

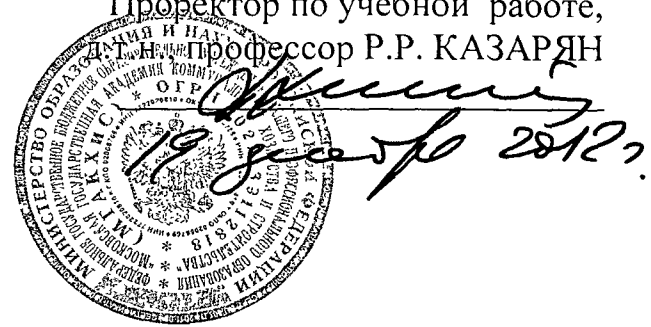
114. Шкатулла В.И. Настольная книга менеджера по кадрам. -М.: НОРМА, 2000. 560 с.
115. Штойер, Ральф. Многокритериальная оптимизация. Теория вычисления и приложениям.: Радио Связь, 1992 504 с.
116. Avrutin v., Schutz M. Remarks to simulation and investigation of hybrid systems, // Гибридные системы. Model Vision Studium: Труды междунар. науч.-технич. конф.- СПб.: Изд-во СПбГТУ , 2001. - с.64-66.
117. Baleani M., Ferrari F., Sangiovanni-Vincentelli A.L., and Turchetti HW/SW Codesign of an Engine Management System. In Proc. Design Automation and Test in Europe, DATE'00, Paris, France, March 2000, pp.263-270.
118. Ball G.H., Hall D.J. Isodata, a self organizing computer program for the desing of pattern recognition preproccession. IFIP Congress, 1965. P. 329-330
119. Bellman R. Dynamic programming.- Princeton: Princeton University Press, 1957.-400 с.
120. Bruck D., Elmqvist H., Olsson H., Mattsson S.E. Dymola for multi-engineering modeling and simulation. 2" International Modelica Conference, March 18-19 2002, Proceedings, pp. 55-1 - 55-8.
121. Bunus P., Fritzson P. Methods for Structural Analysis and Debugging of Modelica Models. 2 International Modelica Conference, 2002, Proceeding, pp. 157-165.
122. Miller George, The magical Number Seven, Plus Or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Information Processing, The Psychology Review, vol. 63, N 2, March 1956.
123. Modelica - A Unified Object-Oriented Language for Physical Systems Modeling. Tutorial. Version 2.0, July 10, 2002.
124. Patten Recognition in Practice./ Ed. By L.N. Gelsema and L.N. Kanal. Amsterdam, 1980. - 396 p.
125. Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций: пер. с англ./ Хэмди, А. Таха.- 6-е изд.- М.: Вильяме,2001.-912с.

126. Tiffin, J. and Rajasingham, L. «Education in an Information Society» («Обучение в информационном обществе»). London «Biddles Ltd» – 1995.

ПРИЛОЖЕНИЕ. Акты о внедрении результатов работы

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
Профессор Р.Р. КАЗАРЯН



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы

диссертационной работы Жажа Елены Юрьевны на тему «Мониторинг и управление кадровым потенциалом на основе моделирования процессов забывания и научения» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

Результаты диссертационной работы Жажа Елены Юрьевны на тему «Мониторинг и управление кадровым потенциалом на основе моделирования процессов забывания и научения» внедрены в учебном процессе МГАКХиС при подготовке студентов по направлениям «Экономика строительства», «Экономика и управление в строительстве».

Использование предложенных в диссертации методов, моделей, алгоритмов и программных средств моделирования процессов научения и забывания, а также формирования учебных планов подготовки, позволяют повысить эффективность системы аттестации по критерию точности оценки квалификационных характеристик сотрудников, профессорско-преподавательского состава академии.

Внедрение результатов работы позволяет повысить качество и эффективность процессов обучения в системе аттестации персонала промышленных предприятий

Заместитель заведующего кафедрой
АТПиСП к.т.н., доцент

Барков В.В.

149

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы
диссертационной работы Жажа Елены Юрьевны на тему «Мониторинг и управление кадровым потенциалом на основе моделирования процессов забывания и научения» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

Десятое января 2013 года

г.Москва

Настоящий акт составлен в том, что результаты диссертационной работы Жажа Елены Юрьевны на тему «Мониторинг и управление кадровым потенциалом на основе моделирования процессов забывания и научения» внедрены в нашей организации.

Использование предложенных в диссертации методов, моделей, алгоритмов и программных средств моделирования процессов научения и забывания, а также формирования учебных планов подготовки, позволяют повысить эффективность системы аттестации по критерию точности оценки квалификационных характеристик сотрудников.

Внедрение результатов работы позволяет повысить качество и эффективность процессов обучения в системе аттестации персонала нашего предприятия.

Генеральный директор
ООО «Спецстройбетон» к.т.н.



Лукашук П.И.