

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Власенко Алексей Александрович

Разработка адаптивной системы дистанционного обучения в сфере
информационных технологий

05.13.17 Теоретические основы информатики

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель

д.ф.-м.н., проф.

Шашкин А.И.

Воронеж 2014

Содержание

Введение.....	4
ГЛАВА 1. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	8
1.1 Дистанционное обучение, его особенности и существующие системы	8
1.2 Особенности образования в сфере информационных технологий	20
1.3 Теоретические предпосылки создания АСДО	23
1.4 Цели и задачи исследования	25
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ	28
2.1 Структура АСДО в сфере информационных технологий.....	29
2.2 Разработка модели обучающегося	38
2.3 Разработка математической модели взаимодействия информационных процессов АСДО	40
Выводы второй главы	45
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ	47
3.1 Разработка алгоритма построения учебного плана на основе анализа покрытия компетенций.....	47
3.2 Применение методов сетевого планирования для управления учебным планом	75
Выводы третьей главы	83
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АСДО В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	85
4.1 Структура программного комплекса	85
4.2 Выбор средств разработки программного комплекса.....	88

4.3 Разработка базы данных для адаптивной системы дистанционного обучения	89
4.4 Реализация интерфейса программного комплекса	95
4.5 Пример построения учебного плана и использованием компетентностного подхода	105
Выводы четвертой главы	111
Заключение	112
Литература	113

Введение

Актуальность работы. Активное внедрение информационных технологий (ИТ) во все сферы человеческой деятельности предопределяет необходимость использования современных форм подготовки высокопрофессиональных квалифицированных кадров в области профессионального образования.

Сегодня в силу вступает новая тенденция образования, основанная на двух направлениях [7]:

1) развитие открытого, дистанционного образования, технологической основой которого являются информационные и телекоммуникационные технологии;

2) универсализация содержания и методик обучения, что решается посредством широкого внедрения и развития электронных форм передачи материала.

Дистанционное обучение позволяет учиться в своем собственном темпе, исходя из своих потребностей в образовании и личностных особенностей. Так же оно позволяет не ограничивать себя в выборе образовательного учреждения, независимо от того, в каком регионе проживает обучающийся. В процессе дистанционного обучения используются современные технологии, что также позволяет освоить навыки, которые в будущем пригодятся в работе и повседневной жизни. Одним из самых главных удобств является возможность самим корректировать и составлять график обучения, расписание занятий, а также список изучаемых предметов. Нельзя не отметить еще одно достоинство – это обучение в максимально комфортной и привычной обстановке, что способствует повышению его продуктивности.

Существующие системы дистанционного образования ориентированы на широкий спектр направлений подготовки специалистов и не учитывают особенности подготовки специалистов в сфере информационных технологий. Помимо этого современные образовательные стандарты предполагают переход от групповой подготовки к индивидуальным программам, с возможностью выбора обучающимся предпочтительных дисциплин для изучения.

Актуальность диссертационной работы заключается в необходимости разработки моделей, алгоритмов и программных средств для создания современной адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий, которая будет соответствовать современным образовательным стандартам и в тоже время поддерживать индивидуализацию учебного процесса для повышения качества его результатов.

Цель работы. Целью диссертационной работы является разработка структуры и алгоритмического обеспечения адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий с использованием компетентностного подхода.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие основные задачи:

- 1) анализ существующих методов реализации адаптивного подхода в дистанционном обучении, определение требований к разрабатываемой системе на основании действующих стандартов;
- 2) разработка структуры адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий;
- 3) разработка моделей и методов адаптации на уровне планирования учебного процесса;
- 4) разработка программного обеспечения, реализующего адаптивную систему дистанционного обучения.

Методы исследования. Теоретическая часть работы построена на исследовании процессов создания, накопления и обработки информации. Научные результаты получены с использованием методов системного анализа и математического моделирования, теории принятия решений, теории оптимизации, теории графов, сетевого планирования и управления.

Научная новизна. В диссертационной работе получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- 1) разработана структура АСДО, отличающаяся наличием блока коррекции учебного плана, который позволяет на основе модели обучающегося

осуществлять динамическое изменение индивидуального учебного плана на любом этапе обучения;

2) впервые предложены количественные характеристики учебных дисциплин (эффективность, вес, коэффициенты согласованности и рассогласованности интересов обучающегося и требований рынка труда), учитывающие реализуемые ими компетенции и обеспечивающие максимальную адаптацию учебного процесса при проектировании учебного плана;

3) предложен комплекс компонентов оптимизационной модели, включающий ограничения на коэффициенты согласованности, технологические и стратегические ограничения, а также различные варианты целевых функций, особенностью которого является многоальтернативный подход к разработке оптимального учебного плана, адаптированного к обучающемуся;

4) предложен двухэтапный алгоритм формирования учебного плана, включающего совокупность дисциплин, покрывающих заданный набор компетенций, отличительной особенностью которого является эвристическая процедура выбора дисциплин, основанная на жадной стратегии;

5) разработан программный комплекс, реализующий предложенные в работе методы организации учебного процесса, отличающийся особой структурной организацией компонентов, позволяющих в интерактивном режиме изменять модель обучаемого и корректировать учебный план.

Практическая ценность работы. В результате проведенных исследований разработаны теоретические основы создания АСДО, реализованные в программном комплексе. Полученные результаты в форме моделей и алгоритмов могут быть использованы как элементы для разработки индивидуального учебного плана обучающегося, а также подходов к оптимизации учебного плана на основе согласования требований рынка труда и предпочтений обучающегося. Основные результаты диссертационных исследований внедрены в учебный процесс в негосударственном учебном учреждении «Центр рационального природопользования».

Апробация работы. Основные результаты, полученные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на следующих международных и всероссийских конференциях: Международная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики» (Воронеж, 2011); Международная конференция «Инженерия знаний» (Воронеж, 2012); Открытая Российская конференция «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации» (Воронеж, 2013);

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 2 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Содержание работы. В первой главе обоснована необходимость свойства адаптации для образовательной системы в области информационных технологий, что обусловлено ее постоянной динамикой. Проведен обзор и сравнительный анализ подходов к построению современных систем дистанционного обучения. Сформированы требования к разрабатываемой адаптивной системе дистанционного обучения в сфере информационных технологий. Во второй главе предложена структура адаптивной системы дистанционного обучения, подробно описаны компоненты данной системы и их взаимосвязь. Разработана математическая модель взаимодействия информационных процессов. В третьей главе проводится алгоритмизация процесса создания индивидуального учебного плана с учетом предпочтений обучающегося. Предложены параметры согласования компетенций и содержания учебного процесса с точки зрения предпочтений обучающегося и требований рынка труда. В четвертой главе описывается структура программной платформы, позволяющая экспериментально проверить эффективность вышеописанных моделей и алгоритмов. Приводится общее описание разработанного программного комплекса. Рассматривается его графический интерфейс и функциональные возможности.

ГЛАВА 1. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В данной главе рассмотрено текущее состояние дистанционного образования в России и за рубежом. Выявлены достоинства и недостатки существующих систем дистанционного обучения. Представлены особенности образования, в частности дистанционного, в сфере информационных технологий. Предложены способы повышения качества дистанционного образования в сфере информационных технологий на основе обеспечения его соответствия новым образовательным стандартам.

1.1 Дистанционное обучение, его особенности и существующие системы

Активное внедрение информационных технологий во все сферы человеческой деятельности предопределяет необходимость использования современных форм подготовки высокопрофессиональных квалифицированных кадров в области высшего профессионального образования.

28 февраля 2012 года президентом России подписан Федеральный закон № 11-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации "Об образовании" в части применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий». Данный закон регламентирует порядок организации электронного и дистанционного образования в России [81].

Статья 15 пункт 1 данного закона гласит: «При реализации образовательных программ вне зависимости от форм обучения могут применяться электронное обучение, дистанционные обучение в порядке, установленном органом федеральной исполнительной власти, осуществляющим функции государственной политики и нормативному и правовому регулированию в образовательной сфере» [81].

Под электронным обучением понимается организация учебного процесса с применением хранящейся в базе данных и используемой при подготовке образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку технологий, средств, а также телекоммуникационных сетей, обеспечивающих трансляцию по линиям связи указанной информации, взаимодействие всех участников образовательного процесса [14].

Под дистанционными образовательными технологиями понимаются технологии, реализуемые в большей степени с применением информационных сетей при дистанционном взаимодействии обучающихся и системы обучения либо педагогов [14].

«При реализации программ образования с применением преимущественно электронного обучения, дистанционного обучения в образовательных учреждениях должны быть обеспечены условия для функционирования информационной и электронно-образовательной среды, включающей в себя электронные поисковые ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность технологий информационного характера, технологий телекоммуникации, соответствующих технических средств и обеспечивающей освоение обучающимися учебных планов в необходимом объеме независимо от мест их нахождения» [14].

В соответствии с указанными изменениями в силу вступает новейшая тенденция образовательного процесса, основанная на следующих направлениях [16]:

1) распространение доступного, дистанционного образования, технологической основой которого служат информационные технологии и средства телекоммуникации;

2) стандартизация наполнения и методологии обучения, что решается путем повсеместного внедрения и распространения электронных форм представления и передачи материала.

В данных случаях, определенно, весомую роль получают электронные системы обучения, представляющие собой комплекс учебно-методических

материалов, способствующих лучшему усвоению обучающимися учебных компетенций по специальности [18].

Электронные обучающие системы в себя включают:

- 1) учебные стандарты дисциплин;
- 2) лекционные занятия;
- 3) учебный план и указания по выполнению практических и лабораторных заданий, курсовых работ;
- 4) методические пособия и руководства для самостоятельной работы обучающихся;
- 5) тестовые испытания по дисциплинам;
- 6) справочные материалы;
- 7) ссылки на электронные библиотеки;

Наиболее оптимальной формой организации процесса обучения с использованием электронных обучающих систем является дистанционное образование. Схема организации дистанционного обучения представлена на рис. 1.1.1.

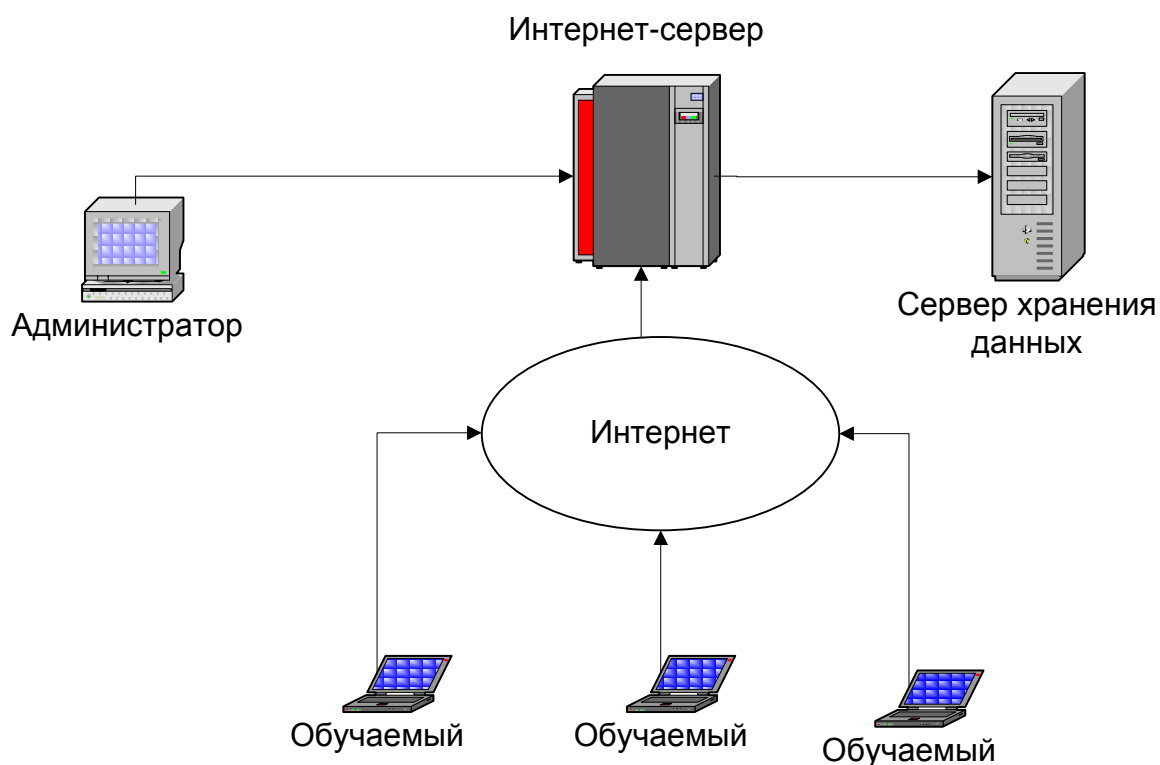


Рис. 1.1.1. Процесс дистанционного обучения

В Концепции развития и создания дистанционного обучения (ДО) в России приведено такое определение ДО [2]: «Дистанционное образование – комплекс образовательных мер и услуг, предоставляемых большому объему населения в стране и за ее пределами при помощи специализированной информационно-образовательной среды, основанной на средствах обмена учебной информацией дистанционно (спутниковое телевидение, радио, компьютерная связь и т.п.). ДО является одной из основных форм непрерывного образовательного процесса, которое призвано реализовать права человека на получение образовательных услуг».

Выделяют следующие преимущества ДО [45]:

1) Обучение в индивидуальном темпе – скорость познания учебных материалов устанавливается непосредственно обучающимся в зависимости от его личных желаний и обстоятельств.

2) Свобода и гибкость обучения – обучающийся может выбрать любой из предоставляемых на выбор многочисленных курсов обучения, а также абсолютно самостоятельно рассчитывать сроки и продолжительность занятий по дисциплинам.

3) Доступность обучения для любого человека – независимо от вашего географического и иного положения, вы имеете возможность получить образование дистанционно в любом ВУЗе, поддерживающем указанные технологии, что позволяет удовлетворить образовательные потребности каждого человека.

4) Скорость взаимодействия – эффективное осуществление взаимосвязи между преподавателем и обучающимся является неотъемлемым элементом учебного процесса.

5) Технологичность учебного процесса – использование в учебном процессе новейших достижений информационных и телекоммуникационных технологий.

6) Социальное равноправие – подразумевает одинаковые возможности получения дистанционного образования в независимости от места проживания,

состояния здоровья, национальной принадлежности и материального состояния обучающегося.

7) Творчество – благоприятные условия для личного самовыражения обучающегося в процессе обучения.

Наряду с указанными достоинствами также имеется несколько недостатков [17]:

1) Отсутствует вербальное взаимодействие между обучающимся и преподавателем, т.е. отсутствуют те моменты, связанные с индивидуальным подходом к обучению и воспитательным процессом. Ведь если рядом нет преподавателя, который эмоционально окрашивает материал и способствует восприятию материала, это, несомненно, весомый минус.

2) В процессе домашнего обучения отсутствует часть индивидуально-психологических факторов, которая характерна для классического образования. Для получения дистанционного образования необходима строгая самодисциплина, а результат обучения непосредственно зависит от самостоятельности обучающегося.

3) Необходима возможность постоянного доступа к источникам получения учебных материалов (электронных учебников, видеоматериалов и т.д.), а для этого нужна серьезная техническая база, в том числе, высокоскоростной доступ к сети Интернету.

4) Отсутствуют такие важные формы занятий, как практические занятия, семинары, которые необходимы для успешного закрепления материала и более качественного его усвоения.

5) Электронные ресурсы обучения не всегда хорошо реализованы и удовлетворяют действующим требованиям и стандартам из-за недостаточной квалификации специалистов, которые их реализовывали.

6) В дистанционном образовании обучение ведется предпочтительно только в письменной форме. Для некоторых обучающихся отсутствие возможности и излагать свои знания и навыки в устной форме может вызвать собой некачественное усвоение материала и множество прочих проблем.

Наиболее широкое развитие ДО получило в настоящее время в тех странах, где исторически для этого сложились необходимые предпосылки, а именно: хорошо развитая телекоммуникационная инфраструктура, наличие большой территории государства (где есть немало удаленных от центра районов) и развитая система традиционного образования. Это, прежде всего такие страны, как США, Канада, Австралия и Великобритания. В этих странах действуют различные учебные заведения и образовательные телекоммуникационные сети, позволяющие всем желающим пройти дистанционное обучение. На рис. 1.1.2 приведена тенденция развития дистанционного образования в США в промежуток времени с 2005 по 2012 годы [17].



Рис. 1.1.2. Тенденция развития ДО в США

В России дистанционное обучение также используется, и существует ряд систем, некоторые из которых поставляются зарубежными разработчиками, другие же разработаны в России и учитывают особенности образования нашей страны. На необходимость развития дистанционного образования указывает новый закон об образовании.

Обзор основных систем дистанционного обучения приведен в таблице 1.

Табл. 1.1.1. Обзор существующих систем дистанционного обучения

Название системы	Особенности
IBM Lotus Workplace Collaborative Learning, IBM 2009	<p>Универсальная обучающая система, представляющая собой надежную и масштабируемую систему дистанционного обучения.</p> <p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – возможность составлять учебные программы проведение занятий; – возможность контролировать результаты обучения и тестового контроля; – возможность организовать дискуссии и обмен опытом. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – привязка к решениям компании IBM; – сложность русификации и локализации.
Oracle Learning Management, Oracle 2007	<p>Интернет-система для обеспечения процессов обучения и повышения квалификации.</p> <p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – контролирует все этапы процесса обучения: составление учебных курсов, планирование учебного процесса, доставку обучающимся курсов и других необходимых материалов, контроль и анализ знаний; – предоставляет возможность индивидуализации обучения. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – требовательная к аппаратным ресурсам, требует СУБД Oracle.

Moodle 2002	<p>Представляет собой бесплатное веб-приложение, предоставляющее возможность создавать порталы для онлайн-обучения.</p> <p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – распространяется бесплатно; – открытый исходный код; – инструментарий для создания обучающих и контролирующих программ; – большой опыт использования; – поддержка в текущее время. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – тяжелая масштабируемость.
Naumen Learning, NAUMEN 2007	<p>Комплексная система для организации работы учебных центров, разработки учебных материалов и обеспечения дистанционного обучения.</p> <p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обучение в любое подходящее время, персонализированные учебные программы; – возможность дистанционно обучать группы обучающихся, находящихся в разных регионах. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отсутствует поддержка стандартов хранения учебного контента.
СДО "ДОЦЕНТ", УНИАР 2011	<p>Автоматизированная система дистанционного обучения которая представляет собой комплекс программно-методических механизмов обучения, доподготовки и тестирования обучающихся, основанный на современных методиках образования</p>

	<p>на базе компьютерных обучающих ресурсов и тестирующих средств.</p> <p>Достоинства:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инструментальные возможности создания обучающих и тестирующих программ; – средства организации централизованной базы данных учебного центра для хранения статистики, ведения разнообразных отчетов. <p>Недостатки:</p> <ul style="list-style-type: none"> – слабая масштабируемость; – привязка к продуктам компании Microsoft.
--	--

Спрос на услуги образования определяется заинтересованностью пользователей в данных услугах, наличием необходимой технической оснащенности и информированностью о такой услуге. Рынок ДО в России пока находится на этапе формирования и, как показали проведенные Центром информационно-аналитического обеспечения дистанционного обучения социологические исследования, масштабы распространенности дистанционных образовательных услуг в основном зависят от предлагаемых технологий обучения [19]:

- технология обучения, основанная на использовании учебной литературы, заинтересует 10% людей, предрасположенных к выбору дистанционного обучения;
- технология обучения, основанная на использовании учебной литературы и аудиозаписей, заинтересует 11,6 % людей, предрасположенных к выбору дистанционного обучения;
- в сочетании с видеозаписями должна привлечь 14,7% людей, расположенных к выбору дистанционной формы обучения;

Помимо систем дистанционного обучения в ВУЗах, существует успешный опыт применения дистанционного обучения в сфере информационных технологий такими компаниями как Microsoft и CISCO Network. Данные компании предлагают дистанционное обучение для специалистов в области информационных технологий с целью повышения своего профессионального уровня, а так же предоставляют возможность получения международных сертификатов, подтверждающих знаний в любой стране мира.

В зависимости от средств дистанционного обучения и форм коммуникации можно выделить три разновидности технологической организации ДО]: единичная, мультимедиа, гипермедиа.

Иерархия технологий, применяемых для организации учебного процесса, приведена на рисунке 1.1.3.

Модель единичной медиа означает использование какого-либо средства приобретения знаний и канала передачи информации, например обучение через чат, учебные радио- или телепередачи. В данном случае основным средством обучения является, печатный текст. Практически отсутствует обоюдная коммуникация, что приближает эту модель ДО к традиционному российскому заочному обучению [44].

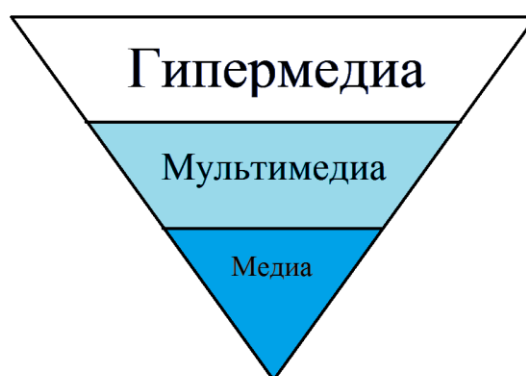


Рис. 1.1.3. Технологии представления учебного материала

В мультимедийном подходе к ДО используют средства обучения – учебные пособия в печатном виде, компьютерные учебные программы на различных носителях, аудио- и видеозаписи и т. п. Однако преобладает при

этом передача учебной информации в «одну сторону». При необходимости используются части очного обучения – митинги обучающихся и преподавателей, подведение итоговых учебных семинаров или консультаций, очные экзамены и т. п. [44].

Моделью ДО нового поколения является гипермедиа, что предусматривает использование современных информационных технологий при преобладающей роли компьютерных телекоммуникаций. Наиболее простой формой при этом является использование электронной почты и видеосвязи, а также аудиообучение (сочетание телефона и телефакса). При текущем развитии эта модель ДО включает использование таких средств, как видео, телефон и телефакс (для проведения видеоконференций) при одновременном широком использовании дисков, различных средств [13].

Классические методы разработки онлайн обучающих материалов, зачастую, дороги, требуют много времени и требуют специализированных навыков. Чтобы полностью реализовать онлайн обучение, компании используют системы управления содержимым обучения – Learning Content Management System (LCMS) – для быстрой организации, развертывания и управления контентом онлайн курсов.

Learning Content Management System (LCMS) – это программный и аппаратный комплекс, используемый для представления, хранения, сборки и доставки пользователю персонализированного учебного контента в форме «обучающих объектов»).

В 2000 г. инициативная группа ADL (Advanced Distributed Learning) разработала стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model), созданный для систем дистанционного обучения. Данный стандарт содержит ряд требований к организации учебного контента и всей системы ДО. SCORM основан на стандарте XML и позволяет поддерживать совместимость компонентов и возможность их многократного использования: учебный материал представлен небольшими разделами, которые могут включаться в учебные курсы и использоваться системой ДО независимо от того, кем, где и с

помощью чего были созданы [66]. Структура пакета SCORM приведена на рис. 1.1.4.



Рис. 1.1.4. Структура SCORM-пакета

SCORM – это набор спецификаций и стандартов, которые представлены в несколько разделов:

- Модель хранения содержания;
- Среда текущего выполнения;
- Поиск и навигация.

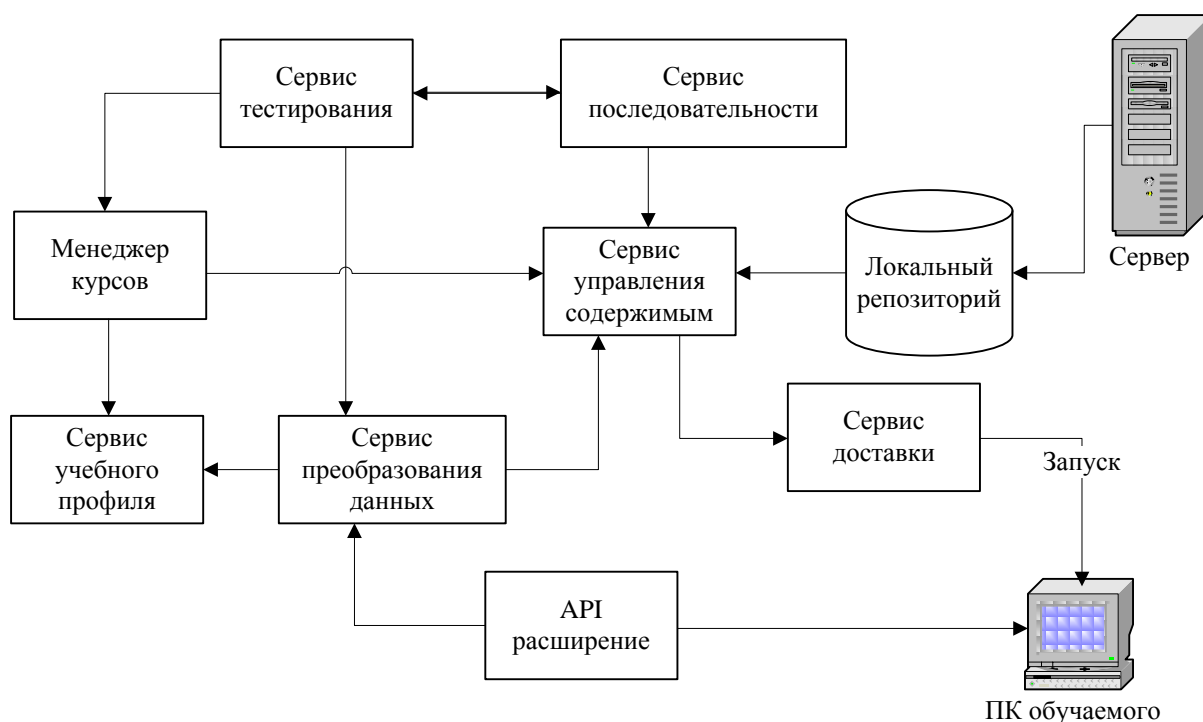


Рис. 1.1.5. Схема процесса реализации отображения содержимого SCORM-пакета

Одной из тенденций современного образования – как общего, так и вузовского, является возможность построения персональной образовательной траектории. В образовательных стандартах четвертого поколения говорится, что «учебное заведение обязано обеспечить обучающимся возможность участвовать в создании своей программы обучения, включая возможную разработку индивидуальных образовательных программ» [3].

Образовательные стандарты четвертого поколения предполагают персональный подход к каждому обучающемуся. В программе обучения должны содержаться необходимые дисциплины, а так же дисциплины с возможностью выбора. Таким образом, возникает возможность в поддержке индивидуальных учебных планов. Так же современным направлением в области систем электронного обучения являются адаптивные обучающие системы. Основной особенностью таких систем является возможность адаптация учебного материала к индивидуальным особенностям обучающегося. Задача адаптивных систем обучения – оптимизация учебного процесса путем предоставления пользователю учебного материала в наиболее предпочтительной форме. Результатом такого подхода является повышения качества результатов учебного процесса.

В настоящее время на рынке образовательных услуг отсутствуют системы дистанционного обучения, удовлетворяющие образовательным стандартам четвертого поколения, а так же использующие адаптивный подход к образовательному процессу.

1.2 Особенности образования в сфере информационных технологий

В настоящее время становится понятным, что роль информационных технологий в нашем обществе занимает важное место. Промышленный рост вернул всеобщую актуальность информационных систем управления предприятиями, все более значимое место занимают СМИ на основе Интернет-технологий, развивается Интернет-индустрия, значимой частью экономики

России становится программирование. Движущей силой данных процессов являются специалисты в области ИТ [51].

Информационные технологии (ИТ) являются одним из основных фокусов развития нашего общества. Несмотря на то, что их широкое внедрение в экономике началось около 25 лет назад, и на достигнутые успехи в различных областях экономики, их развитие продолжается, и современное общество ждет еще серьезные изменения, связанные с более широким и систематичным использованием информационных технологий во всех сферах человеческой деятельности. Поэтому в них достаточно ярко отражаются все особенности текущего развития [10].

Подготовка высококвалифицированных специалистов в области ИТ обладает рядом особенностей [6]:

1) Информационные технологии развиваются стремительно, достаточно не следить за изменениями и тенденциями в течении 3-5 лет, чтобы полностью потеряться в массе новых терминов и технологических средств. При этом развитие происходит кумулятивно – новые технологии зачастую включают в себя части предшествующих.

2) Источники знаний для информационных технологий, включая программы курсов и знания преподавателей, зачастую развиваются медленнее, чем технологии, поэтому развитие новых технологий становится все труднее, так же, как и подготовка преподавателей, способных обучить им. Быстрое развитие приводит к необходимости постоянной смены области деятельности, чтобы оставаться в числе ведущих специалистов, и поэтому у таких специалистов меньше все времени остается для передачи накопленного опыта и знаний, участия в воспроизводстве кадров в этой отрасли.

3) Все острее становится проблема обучения ИТ-специалистов высшей квалификации, обладающих широким спектром знаний, как в этой области, так и в ряде других, способных адекватно оценивать перспективы новых технологий, проводить исследования в области информационных технологий,

видеть всю полноту проблем, возможных при решении конкретной прикладной задачи, и их влияние на итоговые характеристики продуктов и услуг.

Все перечисленные факторы характеризуют необходимость пристального внимания к подготовке ИТ-специалистов и принятия ряда мер, которые помогли бы обеспечить соответствие приобретаемых ими знаний и навыков потребностям дальнейшего развития нашего общества.

Задача подготовки конкурентоспособного ИТ-специалиста требует постоянного обновления учебного контента, вследствие высоких темпов развития данной области.

Компетентность это, прежде всего, общая возможность и готовность человека к деятельности, основанные на приобретенных знаниях и опыте, которые приобретены в процессе обучения, ориентированы на самостоятельное участие личности в учебно-познавательном процессе и направлены на успешную интеграцию в общество [18]. Компетенция это способность использовать полученные знания и личностные качества для прикладных задач в определенной области [18].

Компетентностная модель обучающегося, с одной стороны, охватывает квалификацию, связывающую его будущую деятельность с предметами и объектами труда, с другой стороны, отражает промежуточные требования к результату образования.

На рис. 1.2.1 приведена модель компетентности магистра прикладной информатики [14].

Таким образом, при разработке АСДО необходимо ориентироваться на компетентностную модель и учитывать компетенции, которыми должен обладать обучающийся по завершении обучения. Овладение компетенциями – один из основных критериев оценки качества обучения. Компетенции должны быть учтены при формировании учебного плана и подборе учебных курсов, оптимально покрывающих требуемые направления подготовки. Оценка результатов обучения также должна проводиться на основе анализа

достижимости тех компетенций, которые predeterminedены стандартом данной области.



Рис. 1.2.1. Модель компетентности магистра прикладной информатики

1.3 Теоретические предпосылки создания АСДО

Существующий компетентностный подход к образовательному процессу предполагает разработку учебного плана основываясь на наборе компетенций, которыми должен обладать обучающийся по окончании обучения. Однако необходимо учитывать предпочтения данных компетенций с точки зрения текущего состояния рынка труда [59]. В рассмотренных ранее системах дистанционного обучения (Oracle Learning Management, СДО "ДОЦЕНТ") при составлении учебного плана решается оптимизационная задача, описываемая следующей математической моделью:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m O_{ci} \rightarrow \min \\ \forall D_j \subset УП \left(\bigcap_{i=1}^m C_i = C \right), \\ \sum_{i=1}^m O_{3ETi} \leq O_{3ET}^{MAX}, \\ \sum_{i=1}^m O_{ci} \leq O_c^{MAX}, \end{array} \right.$$

где $C = \{C_1, \dots, C_n\}$ – множество компетенций, которые необходимо «покрыть» включенными в учебный план дисциплинами;

O_c^{MAX} – максимальный объем времени (в часах) отведенного на изучение дисциплин;

O_{3ET}^{MAX} – максимальный объем учебного плана в зачетных единицах;

Недостатком данной модели является отсутствие параметров, характеризующих востребованность включаемых в учебный план дисциплин с точки зрения рынка труда. Для создания современной АСДО необходимо дополнить модель данными параметрами.

Так же необходимо разработать эвристическую процедуру составления учебного плана, позволяющую решать поставленную оптимизационную задачу.

Существующие на данный момент АСДО не позволяют производить коррекцию учебного плана в процессе обучения. На данный момент существует множество алгоритмов из теории сетевого планирования, позволяющих максимально эффективно распределять учебное время и вносить изменения в учебный план, если у обучающегося возникает в этом необходимость. Для внедрения данных методов в разрабатываемую АСДО необходимо наличие блока создания и коррекции учебного плана ее структуре.

1.4 Цели и задачи исследования

Как сказано выше, информационные технологии обладают одним из самых высоких темпов развития среди современных наук. Для создания современной конкурентоспособной адаптивной системы дистанционного обучения (АСДО) необходимо сформулировать ряд требований, который она должна удовлетворять:

1) Реализация дистанционного подхода к образовательному процессу. Дистанционное обучение является современным и развивающимся подходом к организации образовательного процесса. К тому же образование, полученное дистанционно, имеет равнозначный статус с классическим очным. По статистическим данным на конец 2012 года около 64% жителей России имеет доступ к сети Интернет, в том числе 42% обладают доступом со скоростью не менее 5 Мбит/с. Статистические данные также говорят о том, что большой процент граждан имеет технические средства для получения образования или повышения квалификации дистанционно.

2) Образовательная система должна обладать универсальным и простым в реализации средством обновления учебных материалов. Для обеспечения этого требования наиболее подходящим, на наш взгляд, является стандарт для формирования учебного материала SCORM, который позволяет постоянно обновлять и дополнять учебный материал, что важно для сферы информационных технологий, а также предоставляет возможности взаимодействия для систем обучения, если их используется несколько.

3) Еще одним важным требованием к системе является ее адаптивность. Современные образовательные стандарты требуют индивидуального подхода к процессу обучения. Необходимо учитывать индивидуальные особенности и предпочтения обучающегося при составлении учебного плана, формировании учебных элементов и оценивании результатов обучения. Данный подход позволит максимально оптимизировать процесс обучения, наполнив его

учебным материалом, идеально подходящим потребностям и особенностям каждого обучающегося.

4) В основу организации процесса обучения должен быть положен компетентностный подход. Необходимо чтобы процесс обучения был направлен на развитие и совершенствование определенных компетенций, которые формируются текущим состоянием рынка труда и существующими образовательными стандартами. Набор компетенций, характерный для подготовки по выбранному направлению, должен быть учтен на всех этапах обучения, начиная от формирования учебного плана и заканчивая оценкой результатов обучения.

5) Необходимо основываться на достоинствах и недостатках существующих на данный момент систем обучения. Как в России, так и за рубежом уже имеются системы, успешно используемые для подготовки высококвалифицированных специалистов. Опыт использования данных систем, а так же анализ их недостатков позволит создать современную конкурентную систему, соответствующую современным стандартам.

6) Ориентация системы на подготовку кадров в сфере информационных технологий. Многие специальности данной области (программирование, архитектура систем) требуют постоянного практического применения полученных навыков для профессионального роста обучающегося. Необходимо наполнить систему функционалом, позволяющим реализовать дистанционные практические и лабораторные работы. А так же разрабатывать практические задания для проверки качества обучения.

Целью диссертационной работы является разработка структуры и алгоритмического обеспечения адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий с использованием компетентностного подхода.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи:

1) анализ существующих методов реализации адаптивного подхода в дистанционном обучении, определение требований к разрабатываемой системе на основании действующих стандартов;

2) разработка структуры адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий;

3) разработка моделей и методов адаптации на уровне планирования учебного процесса;

4) разработка программного обеспечения, реализующего адаптивную систему дистанционного обучения.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

В данной главе представлен системный подход к разработке адаптивной системы дистанционного образования. Определены основные подсистемы и элементы, представлены структурная и функциональная модель системы.

Современным направлением в области систем электронного обучения являются системы обучения с адаптивным подходом. Основной особенностью данных систем является адаптация учебного материала к индивидуальным особенностям обучающегося. Адаптивность – свойство системы, характеризующее ее способность изменяться под текущее состояние внешней среды или входных параметров [18].

В разрабатываемой системе обучения адаптация происходит на нескольких уровнях:

1) Адаптация на уровне планирования учебного процесса предполагает разработку учебного плана, адаптированного под конкретного обучающегося, что позволяет сформировать индивидуальный учебный план и обучаться в соответствии с индивидуальной образовательной траекторией. Данный этап является наиболее важным в процессе обучения. Именно на данном этапе необходимо предложить обучающемуся такой набор дисциплин, который удовлетворил бы его запросы и цели, учитывал текущие тенденции рынка труда, был бы оптимизирован по времени и основывался на взаимосвязи дисциплин для исключения дублирования информации.

2) Адаптация на уровне содержания учебного материала. Для реализации данного свойства необходимо проделать большую работу по формированию учебного контента по каждой дисциплине с возможностью выбора предпочтительной формы представления информации. Данный подход требует серьезных затрат интеллектуального труда, но в результате позволяет получить совершенно новую, высокоэффективную систему обучения.

3) Адаптация на уровне контроля знаний. Индивидуальные характеристики каждого обучающегося определяются на начальном этапе обучения при помощи специальных тестов и в дальнейшем служат параметрами обучения, коррекцию которых необходимо осуществлять на протяжении всего процесса обучения. Особенность восприятия может меняться в процессе обучения, и своевременный учет данных изменений позволит так же повысить качество обучения.

В обучении адаптация предполагает индивидуализацию содержимого учебных курсов и тестовых заданий, предназначенных для контроля знаний, для каждого обучающегося. Адаптация может происходить по различным параметрам, например по объему предлагаемого материала или по форме его представления. Задача адаптивных систем обучения – оптимизация учебного процесса путем предоставления обучающемуся учебного материала в наиболее предпочтительной форме. Результатом такого подхода является повышения качества и эффективности учебного процесса.

2.1 Структура АСДО в сфере информационных технологий

Построение адаптивной системы обучения необходимо начать с разработки структуры данной системы. В предыдущей главе описаны основные требования к разрабатываемой системе. На основе анализа данных требований разрабатываемая система представима с точки зрения системного подхода с учетом входных и выходных параметров системы, поведения компонентов системы в процессе обучения.

Общая структура адаптивной системы дистанционного обучения представлена на рис. 2.1.1.

Рассмотрим более подробно компоненты системы.

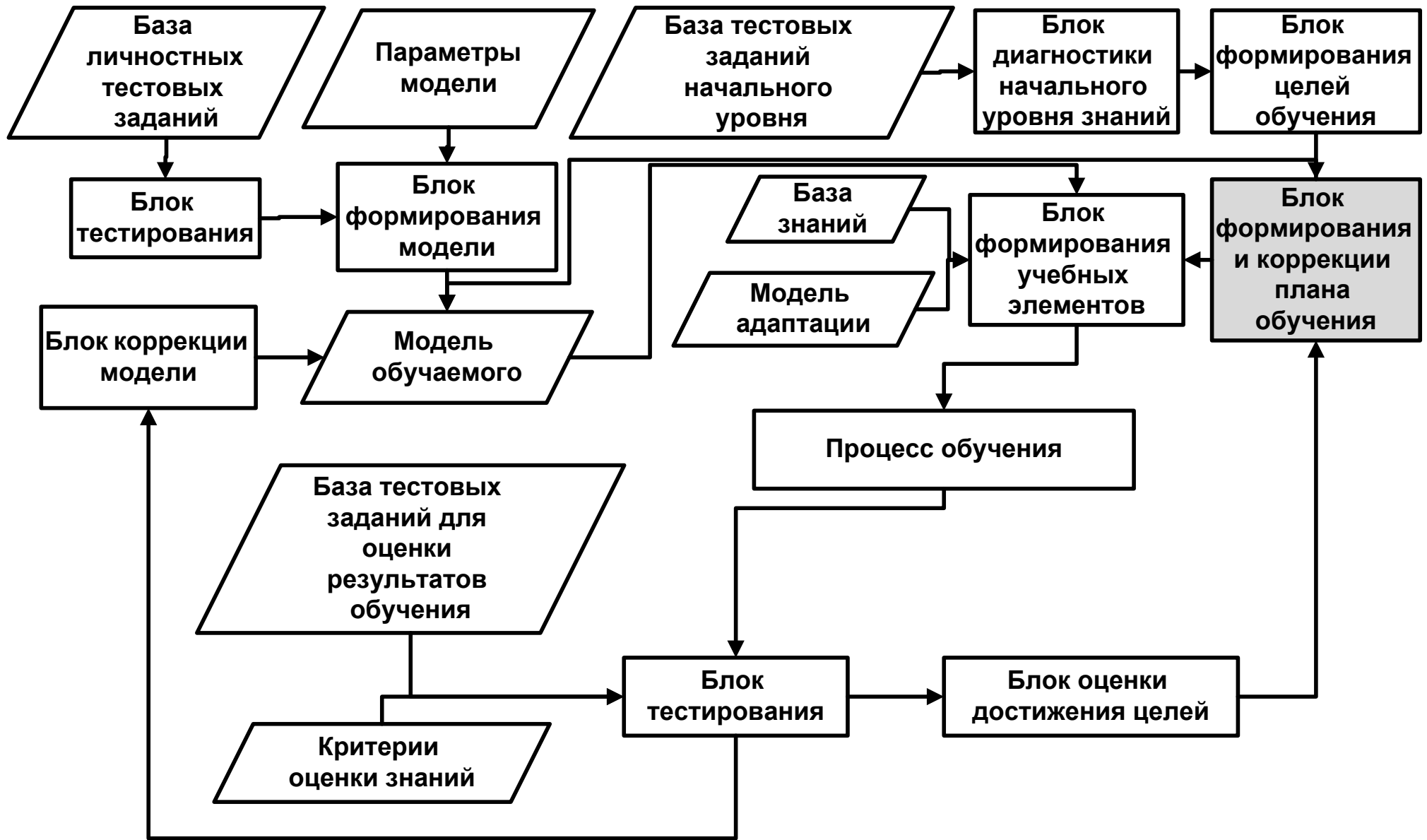


Рис. 2.1.1. Структура АСДО

Подсистема формирования модели обучающегося. Данная подсистема предназначена для формирования и коррекции модели обучающегося. Формирование модели происходит при добавлении нового пользователя в систему. Коррекция модели происходит по завершении каждого этапа обучения. Данная подсистема включает следующие элементы:

Модель обучающегося – совокупность характеристик обучающегося, измеряемых во время работы системы с обучающимся, и определяющая степень усвоения им знаний по изучаемому предмету и способы представления учебной информации. Значение данных характеристик изменяется в процессе работы системы. Модель обучающегося является основным компонентом системы, с помощью которого реализуется адаптация. Более подробно модель обучающегося будет рассмотрена в следующем разделе.

База личностных тестовых заданий – набор тестовых заданий, предназначенных для определения индивидуальных особенностей обучающегося и формирования с их учетом модели обучающегося. Личностные тестовые задания являются элементами психологии. С их помощью можно определить наиболее предпочтительный для конкретного обучающегося способ представления информации (графическая, текстовая, схематическая и т.д.), оптимальный для усвоения за одно занятие дидактический объем учебного материала и т.д. Результаты личностных тестов позволяют определить исходные значения модели обучающегося, используемые при адаптации учебного материала. Данные значения будут корректируются в процессе обучения.

База параметров модели – набор различных характеристик обучающегося, соответствующих модели обучающегося, которые могут использоваться в процессе адаптации учебного материала. Из содержащихся характеристик будут выбраны подходящие для конкретного обучающегося.

Блок тестирования предназначен для определения личностных характеристик обучающегося. Определение личностных характеристик

необходимо для дальнейшего создания психологического профиля обучающегося и определения параметров используемых для адаптации учебного материала к индивидуальным особенностям данного обучающегося. В данном блоке используются тестовые задания из описанной выше базы личностных тестов.

В блоке формирования модели происходит создание модели конкретного обучающегося. На основании результатов выполнения обучающимся личностных тестов из базы параметров модели выбираются подходящие параметры и устанавливаются их значения. На начальных этапах обучения модель является неточной, в дальнейшем параметры модели обучающегося постоянно корректируются, тем самым, достигается высокая точность адаптации учебного материала.

Блок коррекции модели используется для корректировки значений параметров адаптации конкретного обучающегося после прохождения им тестового контроля знаний по завершении обучения. Учебный материал, предлагаемый обучающемуся, адаптируется исходя из параметров модели, сформированной по результатам личностного тестирования. Следует заметить, что личностное тестирование может недостаточно точно определить некоторые параметры адаптации (например предпочтительная форма представления материала). По результатам тестирования полученных в процессе обучения знаний можно уточнить данные параметры и подкорректировать их значение в модели.

Подсистема планирования обучения предназначена для определения целей обучения и формирования учебных элементов. Данный этап является очень важным в процессе обучения, так как для качественного обучения необходимо оптимальным образом сформировать учебный план, удовлетворяющий не только предпочтениям обучающегося, но и текущим требованиям рынка труда, тем самым, повысив дальнейшую конкурентоспособность обучающегося.

База тестовых заданий начального уровня содержит тесты для определения исходного уровня знаний обучающегося. Определение начального уровня знаний является необязательным этапом, так как, зачастую, обучающийся начинает изучение совершенно неизвестной ему области, в которой у него отсутствуют какие-либо знания. Тем не менее, в ряде случаев это необходимый этап, позволяющий исключить из учебного плана уже известный материал и, тем самым, оптимизировать процесс обучения.

Блок формирования целей обучения необходим для определения конечного результата, который должен быть достигнут. Данные выводы делаются на основании знаний, которыми пользователь уже обладает по каждому из разделов учебного курса. На данном этапе знания обучающегося по каждому из разделов могут быть отнесены к некоторым нечетким группам «отличные», «хорошие» и т.д. В зависимости от того, к какой группе отнесены знания по каждому разделу, будут расставлены приоритеты и определены затраты на изучение каждого из них. Например, если по некоторому разделу уровень знаний обучающегося определен как «отличный», то этот раздел потребует минимум времени на изучение и повторение, а раздел, по которому знания отсутствуют вообще, будет рассмотрен максимально подробно.

Блок формирования плана обучения необходим для составления последовательности работы системы в процессе обучения конкретного обучающегося. На основании сформированных ранее целей обучения формируется строгая последовательность предлагаемых пользователю учебных разделов с установленными приоритетами. На следующем этапе формируются учебные элементы, то есть единицы учебного материала, предлагаемые обучающемуся для изучения. Как правило, под учебным элементом понимается некоторая часть учебного контента, которая полностью раскрывает определенную часть учебной дисциплины и, в то же время по дидактическому(смысловому) объему, может быть усвоена за одно

занятие. В качестве учебного элемента может рассматриваться тема объемом 15-12 тысяч символов текста. Если в материале присутствуют формулы, диаграммы или таблицы, то этот символьный объем одного учебного элемента уменьшается.

Для формирования учебных элементов используются два ресурса: база знаний учебного материала и модель адаптации. Рассмотрим их более подробно.

База знаний – база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными). Полноценные базы знаний содержат в себе не только фактическую информацию, но и правила поиска, вывода и обработки информации. Применительно к адаптивной образовательной системе под фактической информацией понимается непосредственно материал учебного курса, а под метаданными понимаются параметры данного материала, используемые для адаптации к индивидуальному обучающемуся и для формирования учебных элементов.

Модель адаптации – математическая модель, описывающая взаимодействие адаптивной системы с базой знаний в процессе обучения с использованием параметров модели обучающегося. В модели адаптации описаны правила выборки учебного материала с учетом параметров адаптации, а также описан процесс внесения изменений в модель обучающегося в процессе обучения. Модель адаптации использует алгоритмы, основанные на способе реализации базы знаний. Так, например, если для представления базы знаний адаптивной системы используются семантические сети, то модель адаптации может быть основана на алгоритмах теории графов.

Блок обучения находится вне выделенных подсистем. В данном блоке обучающемуся предлагается сформированные для изучения учебные элементы.

Подсистема оценки результатов обучения необходима не только для контроля качества знаний, но и для определения соответствия результатов обучения поставленным ранее целям.

После завершения обучения необходимо проверить уровень полученных знаний обучающегося, сделать выводы о достижении целей обучения, скорректировать при необходимости модель обучающегося и определить дальнейшие действия. Для реализации всех вышеперечисленных действий служит подсистема оценки результатов обучения.

Одним из основных ресурсов подсистемы является база тестовых заданий для оценки результатов обучения. Тестовые задания обладают атрибутами, позволяющими адаптировать процесс тестирования обучающегося. Например, если модель содержит информацию о предпочтительной для обучающегося форме представления заданий (открытая, закрытая, задания на соответствие и т.д.), то тестовые задания будут выбраны согласно данному параметру.

В блоке тестирования обучающемуся предлагается выполнить тестовые задания. После тестирования, в блоке коррекции тестовых заданий будет произведено изменения параметра сложности каждого задания. Завершение тестирования является также основой для выполнения блока коррекции модели обучающегося.

В блоке блок оценки достижения целей проверяется, были ли достигнуты цели, поставленные на этапе формирования целей обучения. Если уровень знаний обучающегося по разделу достиг уровня «отлично» или «хорошо», то можно сделать вывод что раздел изучен. В противном случае считается, что цель по данному разделу не достигнута.

Поле оценки достижения целей принимается решение о дальнейшем поведении системы. Если все поставленные цели достигнуты, то обучение можно считать завершенным. В противном случае происходит переход в блок формирования целей, где вновь определяются необходимые для повторного изучения разделы.

Помимо структуры разрабатываемой АСДО необходимо так же представить ее функциональную модель, которая позволяет представить последовательность процессов, протекающих в АСДО. В рамках стандарта IDEF0 функционального моделирования и графической нотации, предназначенного для формализации и описания процесса функционирования разрабатываемых систем, каждому процессу поставлены в соответствие:

- 1) входные данные;
- 2) выходные данные;
- 3) стандарты и нормативы;
- 4) ресурсы, необходимые для протекания данных процессов.

В качестве стандартов и нормативов в процессе функционирования АСДО выступают:

- 1) образовательные стандарты;
- 2) требования рынка труда;
- 3) стандарты функционирования систем дистанционного обучения.

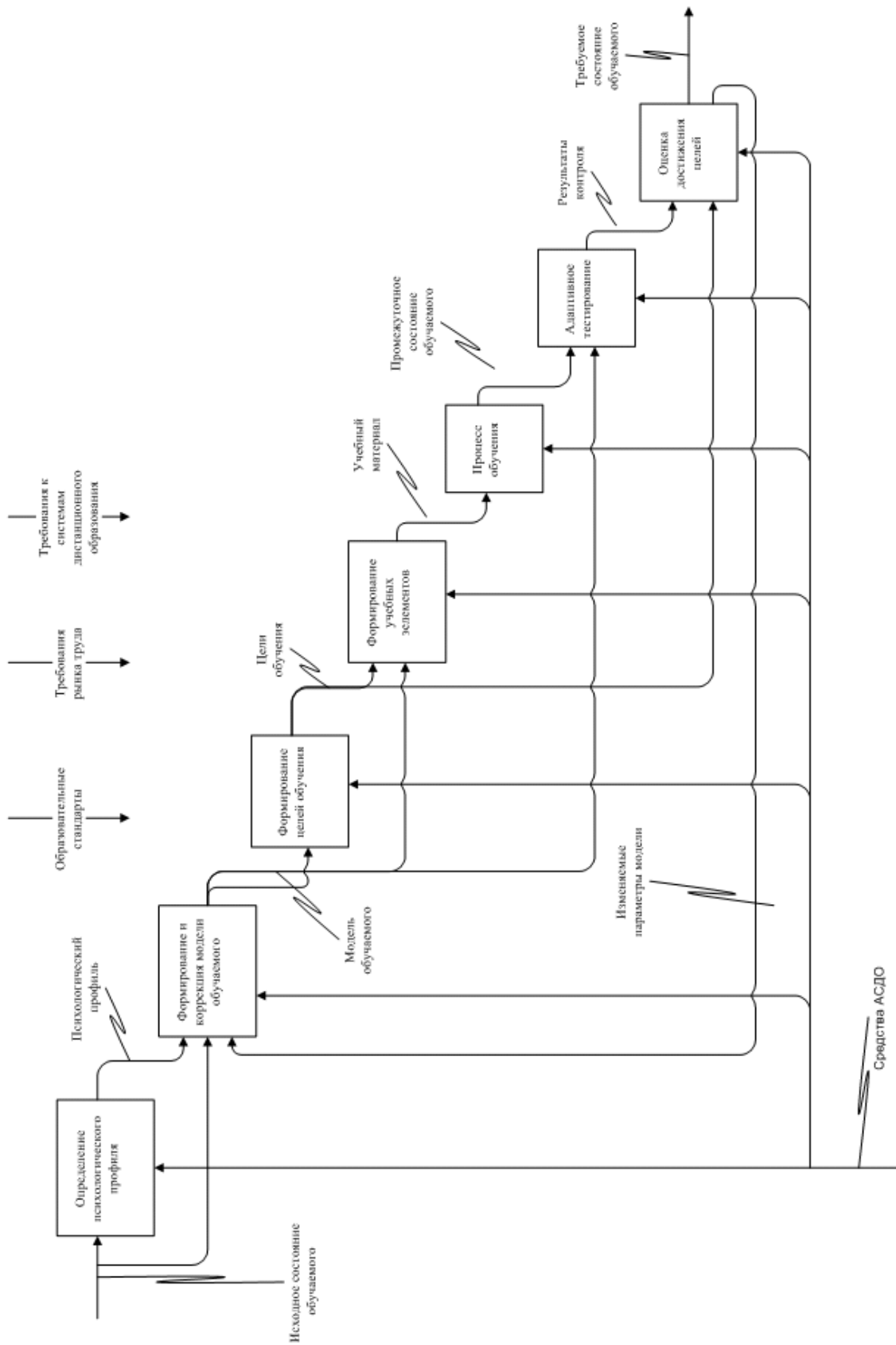


Рис. 2.1.1.2. Функциональная модель АСДО

2.2 Разработка модели обучающегося

Важным параметром АСДО является качество взаимодействия ее с пользователем. Необходимо учитывать как predetermined параметры адаптации (предпочтительный стиль обучения, выбранная предметная область), так и динамически изменяющиеся в процессе обучения (уровень подготовки, текущие цели и компетенции). Вся необходимая информация хранится в модели обучающегося. Основой разработки качественной адаптивной системы является разработка модели обучающегося.

Модель обучающегося – совокупность характеристик обучающегося, измеряемых во время работы системы с обучающимся, и определяющей степень усвоения им знаний по изучаемому предмету, а также методы (правила) обработки этой совокупности. В первую очередь, эти правила должны проводить изменения самой модели обучающегося по результатам его работы с системой [18].

Модель обучающегося должна включать в себя информацию [18]:

- о цели обучения;
- о знаниях обучающегося в рамках изучаемого курса (текущее состояние процесса обучения);
- об особенностях подачи учебных материалов и выбора контрольных заданий и вопросов;

В процессе обучения АСДО активно использует модель обучающегося, постоянно корректируя ее параметры, а также на их основе адаптирует процесс обучения, делая его максимально эффективным для каждого обучающегося. Разрабатываемая система предполагает итерационный подход к процессу обучения, то есть в процессе обучения пользователь проходит многочисленные этапы. В начале каждого этапа определяются цели обучения, формируется учебный план. По завершении каждого этапа происходит анализ достижения целей, корректировка параметров модели обучающегося, которые будут учтены в очередном этапе и т.д.

Модель обучающегося содержит параметры, приведенные в таблице 2.1.1.

Табл. 2.2.1. Параметры модели обучающегося

Тип данных	Профиль	Характеристики
Неизменяемые данные	Базовый профиль	Персональная информация (ПИ)
		Предыдущее образование (ПО)
		Квалификация (К)
		Первоначальные знания (ПЗ)
		Недостатки (Н)
	Психологический профиль	Стиль обучения (СО)
		Познавательные способности (ПС)
		Профессиональная ориентированность (ПрО)
Изменяемые данные		Цели обучения (ЦО)
		Учебный план (УП)
		Данные предыдущих этапов (ДПЭ)
		Полученные знания (ПоЗ)
		Результаты тестирования (РТ)
		Приобретенные навыки (ПН)

Как видно, в модели присутствуют как постоянные (неизменяемые) данные, так и данные, постоянно корректируемые в процессе обучения (цели обучения, учебный план, полученные знания, результаты тестирования).

Модель обучающегося представим в виде структуры с множеством элементов, как динамически меняющихся, так и неизменных на протяжении всего обучения.

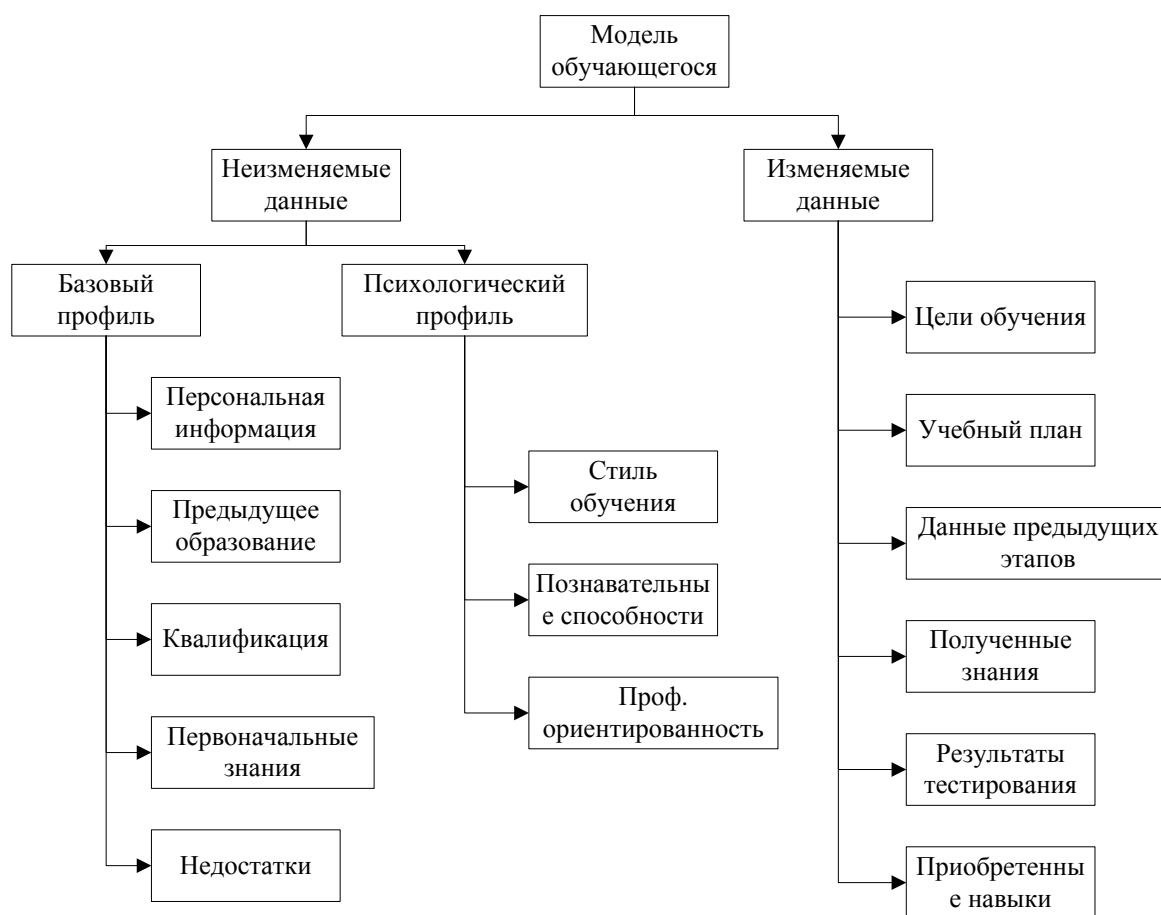


Рис 2.2.1. Структура компонентов модели обучающегося

Преимуществом данной модели является возможность хранить в ней всю необходимую для адаптации и последующего анализа информацию.

2.3 Разработка математической модели взаимодействия информационных процессов АСДО

Информационный процесс – совокупность последовательных действий (операций), производимых над информацией (в виде данных, сведений, фактов, идей, гипотез, теорий и пр.) для получения какого-либо результата (достижения цели) [14].

АСДО в сфере информационных технологий представляет собой сложный объект, в состав которого входит множество отдельных подсистем. Каждая из подсистем является отдельным информационным процессом. На

каждом этапе обучения происходит сбор, обработка и накопление большого количества информации. Необходимо разработать математическую модель взаимодействия информационных процессов. Данная модель позволит структурировать используемую в процессе работы системы информацию, а так же прогнозировать состояние системы на любом этапе обучения, изменяя входные данные.

Первым этапом моделирования будет определения характера взаимодействия системы с внешней средой. Для этого необходимо определить входные и выходные параметры системы. Как показано на рис. 2.3.1, на систему в процессе ее работы оказывается ряд воздействий со стороны внешней среды и со стороны обучающегося.

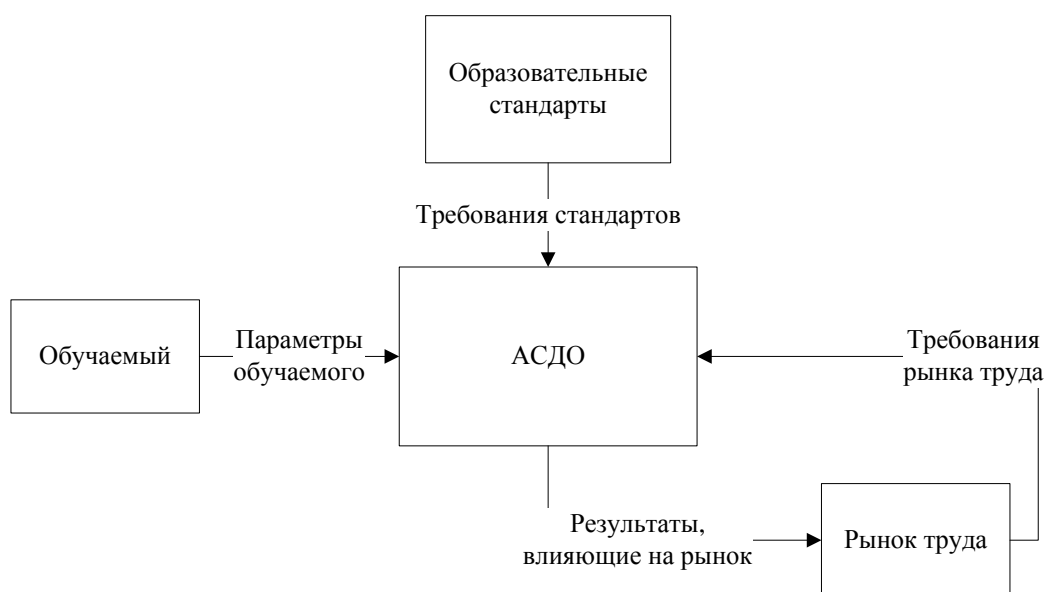


Рис. 2.3.1. Структура взаимодействия АСДО с внешней средой

Данные воздействия разделены на три группы:

- 1) требования образовательных стандартов;
- 2) требования рынка труда;
- 3) параметры обучающегося.

В рамках взаимодействия каждого обучающегося с системой данные воздействия разделяются на статические и динамические. К статическим относятся требования стандартов и рынка труда, так как данные требования не изменяются в процессе обучения. Параметры обучающегося являются динамическими, так как они изменяются в процессе обучения.

Множество значений входных воздействий, реализуемых за весь период функционирования системы, назовем входным процессом и обозначим через X_t , тогда

$$X_t = \{x(t) : t \in T\}.$$

Множество значений входных воздействий X_t , как сказано выше, необходимо разделить на два подмножества:

X_D – множество значений динамических воздействий, имеющих различные значения в каждый момент времени t ;

X_S – множество значений статических воздействий, неизменных на всем периоде обучения.

Таким образом,

$$X_t = \{X_D, X_S\}.$$

Множество значений выходных воздействий, реализуемых за весь период функционирования системы, назовем выходным процессом и обозначим через Y_t , тогда

$$Y_t = \{y(t) : t \in T\}.$$

Между входными и выходными параметрами системы существует связь, запишем ее в виде уравнения

$$A(T, X_t, Y_t) = 0. \quad (1)$$

К примеру, из указанных выше входных и выходных параметров видно, что идентификационная информация обучающегося, поступающая на вход системы, позволяет получить на выходе содержимое личного профиля обучающегося. Данная зависимость входных и выходных параметров в

рамках системы дистанционного обучения хорошо просматривается в технологии реализации клиент-серверных программ «запрос – ответ». Данная технология предусматривает поведение системы, расположенной на сервере, определяемое входными параметрами со стороны обучающегося.

Однако не всегда существуют прямые зависимости между входными и выходными параметрами системы. Зачастую поступающий входной параметр изменяет внутреннее свойство системы, которое будет использовано для дальнейшей ее работы.

Совокупность внутренних свойств системы, определенных на момент времени ξ , обозначим через $z(\xi)$ и учтем в (1), которое будет иметь следующий вид

$$B(T, z(\xi), X_t, Y_t) = 0. \quad (2)$$

Появление в уравнении $z(\xi)$ преследует одну цель – обеспечить однозначную связь между X_t и Y_t . По своему смыслу $z(\xi)$ представляет собой совокупность существующих свойств системы, знание которых в настоящий момент времени позволяет определить ее поведение в будущем.

Перепишем уравнение (2) в следующем виде:

$$Y_t = G(T, z(\xi), X_t), \quad (3)$$

где G – оператор выходов;

Такое представление системы является более удобным, так как позволяет определить выходные параметры системы.

Исходя из уравнения (2) следует, что в любой момент времени система находится в некотором состоянии, следовательно, уравнение (3) может быть записано для любого $\xi = t \in T$ и фрагмента выходного процесса X_m .

Таким образом,

$$Y_m = G(t\eta, z(\xi), X_m), \quad (4)$$

где $t\eta$ – интервал времени $[t, \eta]$.

Рассмотрим не весь выходной процесс Y_t или его фрагмент Y_m , а выходное воздействие $y(\eta)$. Тогда из (3) и (4), учитывая, что $y(\eta) \in Y_m \in Y_t$, получим

$$y(\eta) = G(T, z(\xi), X_t); \quad y(\eta) = G(t\eta, z(t), X_m). \quad (5)$$

На интервале $t\eta$ можно приравнять правые части уравнения (5)

$$G(t\eta, z(t), X_m) = G(T, z(\xi), X_t). \quad (6)$$

Для выполнения (6) при произвольных $z(\xi)$ и X_t необходимо чтобы под знаком оператора G в обеих частях этого равенства стояли одни и те же переменные. Это условие будет выполнено, если

$$z(t) = H(\xi t, z(\xi), X_{\xi t}), \quad (7)$$

где H – оператор, устанавливающий однозначную зависимость $z(t)$ от пары $(z(\xi), X_{\xi t})$, которая задана на интервале ξt и называется оператором перехода.

Уравнение (7) называется уравнением состояния. Оно определяет конечное состояние системы $z(t)$ по заданным начальному состоянию $z(\xi)$ и фрагменту входного процесса $X_{\xi t}$.

До сих пор мы предполагали, что на входы и на выходе системы в каждый момент времени t имеется одно входное $x(t)$ и одно выходное $y(t)$ воздействия. В реальной ситуации таких воздействий может быть несколько. В таком случае необходимо рассматривать входные и выходные параметры как векторные величины $x(t) = (x_1(t), \dots, x_N(t))$ и $y(t) = (y_1(t), \dots, y_M(t))$, компоненты которых $x_n(t)$ и $y_m(t)$ представляют собой значения n -го входного и m -го выходного воздействия. Пусть $x_n(t) \in X_n$, $y_m(t) \in Y_m$ для всех $t \in T$, X_n и Y_m будем называть множествами допустимых значений воздействий $x_n(t)$ и $y_m(t)$ соответственно. Декартово произведение

$$X^N = X_1 \times \dots \times X_N \quad (8)$$

образует пространство входных воздействий такое, что любой набор входных воздействий, реализуемых в момент времени $t \in T$, задается точкой (вектором) $x_n(t) \in X$. Аналогично для вектора выходных воздействий $y(t)$ вводится пространство выходных воздействий $Y^M = Y_1 \times \dots \times Y_M$.

Ранее мы отмечали, что состояние системы представляет собой набор ее внутренних свойств. Пространство состояний представим, так же, в виде декартова произведения $Z^K = Z_1 \times \dots \times Z_K$.

Модель взаимодействия информационных процессов АСДО позволит прогнозировать процесс ее функционирования по заданному вектору начального состояния системы $z(\xi)$ и записанному в векторном виде входному процессу X_T . Согласно изложенному выше, для решения этой задачи достаточно задать множества T, X, Y, Z , пространства X^N, Y^M, Z^K , операторы выхода G и перехода H . Модель взаимодействия информационных процессов системы представляет собой кортеж

$$M = \langle T, X \subseteq X^N, Y \subseteq Y^M, Z \subseteq Z^K, G, H \rangle. \quad (9)$$

Выводы по второй главе

1) На основе анализа требований к системам дистанционного обучения предложена структура разрабатываемой АСДО, подробно описаны все компоненты данной системы. Отличительной особенностью предложенной структуры является наличие модуля создания и коррекции учебного плана. Данный модуль позволяет не только строить учебный план перед началом обучения, но и вносить изменения в учебный график в процессе обучения применяя методы сетевого планирования.

2) Разработана функциональная модель АСДО, отражающая процесс взаимодействия компонентов системы, преобразование входных данных в выходные. В соответствии со стандартом IDEF0 функционального

моделирования каждому процессу поставлены в соответствие входные и выходные данные, стандарты и нормативы, ресурсы, необходимые для протекания данных процессов. В качестве стандартов и нормативов в процессе функционирования АСДО выступают образовательные стандарты, требования рынка труда, стандарты функционирования систем дистанционного обучения.

3) Основой функционирования АСДО является модель обучающегося, которая содержит не только персональную информацию, но и параметры, используемые для адаптации учебного процесса. Предложена структура модели обучающегося, отличительной особенностью которой является разделение параметров на статические и динамические данные. Параметром модели является учебный план, который в процессе обучения может изменяться, формируя тем самым индивидуальную образовательную траекторию. АСДО активно использует модель обучающегося, постоянно корректируя ее параметры, а также на их основе адаптирует процесс обучения, делая его максимально эффективным для каждого обучающегося.

4) Определены компоненты внешней среды, влияющие на АСДО. С точки зрения системного подхода разработана математическая модель взаимодействия информационных процессов в АСДО в виде кортежа, которая позволяет определять состояние системы, основываясь на исходных данных, а также прогнозировать процесс ее функционирования.

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

В данной главе подробно рассмотрены методы, используемые в разрабатываемой системе адаптивного обучения. Особое внимание уделено процессу составления учебного плана, так как, учебный план является основой построения обучающего процесса.

3.1 Разработка алгоритма построения учебного плана на основе анализа покрытия компетенций

Современные образовательные стандарты предполагают наличие в учебном плане для конкретного направления обучения ряда обязательных дисциплин, а так же дисциплин по выбору. В качестве дисциплин по выбору выступает множество разнообразных курсов, общий объем которых значительно превышает предел для изучения в одном семестре. Задача разработки учебного плана состоит в поиске набора дисциплин, удовлетворяющего интересам обучающегося, проходящего обучение по выбранному направлению, а так же современным требованиям рынка труда. В тоже время необходимо не превысить объем времени отведенного на обучение.

Данная задача имеет ряд особенностей:

1) Каждая дисциплина характеризуется рядом параметров, которые необходимо учитывать при разработке учебного плана:

а) Дисциплина представлена комплектом занятий различных типов (лекции, семинары, лабораторные работы и т.д.). Объем занятий каждой разновидности учитывается при разработке учебного плана.

б) Для каждой дисциплины определены контрольные этапы, а так же итоговые испытания в виде зачета или экзамена. Количество экзаменов и

зачетов в учебном семестре ограничено, что необходимо учитывать при выборе дисциплин.

2) Для обучающегося определены компетенции, которые необходимо «покрыть» включенными в учебный план дисциплинами.

3) Разрабатываемый алгоритм предполагается использовать в адаптивных системах обучения, поэтому необходимо учитывать не только predetermined учебными стандартами цели и ограничения, а также оптимально удовлетворить индивидуальные потребности обучающихся.

Описание математической модели

Для описания математической модели алгоритма нам потребуется определить составляющие ее элементы. Основными компонентами модели являются [67]:

$C = \{C_1, \dots, C_n\}$ – множество компетенций, которые необходимо «покрыть» включенными в учебный план дисциплинами;

O_c^{MAX} – максимальный объем времени (в часах) отведенного на изучение дисциплин;

$O_{ЗЕТ}^{MAX}$ – максимальный объем учебного плана в зачетных единицах;

Z^{MAX} – максимальное количество единиц итогового контроля в виде зачетов;

\mathcal{E}^{MAX} – максимальное количество единиц контроля в виде экзаменов;

$D = \{D_1, \dots, D_k\}$ – множество дисциплин для составления учебного плана.

Рабочая программа каждой из дисциплин определяет следующие ее параметры:

1) трудоемкость аудиторных занятий (в часах)

$$Aуд = (l, n, лаб),$$

где l – трудоемкость лекционных занятий; n – трудоемкость практических занятий; $лаб$ – трудоемкость лабораторных занятий;

2) вид итогового контроля

$$ИК = \begin{cases} 3 - \text{зачет} \\ \mathcal{Э} - \text{экзамен} \end{cases};$$

3) объем дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ) $O_{ЗЕТ}$;

4) объем дисциплины в часах $O_{\text{ч}}$;

5) компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

$$C_j = \{C_{OK}, C_{ПК}\},$$

где C_{OK} – общекультурные компетенции; $C_{ПК}$ – профессиональные компетенции.

Таким образом, каждая дисциплина D_j будет представлена следующим множеством:

$$D_j = \{A_{уд}, ИК, O_{ЗЕТ}, O_{\text{ч}}, C_j\}.$$

Описанные параметры учебных дисциплин порождают ряд технологических проблем:

1) количество единиц контроля каждого типа не должно превышать заданные ограничения Z_{MAX} и $\mathcal{Э}_{MAX}$;

2) суммарный объем дисциплин, включенных в учебный план, в зачетных единицах (ЗЕТ) не должен превышать заданную максимальную величину $O_{ЗЕТ}^{MAX}$;

3) суммарный объем дисциплин, включенных в учебный план, в часах не должен превышать заданную максимальную величину $O_{\text{ч}}^{MAX}$.

В тоже время обучение предполагает достижение определенных компетенций с учетом описанных ограничений в максимально короткие сроки. Таким образом, задача поиска учебного плана

$$\mathcal{УП} = \{D_1, \dots, D_m\} \subset D$$

является задачей оптимизации с целевой функцией минимизации времени обучения.

Целевые функции:

$$\sum_{i=1}^m O_{ci} \rightarrow \min ,$$

$$K \rightarrow \max$$

Ограничения:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall D_j \subset \text{УП} \bigcap_{i=1}^m C_i = C, \\ \sum_{i=1}^m O_{3ETi} \leq O_{3ET}^{MAX}, \\ \sum_{i=1}^m O_{ci} \leq O_q^{MAX}, \\ \sum_{i=1}^m \mathcal{E}_i \leq \mathcal{E}^{MAX}, \\ \sum_{i=1}^m \mathcal{Z}_i \leq \mathcal{Z}^{MAX}. \end{array} \right.$$

Особенностью данной математической модели является максимизация параметра эффективности K . Также в модель включены два параметра \mathcal{Z}^{MAX} и \mathcal{E}^{MAX} , позволяющие производить подбор учебного плана с учетом итоговой нагрузки при подготовке бакалавров и магистров.

Многие дисциплины, включаемые в учебный план, находятся в зависимости от других дисциплин. То есть для изучения того или иного материала требуются знания, которые обучающийся должен получить в процессе изучения другой дисциплины. В таком случае необходимо включать в учебный план не только искомую дисциплину, но и базовую дисциплину.

Зависимость между дисциплинами можно представить в виде ориентированного графа G_D , вершинами графа являются дисциплины, а дуги определяют зависимость между дисциплинами.

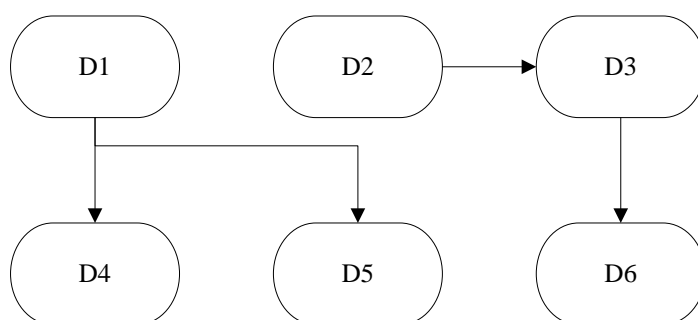


Рис. 3.1.1. Зависимость между дисциплинами

Данному графу соответствует матрица смежности $A = \{a_{ij}\}_{N \times N}$, где N – количество дисциплин. Матрица A будет заполнена элементами a_{ij} .

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i \text{ предшествует } j, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Отметим некоторые свойства графа дисциплин G_D :

1) Существует начальная вершина, которая соответствует началу обучения, и конечная вершина, которая соответствует окончанию обучения.

2) G_D является бесконтурным графом, поскольку освоив последовательность дисциплин, началом которой является некоторая дисциплина D' , обучающийся не может приступить к ее изучению снова.

3) Поскольку граф G_D является бесконтурным, то он может быть разложен на уровни, то есть представлен в виде иерархии. При этом на верхнем уровне окажется фиктивная начальная вершина, а на нижнем фиктивная конечная вершина, которая соответствует окончанию процесса обучения. Конечная вершина, определяется на основе анализа компетенций, которыми должен обладать обучающийся по окончании обучения.

Рассмотрим алгоритм разложения на уровни бесконтурного графа G_D [45]:

1) Найти вершину без входящих дуг и присвоить ей ранг $r=0$. Вычеркнуть выходящие из этой вершины дуги.

2) Предположим, что на некотором этапе в графе отсутствуют вершины без входящих дуг. Присвоить данным вершинам следующее значение ранга r и вычеркнуть дуги, которые из них выходят.

3) Этап 2 повторяется до тех пор, пока все вершины не будут распределены по рангам.

Замечание 1. Свойство бесконтурности является наследственным, то есть при удалении любой вершины графа вместе с инцидентными дугами оставшийся подграф так же является бесконтурным.

Замечание 2. Бесконтурным графы обладают следующими свойствами:

а) существует хотя бы одна вершина без входящих дуг (начальная вершина);

б) существует хотя бы одна вершина без выходящих дуг (называемая конечной);

в) граф можно представить в виде иерархии, то есть разложить на уровни, при этом номер уровня – это длина максимального пути из начальной вершины в вершину данного уровня.

Рассмотрим работу алгоритма разложения бесконтурного графа на уровни. На рис. 3.2.2 представлен бесконтурный граф G_D .

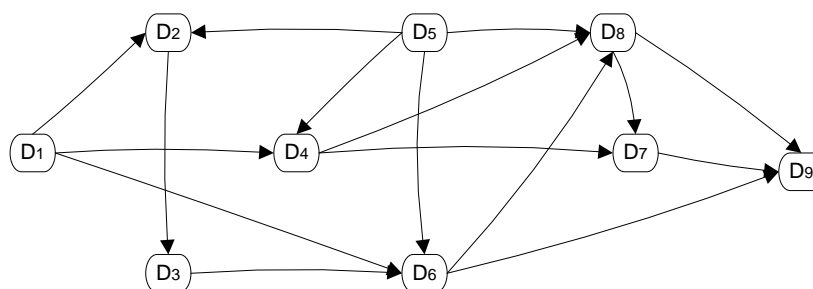


Рис. 3.1.2. Исходный бесконтурный граф G_D

Находим вершины без входящих дуг и присваиваем им ранг $r=0$. В данном примере вершинами без входящих дуг являются вершины D_1 и D_5 . Удаляем выходящие из данных вершин дуги.

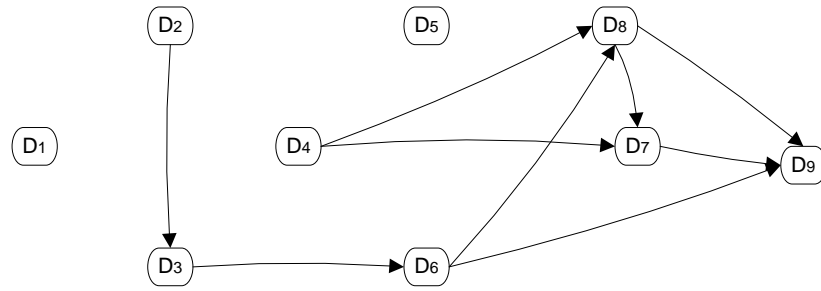


Рис. 3.1.3. Результаты 2-го этапа

Находим вершины без входящих дуг и присваиваем им ранг $r=1$. Такими вершинами являются D_2 и D_4 . Удаляем выходящие из данных вершин дуги.

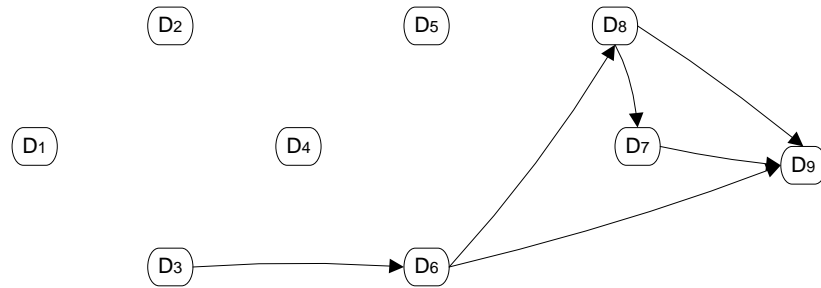


Рис. 3.1.4. Результаты 3-го этапа

Повторяем предыдущий этап и присваиваем ранг $r=2$ вершине D_3 . Удаляем выходящие из данной вершины дуги.

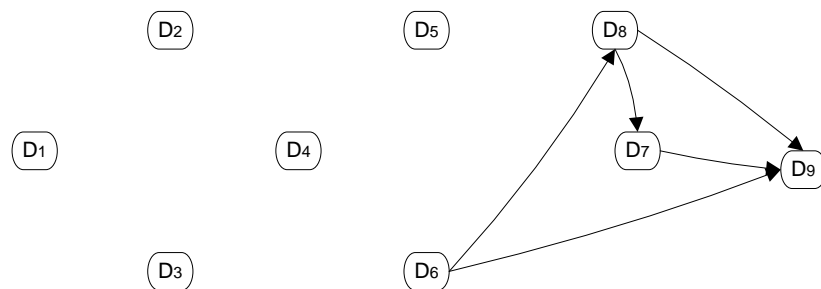


Рис. 3.1.5. Результаты 4-го этапа

Присваиваем ранг $r=3$ вершине D_6 . Удаляем выходящие из данной вершины дуги.

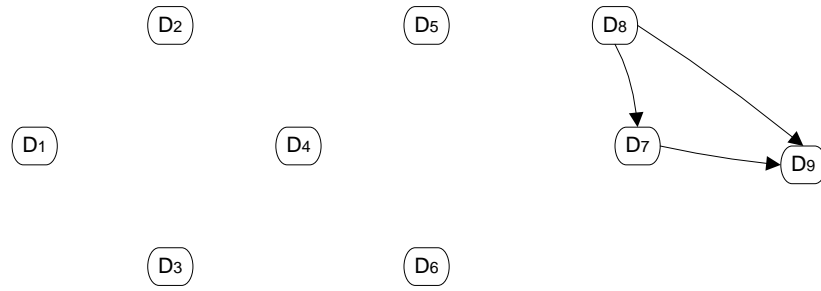


Рис. 3.1.6. Результаты 5-го этапа

Присваиваем ранг $r=4$ вершине D_8 . Удаляем выходящие из данной вершины дуги.

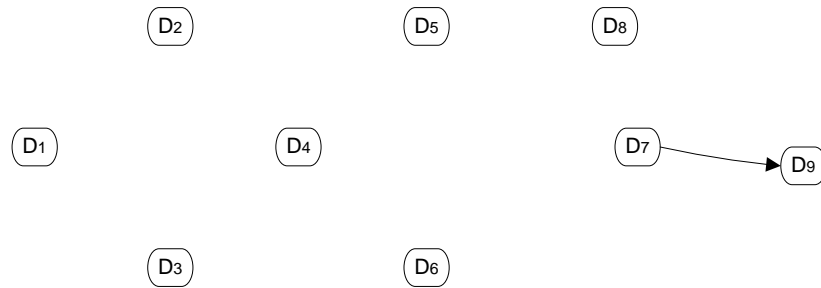


Рис. 3.1.7. Результаты 6-го этапа

Осталось всего две вершины. Вершине D_7 присваиваем ранг $r=5$, а вершине D_9 ранг $r=6$. Всем вершинам графа присвоены ранги, в соответствии с которыми его можно представить в виде иерархии.

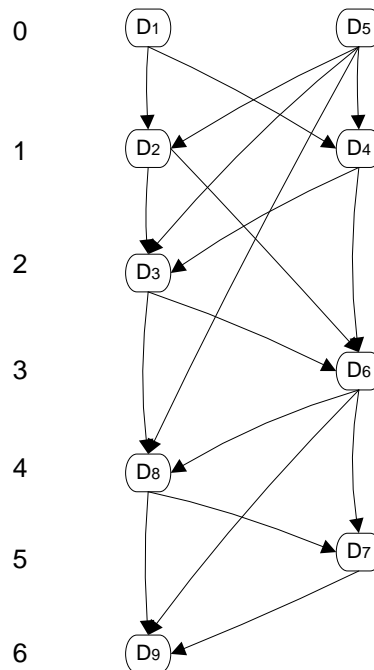


Рис.3.1.8. Граф представленный иерархично

Если в качестве примера за начальную дисциплину взять вершину D_1 , а за конечную D_e , то, как видно из рис. 3.2.8, существует множество путей из начальной вершину в конечную. Из множества путей необходимо выбрать оптимальные для каждого обучающегося. Применение данного алгоритма позволяет использовать разложенные на уровни дисциплины в разрабатываемой процедуре составления учебного плана.

Однако в процессе составления учебного плана, необходимо учитывать то, что обучающийся мог ранее изучать некоторые из дисциплин. Список изученных дисциплин $E = \{D_1, D_2, \dots, D_e\}$ необходимо хранить в модели обучающегося.

В настоящее время основным принципом формирования образовательной программы является компетентностный подход (компетенция – это способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области), согласно которому компетентностная модель должна в максимальной степени учитывать требования рынка труда, а также, если речь идет о высшем профессиональном образовании, то и требования федеральных государственных образовательных стандартов. Современные образовательные стандарты (ФГОСЗ, проект ФГОСЗ+) высшего профессионального образования позволяют обучающемуся самостоятельно выбирать дисциплины для изучения в вариативной (профильной) части образовательной программы, устанавливаемой ВУЗом. Вариативная часть дает возможность расширения и углубления знаний и умений. В тоже время существуют требования рынка труда, которые диктуют предпочтительные компетенции для дальнейшей конкурентоспособности обучающегося. Данные факты формируют противоречия в выборе дисциплин для изучения, необходимо обеспечить конкурентоспособное образование и учесть приоритеты обучающегося. В зависимости от уровня подготовки содержание

учебного материала и календарный план его освоения могут быть различными [46].

Пусть $D = \{D_1, \dots, D_n\}$ – множество дисциплин, предлагаемых для изучения в рамках некоторой образовательной программы, $C = \{C_1, \dots, C_m\}$ – набор компетенций. Каждая учебная дисциплина обеспечивает набор компетенций, которыми будет обладать обучающийся после ее изучения. Предположим, что установлено соответствие между множествами C и D , т.е. для каждой дисциплины D_i известен соответствующий ей набор компетенций $Comp(D_i) = \{C_{i_1}, \dots, C_{i_{m_i}}\}$, а для каждой компетенции C_j – набор дисциплин $Supp(C_j) = \{D_{j_1}, \dots, D_{j_{n_j}}\}$. Если $C_j \in Comp(D_i)$, то будем говорить, что дисциплина D_i покрывает компетенцию C_j .

Обозначим $Index(D_i) = \{i_1, \dots, i_{m_i}\}$ – множество индексов компетенций, покрываемых дисциплиной D_i ; $Index(C_j) = \{j_1, \dots, j_{n_j}\}$ – множество индексов дисциплин, покрывающих компетенцию C_j .

Число $\tau_j = \frac{n_j}{n} (j \in Index(C_j))$ будем называть коэффициентом покрытия компетенции C_j . Очевидно, что, чем меньше коэффициент покрытия τ_j , тем более значимы для учебного плана дисциплины, которые покрывают данную компетенцию.

Если компетенция C_j покрывается множеством дисциплин $Supp(C_j)$, то величина $v_i^j = \frac{1}{n_j} (i \in Index(D_i))$ характеризует «вклад» дисциплины D_i в компетенцию C_j , а для всех остальных дисциплин $v_i^j = 0$. В свою очередь, величина $V_i = \sum_{j \in Index(D_i)} v_i^j$ есть суммарный вклад дисциплины D_i во все

компетенции, предусмотренные компетентностной моделью. Чем больше V_i , тем важнее дисциплина D_i для учебного плана.

Пусть для дисциплины D_i известно время t_i ее изучения, тогда эффективностью дисциплины назовем величину $E_i = \frac{V_i}{t_i}$ ($i = \overline{1, n}$), $E = \sum_{i=1}^n E_i$ – эффективность учебного плана, включающего набор дисциплин $D = \{D_1, \dots, D_n\}$.

Если для дисциплины D_i задано множество $Comp(D_i)$, то $\lambda_j^i = \frac{1}{m_i} (j \in Index(C_j))$ – значимость компетенции C_j для дисциплины D_i , причем для $j \notin Index(C_j)$ имеет место $\lambda_j^i = 0$. Чем больше τ_j , тем больше возможностей для оптимизации учебного плана.

Пусть m_i – количество компетенций, покрываемых данной дисциплиной D_i , тогда величину $\mu_i = \frac{m_i}{m}$ можно рассматривать как вес дисциплины D_i . Если учесть, что в компетенциях заложены требования рынка труда, то чем больше μ_i , тем в большей степени дисциплина D_i важна для получения квалификации. С другой стороны, у каждого обучающегося могут быть свои предпочтения, связанные с выбором дисциплин для обучения. Тогда обучающемуся поставим в соответствие вектор предпочтений $(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$, в котором компонента ε_i есть оценка предпочтительности i -ой дисциплины. Для формирования вектора предпочтений целесообразно использовать широко известный метод парных сравнений [3], который позволяет учитывать нередко противоречащие друг другу факторы при оценке предпочтительности дисциплин. Для формирования матрицы парных сравнений можно использовать различные шкалы, при этом матрица парных сравнений удовлетворяет тем или иным калибровочным ограничениям. Методы обработки матрицы парных

сравнений зависят от типа калибровки. Один из наиболее известных методов – метод, основанный на вычислении собственного вектора, позволяет определить вектор предпочтений $(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)$ для конкретного обучающегося.

Заметим, что $\varepsilon_i \in (0, 1]$ и $\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 1$.

Величины μ_i и ε_i могут находиться между собой в следующих соотношениях:

а) $\varepsilon_i \geq \mu_i$ – в данном случае можно говорить о согласованности интересов обучающегося и текущих требований рынка труда,

б) $\varepsilon_i < \mu_i$ – данный случай свидетельствует о рассогласованности интересов обучающегося и рынка труда: предпочтения обучающегося являются неактуальными по отношению к рынку труда.

Таким образом, в общем случае может существовать конфликт интересов рынка труда и обучающегося, который может получить интересующие его знания, но они не будут востребованы рынком. Для количественной оценки степени конфликтности предлагается использовать оценки специального вида, введенные Руссманом И.Б. и получившие развитие в [51], которые, по сути, позволяют оценить «степень расхождения» двух заданных величин ε_i и μ_i .

Коэффициентом согласованности интересов обучающегося и требований рынка труда при $\varepsilon_i \geq \mu_i$ относительно i -й дисциплины назовем величину

$$K_i^+ = 1 - \frac{\varepsilon_i(1 - \mu_i)}{\mu_i(1 - \varepsilon_i)} \in [0, 1].$$

Коэффициентом рассогласованности интересов обучающегося и требований рынка труда при $\varepsilon_i < \mu_i$ относительно i -й дисциплины назовем величину

$$K_i^- = \frac{\mu_i(1 - \varepsilon_i)}{\varepsilon_i(1 - \mu_i)} \in [0, 1].$$

Очевидно, что чем больше K_i^+ и чем меньше K_i^- , тем лучше. Доопределим величины K_i^+ и K_i^- следующим образом: если $\varepsilon_i \geq \mu_i$, то положить $K_i^- = 1$ (максимальное значение коэффициента рассогласованности); если $\varepsilon_i < \mu_i$, то $K_i^+ = 0$ (минимальное значение коэффициента согласованности).

В целом по всей совокупности учебных дисциплин можно построить комплексный коэффициент согласованности/рассогласованности интересов обучающегося и требований рынка труда. Для этого целесообразно использовать подходы к агрегированию оценок данного типа [53,54].

Пусть X – исходное множество объектов; $A_i(x) = a_i$ – частная оценка конкретного объекта x , которой может служить оценка по i -му критерию, или же оценка, полученная от i -го эксперта; (a_1, a_2, \dots, a_n) – оценка векторной формы объекта $x \in X$, тогда ее *обобщенная (интегральная, комплексная)* оценка может быть рассчитана путем агрегирования (интеграции) компонент векторной оценки. Чаще всего, каждый отдельный критерий K_i из множества критериев $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ имеет собственный вес w_i , который определяет степень значимости (важности) оценки по текущему критерию, а каждый отдельный эксперт E_j из группы экспертов $\{E_1, E_2, \dots, E_m\}$ определяется коэффициентом компетентности данного эксперта c_j , позволяющим определять весомость его мнения. В указанном случае оператор агрегирования использует весовые коэффициенты w_i и/или c_j и имеет следующий вид:

$$\alpha(x) = \text{Agg}(W, A),$$

где $\text{Agg}(W, A)$ – оператор агрегирования; x – объект из указанного множества; $\alpha(x)$ – его интегральная оценка, $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ – вектор частных оценок; $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ – вектор присвоенных весовых коэффициентов. w_i определяет степень важности агрегатов (частных оценок) a_i на текущую обобщенную оценку $\alpha(x)$. Если A – вектор оценок

альтернативы по критериям, а вектор W указывает веса этих критериев, то $\alpha(x)$ – многокритериальная оценка данного объекта. Если элементы вектора W – веса компетентности экспертов, а A – вектор оценок, полученных от данных экспертов, то $\alpha(x)$ – групповая оценка альтернативы.

Необходимо сказать, что при формировании интегральной оценки возможны две исходные схемы агрегирования [53]:

$$1) \text{Agg}_1(W, A) = \text{Agg}_1(g(w_1, a_1), g(w_2, a_2), \dots, g(w_n, a_n)) = \alpha(x),$$

$$2) \text{Agg}_2(W, A) = \text{Agg}_2(f_1(W), f_2(A)) = (\omega, \alpha(x)).$$

В первом случае сперва строятся агрегаты $g(w_i, a_i)$ для всех $i = \overline{1, n}$, которые затем преобразуются в обобщенную оценку $\alpha(x)$. Во втором случае агрегирование коэффициентов и отдельных оценок альтернатив производится отдельно, причем конкретной оценкой альтернативы является $\alpha(x)$, а ω полагается как степень доверия к данной оценке.

Оператор агрегирования помогает решать задачу наиболее оптимальным способом – за счет свертки векторной оценки с соответствующим набором коэффициентов в скалярную величину, предоставляя, тем самым, возможность определить отношение линейного порядка на множестве альтернатив. Выбор данного оператора агрегирования – основной этап формирования моделей оценки, который непосредственно зависит от качества исходной информации. Так же как веса, так и оценки объектов могут быть как качественными, так и количественными. В случае Если оценки количественные, то для согласования текущих единиц измерения осуществляется переход к относительным оценкам из $[0, 1]$ при помощи специальных функций нормирования $\varphi: [a_{\min}, a_{\max}] \rightarrow [0, 1]$, где $[a_{\min}, a_{\max}]$ есть отрезок, включающий возможные значения оценок по текущему критерию (или оценок, полученных от конкретного эксперта). При выборе необходимой функции φ необходимо принимать во внимание принцип, по которому построен критерий. Если более предпочтительно иметь большее

значение критерия, то логично использовать монотонно возрастающие функции нормирования. Примерами данных функций являются

$$a_{new} = \frac{a_{old} - a_{min}}{a_{max} - a_{min}},$$

$$a_{new} = \frac{a_{old}}{a_{max}}.$$

Если критерий построен по принципу «чем меньше, тем лучше», то целесообразно монотонно убывающие функции. Например,

$$a_{new} = \frac{a_{max} - a_{old}}{a_{max} - a_{min}}.$$

Качественные оценки вычисляются в рамках лингвистического подхода. Чтобы задать *лингвистическую переменную*, нужно, как минимум, описать три базовые компоненты – множество ее значений, или *термов*; синтаксическую процедуру, направленную на образования новых, логичных для данной задачи значений лингвистической переменной, и семантическую процедуру для представления нового лингвистического значения. В рамках лингвистического подхода к представлению оценочных моделей можно выделить *кардинальное* и *ординальное лингвистическое оценивание*. В первом случае каждому отдельному терму ставится в соответствие нечеткое число с заданной функцией принадлежности. Во втором случае нужно определить лишь множество значений переменной, определив специальную шкалу.

Лингвистическая шкала S представляет собой конечное линейно упорядоченное множество термов $\{S_i\}_{i=0, \overline{T}}$, удовлетворяющих условиям [53]:

1) если $i < j$, то S_i предшествует S_j ($S_i < S_j$);

2) отрицание терма определяется правилом

$$N(S_i) = \begin{cases} S_{T-i}, & \text{если } T \text{ четное,} \\ S_{T-i+1}, & \text{если } T \text{ нечетное;} \end{cases}$$

3) дизъюнкция (связка «или») термов определяется правилом

$$S_i \vee S_j = \max\{S_i, S_j\} = S_j, \text{ если } (S_i \prec S_j);$$

4) конъюнкция (связка «и») термов определяется правилом

$$S_i \wedge S_j = \max\{S_i, S_j\} = S_i, \text{ если } (S_i \prec S_j).$$

Предположение 1: частные оценки альтернатив и весовые коэффициенты являются числовыми из $[0, 1]$. Для формирования обобщенной оценки могут быть использованы следующие операторы агрегирования:

а) различные формы интегрального критерия, среди которых основными являются:

линейная свертка

$$IK_1(W, A) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot a_i,$$

мультипликативная свертка

$$IK_2(W, A) = \prod_{i=1}^n a_i^{w_i},$$

метрический критерий

$$IK_3(W, A) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot (a_i - a_i^*),$$

где $(a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*)$ – вектор оценок идеальной альтернативы;

б) *MIN*-операторы агрегирования:

$$MIN_w^1(A) = \min_i \max\{1 - w_i, a_i\},$$

$$MIN_w^2(A) = \min_i \{1 - w_i + a_i \cdot w_i\},$$

$$MIN_w^3(A) = \min_i \min\{1, 1 - w_i + a_i\};$$

в) *MAX*-операторы агрегирования:

$$MAX_w^1(A) = \max_i \min\{w_i, a_i\},$$

$$MAX_w^2(A) = \max_i \{w_i \cdot a_i\},$$

$$MAX_w^3(A) = \max_i \max\{0, w_i + a_i - 1\};$$

г) *порядковый оператор взвешенного агрегирования (OWA-оператор)*, ассоциированный с вектором весов $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, удовлетворяющих условиям $w_i \in [0, 1]$ и $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, есть отображение

$$F : [0, 1]^{n+1} \rightarrow [0, 1],$$

такое что

$$F_W(X) = F(W, X) = \sum_{i=1}^n w_i a_{\sigma(i)},$$

где $\sigma : \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$ – перестановка, такая что $a_{\sigma(i)} \geq a_{\sigma(i+1)}$.

Таким образом, обобщенная оценка, вычисленная на основе OWA-оператора, есть результат скалярного произведения вектора весов W на вектор, полученный из A упорядочением элементов по невозрастанию. Если этот вектор обозначить через B , то

$$F_W(X) = \sum_{i=1}^n w_i b_i.$$

В отличие от классической аддитивной свертки, принимающей во внимание значимость источников информации, OWA-оператор позволяет учитывать важность конкретных значений аргументов.

Для $F_W(X)$ можно определить двойственный оператор $\bar{F}_\Omega(X)$ с вектором весов $\Omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, где $\omega_i = w_{n-i+1}$. Важно, что OWA-операторы отличаются друг от друга наборами весовых коэффициентов, при этом можно выделить: $F_{W^*}(X) = \max\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ с весами $W^* = (1, 0, \dots, 0)$,

$F_{W_*}(X) = \min\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ с весами $W_* = (0, \dots, 0, 1)$ и $F_{W_\Delta}(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ при

$W_\Delta = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)$. Для произвольного OWA-оператора справедливо

неравенство

$$\min\{x_1, x_2, \dots, x_n\} \leq F_W(X) \leq \max\{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

которое означает, что в общем случае $F_W(X)$ является оператором осреднения.

Особенностью порядковых операторов является то, что их можно обобщить на случай лингвистической информации.

Предположение 2: частные оценки альтернатив являются лингвистическими, а весовые коэффициенты – из $[0, 1]$.

а) лингвистический OWA-оператор (LOWA-оператор) $\Phi_W(A)$ определяется в виде

$$\Phi_W(A) = C^n \left\{ (w_k, b_k), k = \overline{1, n} \right\} = w_1 \otimes b_1 \oplus (1 - w_1) \otimes C^{n-1} \left\{ (\beta_h, b_h), h = \overline{2, n} \right\},$$

где $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ – вектор весов, такой что $w_i \in [0, 1]$ и выполняется условие нормировки $\sum_{i=1}^n w_i = 1$; B – вектор, полученный из A упорядочением

по невозрастанию лингвистических термов; $\beta_h = \frac{w_h}{\sum_{k=2}^n w_k} (h = \overline{2, n})$; $C^n (C^{n-1})$ –

выпуклая комбинация $n(n-1)$ термов. При $n=2$ имеем

$$C^2 \left\{ (w_i, b_i), i = \overline{1, 2} \right\} = w_1 \otimes S_i \oplus w_2 \otimes S_j = S_k,$$

где $S_1, S_j \in S (j \geq i)$, $b_1 = S_j$, $b_2 = S_i$, $k = \min \{ T, i + \text{round}(w_1 \cdot (j - i)) \}$, round означает обычное округление.

Если $w_j = 1$ и $w_k = 0$ при всех $k \neq j$, то

$$\Phi_W(A) = C^n \left\{ (w_k, b_k), k = \overline{1, n} \right\} = b_j.$$

Предположение 3: частные оценки альтернатив и весовые коэффициенты являются лингвистическими.

В этом случае используются следующие операторы:

а) лингвистический MAX-оператор (LMAX)

$$LMAX_W^1(A) = \max_i \min \{ w_i, a_i \};$$

б) лингвистический MIN-оператор (LMIN)

$$LMIN_w(A) = \min_i \max\{N(w_i), a_i\}.$$

б) Пусть $\{(c_1, a_1), (c_2, a_2), \dots, (c_m, a_m)\}$ – набор агрегируемых величин, где a_i – оценка альтернативы, полученная от i -го эксперта, c_i – коэффициент компетентности i -го эксперта. $c_i, a_i \in S$ для всех i .

Определение 1. Агрегирование множества взвешенных индивидуальных экспертных оценок $\{(c_1, a_1), (c_2, a_2), \dots, (c_m, a_m)\}$ в соответствии с оператором лингвистической взвешенной дизъюнкции (LWD-оператором) определяет оценку (c_E, a_E) , такую, что групповая оценка альтернативы определяется

$$a_E = \max_i \min\{c_i, a_i\},$$

а степень компетентности группы экспертов

$$c_E = \Phi_w(c_1, \dots, c_m).$$

Определение 2. Агрегирование множества взвешенных индивидуальных экспертных оценок $\{(c_1, a_1), (c_2, a_2), \dots, (c_m, a_m)\}$ в соответствии с оператором лингвистической взвешенной конъюнкции (LWC-оператором) определяет оценку (c_E, a_E) , такую, что групповая оценка альтернативы определяется правилом

$$a_E = \min_i \max\{N(c_i), a_i\},$$

а степень компетентности группы экспертов

$$c_E = \Phi_w(c_1, \dots, c_m).$$

Определение 3. Агрегирование множества взвешенных индивидуальных экспертных оценок $\{(c_1, a_1), (c_2, a_2), \dots, (c_m, a_m)\}$ в соответствии с LWA-оператором определяет взвешенную групповую оценку (c_E, a_E) , такую, что

$$(c_E, a_E) = LWA[(c_1, a_1), (c_2, a_2), \dots, (c_m, a_m)],$$

где степень компетентности группы экспертов есть

$$c_E = \Phi_W(c_1, \dots, c_m),$$

а групповая оценка альтернативы a_E определяется по формуле

$$a_E = f[g(a_1, c_1), \dots, g(a_m, c_m)],$$

где $f \in \{\Phi_W, \Phi_W^I\}$ – операторы LOWA и I-LOWA; $g \in \{LC_1, LC_2, LC_3\}$, если $f = \Phi_W$ и $g \in \{LI_1, LI_2, LI_3\}$, если $f = \Phi_W^I$.

В качестве лингвистической конъюнкции будем рассматривать:

$$LC_1(w, a) = \min(w, a), \quad LC_2(w, a) = \begin{cases} \min(w, a), & \text{если } w > N(a), \\ S_0, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$LC_3(w, a) = \begin{cases} \min(w, a), & \text{если } \max(w, a) = S_T, \\ S_0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

В качестве лингвистической импликации рассматриваются

$$LI_1(w, a) = \max(w, a), \quad LI_2(w, a) = \begin{cases} S_T, & \text{если } w \leq a, \\ a, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$LI_3(w, a) = \begin{cases} S_T, & \text{если } w \leq a, \\ \max(N(w), a), & \text{иначе.} \end{cases}$$

Важнейшей характеристикой любого оператора агрегирования является его стратегия агрегирования. В основе любой стратегии агрегирования лежит способ принятия во внимание данных о частных оценках объектов. Стратегия агрегирования зачастую описывается одним из свойств:

- a) обобщенная оценка не может быть лучше наихудшей оценки;
- b) обобщенная оценка обусловлена наилучшей из частных оценок;
- c) обобщенная оценка занимает промежуточное положение между частными оценками, участвующими в процессе агрегирования.

Операции, реализующие первую стратегию, являются конъюнкциями (минимум, пересечение, t-нормы), а сама стратегия – конъюнктивной. Вторая

стратегия реализуется операциями, являющимися дизъюнкциями (максимум, объединение, t-конормы), и называется дизъюнктивной. Третья стратегия – компромиссная, формализуется с помощью ряда операций осреднения.

При построении оценочной модели очень важно осуществлять априорную оценку и моделирование стратегии агрегирования. Стратегия агрегирования OWA-оператора может непосредственно оцениваться с помощью специальных величин:

$$orness(W) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((n-i)w_i),$$

$$andness(W) = 1 - orness(w) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((i-1)w_i).$$

Данные числовые характеристики классифицируют OWA-операторы по отношению к связкам «и» и «или»: $andness(W)$ характеризует близость оператора к конъюнкции, а $orness(W)$ – к дизъюнкции. Для произвольного OWA-оператора вводится следующее определение: если $orness(w) > 0.5$, то соответствующий оператор называется квазидизъюнкцией, если $andness(W) > 0.5$ (а значит, $orness(W) \leq 0.5$), то – квазиконъюнкцией.

Эмпирический опыт показывает, что ЛПР, склонное к риску, при формировании обобщенной оценки в большей степени учитывает лучшие свойства альтернатив. Эту позицию ЛПР будем называть оптимистической. В противоположность ей ЛПР – пессимист имеет тенденцию в своих суждениях опираться на худшие свойства альтернатив. Заметим, что дизъюнктивная стратегия агрегирования как раз соответствует оптимистической позиции ЛПР, поэтому склонность ЛПР к риску можно охарактеризовать величиной $orness(W)$. Чем ближе $orness(W)$ к единице, тем в большей степени позиция ЛПР оптимистична.

Справедливо следующее утверждение: пусть W и W' – векторы весовых коэффициентов соответствующих OWA-операторов, такие, что

$W = (w_1, \dots, w_n)$ и $W' = (w_1, \dots, w_{r-1}, w_r + t, w_{r+1}, \dots, w_{k-1}, w_k - t, w_{k+1}, \dots, w_n)$, где $t > 0, k > r$, тогда $orness(W) < orness(W')$.

Таким образом, изменяя вектор весов, можно увеличивать или уменьшать величину $orness(W)$, управляя, тем самым, стратегией агрегирования или отношением ЛППР к риску.

Некоторые оценочные модели ориентированы на наличие компенсационных свойств оператора агрегирования, когда малые значения оценок альтернативы по одному критерию компенсируются большими значениями оценок по другим показателям. Показателем компенсационных свойств операторов агрегирования является величина

$$tradeoff(W) = 1 - \sqrt{n \sum_{i=1}^n \frac{(w_i - 1/n)^2}{n-1}}$$

Важно, что значения перечисленных числовых характеристик зависят от числа критериев (или экспертов) n , а это означает, что с увеличением n стратегия агрегирования, отношение к риску, а также компенсационные свойства операторов агрегирования меняются. На рис.1 показана взаимосвязь между показателем риска $orness(W)$ и показателем компенсационных свойств OWA-операторов $tradeoff(W)$.

Другой числовой характеристикой порядковых операторов является величина энтропии (или дисперсии) $H(W) = -\sum_{i=1}^n (w_i \ln w_i) \in [0, \ln n]$. Если использовать OWA – оператор как оператор осреднения, то $H(W)$ показывает, насколько равномерно учитываются оператором агрегируемые значения. Для любого n – мерного вектора весов W выполнено неравенство $0 \leq H(W) \leq \ln n$. Часто вместо $H(W)$ используют нормированную энтропию

$$\bar{H}(W) = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n (w_i \ln w_i).$$

Таким образом, существует целый ряд числовых характеристик, позволяющих оценивать те или иные свойства операторов агрегирования. И естественно возникает вопрос о методах моделирования операторов агрегирования с заданным уровнем свойств. Так как *OWA*-оператор полностью определяется вектором весовых коэффициентов W , то методы формирования весов выступают на первый план.

Описанные способы агрегирования позволяют перейти от множества коэффициентов согласованности и рассогласованности для всех дисциплин учебного плана к скалярным оценкам согласованности и рассогласованности учебного плана в целом. Например, если выбрано конъюнктивное агрегирование, то комплексная оценка рассогласованности интересов обучающихся и требований рынка труда может быть вычислена по формуле [55]

$$K^- = \frac{M(1-E)}{E(1-M)},$$

где $M = \prod_{i=1}^n \mu_i$, $E = 1 - \prod_{i=1}^n \varepsilon_i$ – комплексные оценки интересов обучающегося и требований рынка труда, причем можно показать, что $M > E$.

Если $K^+ > K^-$, то учебный план в целом является согласованным, иначе – несогласованным, т.е. обучающийся в процессе обучения может удовлетворить свои интересы, но существует риск, что он не будет востребован на рынке труда. В этом случае адаптивная система должна выдать рекомендации для принятия решения.

Для нахождения комплексных оценок интересов обучающегося и требований рынка труда можно использовать порядковые операторы взвешенного агрегирования [24], которые основаны на принципе «нечеткого большинства». Их преимуществом является наличие ряда количественных характеристик, которые отражают отношение к риску, уровень компенсации и позволяют целенаправленно строить процедуру агрегирования.

Дисциплины могут находиться между собой в отношении предшествования, а, следовательно, некоторую дисциплину можно изучать только после того, как будут изучены ей предшествующие. Цель заключается в нахождении совокупности дисциплин, позволяющей, с одной стороны удовлетворить индивидуальные потребности обучающегося, а, с другой, – подготовить высококвалифицированного специалиста для современного рынка труда.

Для построения модели введем следующие переменные:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если дисциплина } i \text{ обеспечивает компетенцию } j, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{если дисциплина } i \text{ включается в учебный план,} \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

При составлении модели целесообразно рассматривать следующие ограничения:

ограничения на систему предпочтений обучающегося:

а) пусть для каждой дисциплины C_i известны коэффициент согласованности K_i^+ и коэффициент рассогласованности K_i^- , а также пороговые значения коэффициентов Δ_i^+ согласованности и Δ_i^- рассогласованности соответственно, тогда потребуем

$$\begin{cases} K_i^+ \geq \Delta_i^+, \\ K_i^- < \Delta_i^-, \end{cases} \text{ для всех } i = \overline{1, n};$$

б) по большинству дисциплин комплексный коэффициент согласованности превышает коэффициент рассогласованности, т.е. $K^+ > K^-$, при этом предполагается, что для построения комплексной оценки используются порядковые операторы взвешенного агрегирования;

в) поскольку цель – получить согласованный учебный план, то задав некоторый порог α , можно потребовать, чтобы $K^+ \geq \alpha$;

г) пусть $I^+ = \{i : K_i^+ > 0\}$, $I^- = \{i : K_i^- < 1\}$, тогда ограничение $|I^+| > |I^-|$ означает, что большинство дисциплин, включаемых в учебный план, являются согласованными.

технологические ограничения:

а) дисциплины упорядочены отношением предшествования;

б) компетенция C_j обеспечивается хотя бы одной из дисциплин, т.е.

$$\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} > 0 \quad (j = \overline{1, m});$$

в) в учебный план необходимо включать только такие дисциплины, которые соотнесены хотя с одной из компетенций, т.е. $\sum_{j=1}^m y_j x_{ij} > 0 \quad (i = \overline{1, m});$

г) пусть t_i – рекомендуемое, например, на основе тестирования время для изучения дисциплины D_i , тогда $\sum_{i=1}^n t_i y_i = T_{пл}$, где $T_{пл}$ – плановое время для освоения учебного плана;

д) пусть z_i – количество зачетных единиц, соответствующих дисциплине d_i , а ZET – общее количество зачетных единиц, определяемое образовательным стандартом, тогда $\sum_{i=1}^n z_i y_i = ZET$;

стратегические ограничения:

пусть E – пороговое значение эффективности учебного плана, тогда целесообразно включить в него такие дисциплины, которые обеспечивают эффективность, не ниже заданного порога, т.е. $\sum_{i=1}^n v_i y_i \geq E$.

При проектировании учебного плана критерии оптимальности могут также быть различными:

- максимизация весов дисциплин, включаемых в учебный план, т.е.

$$\sum_{i=1}^n \mu_i y_i \rightarrow \max;$$

- максимизация (минимизация) комплексного коэффициента согласованности (рассогласованности), т.е. $K^+ \rightarrow \max$ ($K^- \rightarrow \min$);
- максимизация эффективности, т.е. $\sum_{i=1}^n v_i y_i \rightarrow \max$.

Сформулированные выше компоненты оптимизационной модели для составления индивидуального учебного плана обучающегося могут использоваться в различных комбинациях, а сама модель представляет собой задачу комбинаторной оптимизации, при этом может оказаться необходимым рассматривать сразу несколько целевых функций. В этом случае целесообразно учитывать тип взаимодействия целевых функций [48].

Учебный план представляет собой совокупность дисциплин, покрывающих заданный набор компетенций, и формируется поэтапно. После вычисления комплексного коэффициента согласованности обучающегося необходимо определиться с тем, удовлетворяет ли его значение этого коэффициента. Для анализа ситуации и принятия решений необходима специальная процедура, которая может быть реализована, например, в виде продукционной (экспертной) системы.

Теперь, когда коэффициенты согласованности дисциплин определены, необходимо перейти к разработке алгоритма построения учебного плана. Самое важное ограничение – это обеспечить компетенции, поэтому совокупность дисциплин и набор компетенций можно представить в виде двудольного графа, одна доля которого – дисциплины (для общеобразовательных программ высшего образования это дисциплины, относящиеся к вариативной части), а другая – компетенции. Каждой дуге (D_i, C_j) соответствует вес $r_{ij} = v_i^j$, определяющий значимость дисциплины для данной компетенции. На этом этапе задача составления учебного плана представляет собой задачу о назначении в двудольном графе и заключается в поиске оптимального покрытия заданных компетенций. Оптимальным является покрытие, для которого затраты на изучение дисциплин будут

минимальны и все компетенции обеспечены на 100%. Суммарная продолжительность учебных дисциплин, включенных в план, не должна превышать максимальный объем времени, отведенного на изучение этих дисциплин. Для решения задачи в такой постановке предлагается использовать метод жадного поиска [18], который основывается на рассмотрении в первую очередь элементов, имеющих максимальную эффективность. Для решения поставленной задачи необходимо ввести матрицу M_E , строки которой соответствуют дисциплинам, доступным для изучения, в столбцы – компетенциям. Каждый элемент матрицы будет представлять собой вклад дисциплины в компетенцию. Добавим к матрице столбцы с элементами E_i и коэффициентами согласованности дисциплин K_i^+ для данного обучающегося.

Для формирования совокупности дисциплин, которые будут включены в учебный план, предлагается следующая эвристическая процедура:

- 1) Определить набор C и дисциплин D , которые, по мнению экспертов, покрывают этот набор.
- 2) Построить описанную выше таблицу с элементами v_i^j, E_i, K_i^+ .
- 3) Упорядочить строки в таблице по убыванию параметра K_i^+ , а затем по убыванию параметра E_i , тем самым, будет получен список для просмотра дисциплин.
- 4) Просмотр дисциплин в списке: если дисциплина имеет предшествующую дисциплину, то переходим к шагу 5, иначе – к шагу 6.
- 5) Проверка: изучал ли обучающийся предшествующую дисциплину. Если данная дисциплина не изучалась, то добавляем ее в учебный план. Переходим к шагу 6.
- 6) Добавить текущую дисциплину в учебный план.
- 7) Проверить степень покрытия каждой из компетенций. Если все компетенции покрыты, переходим к шагу 9, иначе к шагу 8.

8) Если не все дисциплины просмотрены, то переходим на следующую дисциплину и далее на шаг 4, иначе построение учебного плана невозможно – Выход.

9) Статистический анализ сформированного учебного плана.

Блок-схема алгоритма формирования учебного плана показана на рисунке 3.2.9.

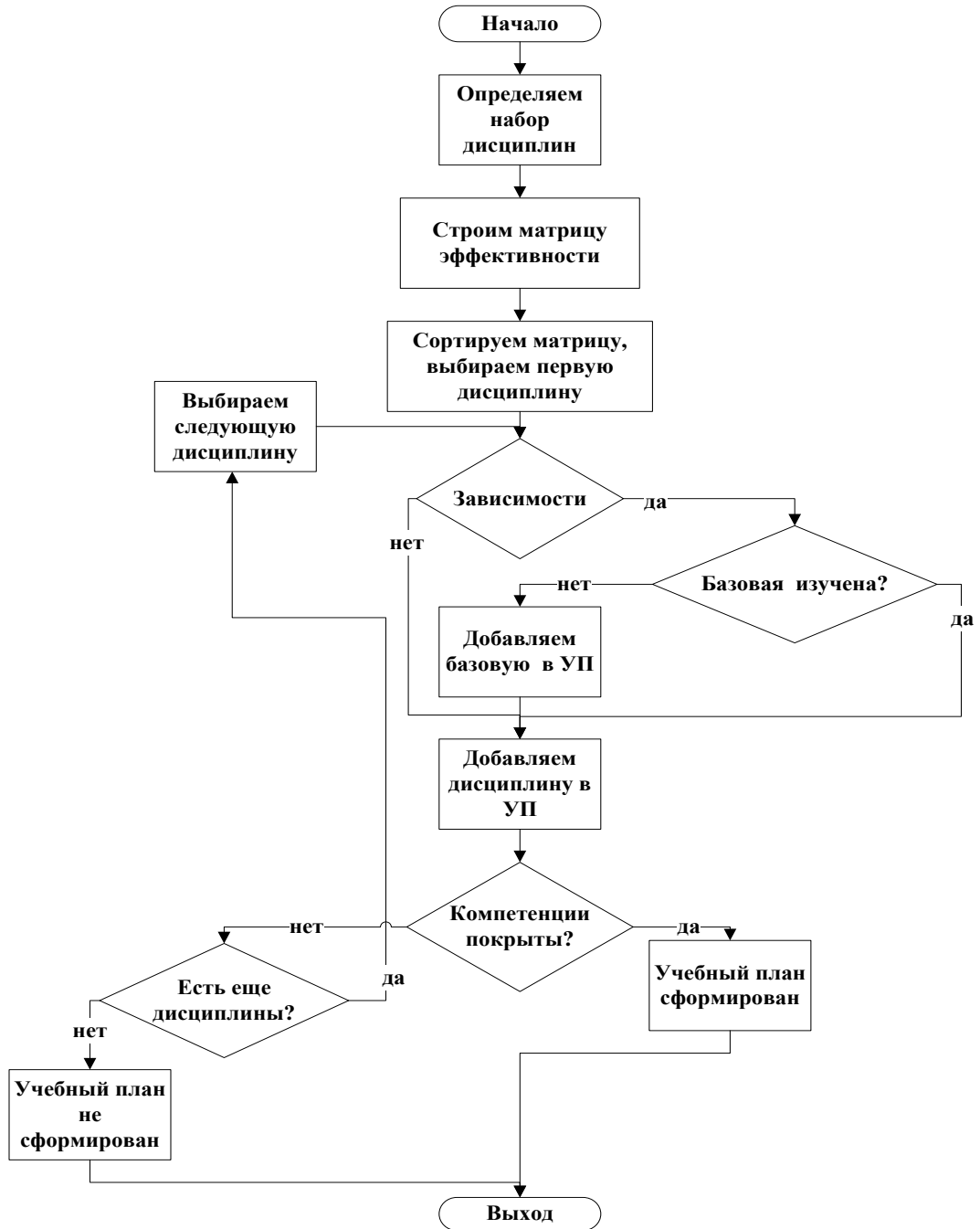


Рис. 3.1.9. Блок-схема алгоритма составления учебного плана

3.2 Применение методов сетевого планирования для управления учебным планом

Отличительной чертой АСДО является персонализация процесса обучения под особенности и требования каждого обучающегося. Адаптация по времени обучения является очень важным инструментом в процессе повышения качества обучения. Каждый обучающийся может принять участие не только в изначальной разработке учебного плана, но и в дальнейшей его корректировке.

Методы сетевого планирования широко применяются в учебном процессе. Они позволяют распределить учебные дисциплины во времени, спланировать загруженность преподавателей и учебных аудиторий. В разрабатываемой АСДО методы сетевого планирования впервые используются для внесения изменений в учебный план в процессе обучения. Данный подход позволит реализовать адаптивность не только на этапе планирования обучения, но в его процессе.

Взаимосвязь между дисциплинами предполагает, что для изучения одних дисциплин нужно освоить некоторые другие, предшествующие им. Как сказано ранее, каждая дисциплина имеет время, необходимое для ее изучения. В процессе построения учебного плана необходимо определить этапы обучения, исходя из необходимого набора дисциплин, их взаимосвязи, времени, необходимого для их изучения и времени отведенного на обучение. Для данной задачи перспективным направлением является применение методов сетевого планирования, совокупность которых образует эффективный инструмент управления проектами [46]. Под проектом понимается комплекс работ, упорядоченных по времени отношением предшествования. Учебный план представляет собой совокупность дисциплин, которые необходимо изучать в определенной последовательности, поэтому в качестве его модели можно использовать сетевую модель, или сетевой график, который представляет собой

ориентированный взвешенный бесконтурный граф. Каждой дуге графа поставим в соответствие дисциплину, продолжительность ее изучения – это вес дуги. Вершины соответствуют событиям, и определяют момент начала или завершения изучения каких-то дисциплин.

Сетевой график учебного плана для индивидуального обучающегося имеет следующие особенности:

1) существует начальная вершина, соответствующая началу обучения;
 2) существует конечная вершина, соответствующая итоговому контролю знаний и окончанию обучения (это событие назовем завершающим);

3) сетевой график является бесконтурным графом, иначе возвращаемся к ситуации, когда некоторую дисциплину и следующие за ней нужно изучать еще раз;

4) вес дуги – продолжительность изучения дисциплины, поэтому, если предположить, что она задается приближенно, то целесообразно задать:

– T_{\min} – минимальное время, отведенное на изучение данной дисциплины;

– T_{\max} – максимальное время, отведенное на изучение данной дисциплины;

– T_p – наиболее вероятное время, используемое в расчетах сетевого графика (оно может определяться предпочтениями обучающегося, стандартами, оцениваться экспертом).

Если время задается одним числом (то есть определяется точно), то используется детерминированная модель (классический сетевой график) [46]. Однако этот параметр можно задать приближенно, и тогда целесообразно использовать модели, ориентированные на приближенный тип информации, а именно нечеткие сетевые модели [46], вероятностные сетевые модели [46].

Так как, разрабатываемая система является адаптивной и предполагает индивидуализацию процесса обучения, обучающийся имеет возможность

определить приоритетные дисциплины и уделить больше времени их изучению, в свою очередь, сократив время изучения остальных дисциплин. Главным условием выбора параметра T_p является $T_{\min} \leq T_p \leq T_{\max}$.

На начальном этапе сетевого планирования необходимо построить сетевой график, используя в качестве исходных данных набор дисциплин, определенный на предыдущем этапе.

При построении сетевого графа используются условные обозначения для его вершин, изображенные на рис. 3.2.1.

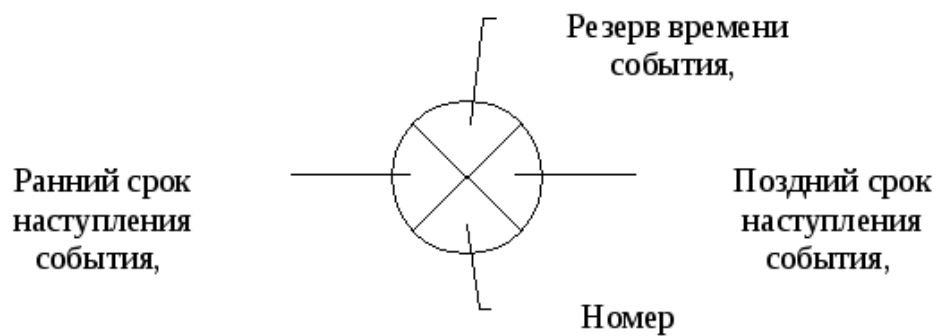


Рис. 3.2.1. Обозначения вершин сетевого графа

В качестве примера приведем сетевой график, изображенный на рис. 3.2.2.

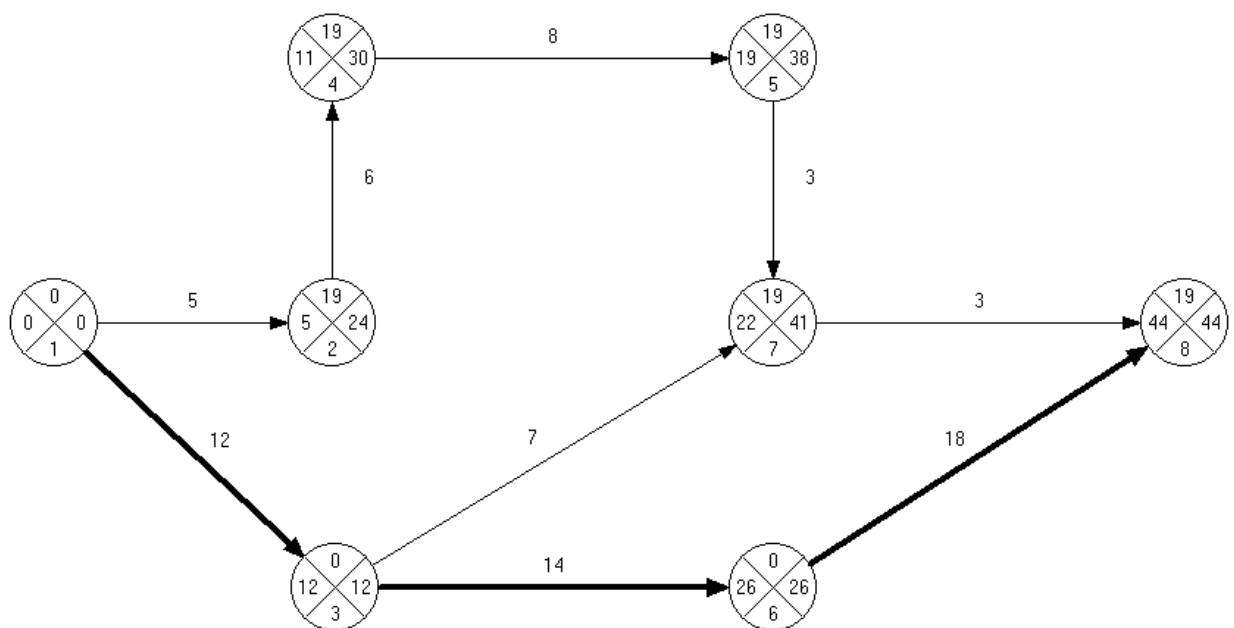


Рис. 3.2.2. Сетевой график учебного плана

Каждой дуге-дисциплине соответствует время T_p (в учебных днях), отведенное на ее выполнение. Множество дисциплин – это множество работ (операций), которые необходимо выполнить в процессе обучения. Каждая вершина сетевого графика обозначает событие, которое соответствует началу или окончанию некоторой работы или совокупности работ. Поскольку сетевой график – бесконтурный граф, то он допускает разложение на уровни, т.е. представления в виде иерархии, которое характеризуется следующими особенностями:

- 1) вершины, находящиеся на верхнем уровне соответствуют началу реализации учебного процесса (это может быть одна дисциплина, дающая базовые знания для остальных, или несколько дисциплин);
- 2) из вершин данного уровня дуги ведут только в вершины нижеследующих уровней, определяя последовательность в изучении дисциплин;
- 3) уровни иерархии можно рассматривать как этапы учебного процесса, которые могут включать точки контроля знаний;
- 4) в иерархическом представлении можно выделить пути, ведущие из вершин верхнего уровня в вершины нижнего уровня, – это позволяет выделить последовательности изучения некоторого подмножества дисциплин.

Основными временными параметрами сетевой модели являются [46]:

- ранний срок наступления события (самый ранний из возможных сроков наступления события при условии выполнения всех предшествующих работ-дисциплин);
- критическое время (ранее время наступления завершающего события сети, которое определяет время, необходимое для изучения всех дисциплин, включенных в учебный план);

– поздний срок наступления события (самый поздний из допустимых сроков наступления события, при котором не увеличивается общее время для изучения всех дисциплин, т.е. критическое время);

– полный резерв времени работы (время, на которое может увеличиться время освоения некоторой дисциплины, и при этом общее (критическое) время не изменится);

– свободный резерв времени работы (время, на которое можно увеличить продолжительность изучения дисциплины, не увеличив раннее время наступления события, которое соответствует началу изучения следующей дисциплины).

Критический путь – путь максимальной длины из начального события в завершающее, длина этого пути есть критическое время. Дуги (работы) и вершины (события), принадлежащие критическому пути, называются критическими.

Пусть t_{ij} продолжительность работы (i, j) , N – номер завершающего события сети. Прежде, чем определять параметры, необходимо осуществить топологическую сортировку сети [46], результатом которой является монотонная нумерация вершин, которая формирует список для просмотра вершин при определении временных параметров. В классическом случае временные параметры сетевой модели рассчитываются следующим образом:

1. Определение ранних сроков наступления событий:

Положить $T_p(0) = 0$. Двигаясь по сети в порядке возрастания номеров вершин, определить $T_p(j)$ ранний срок наступления события j по формуле $T_p(j) = \max_{i < j} \{T_p(i) + t_{ij}\}$.

2. Определение критического времени:

Положить $T_{кр} = T_N(j)$.

3. Определение поздних сроков наступления событий:

Положить $T_n(C) = T_p(C)$. Двигаясь по сети в порядке убывания номеров вершин, определить $T_n(i)$ поздний срок наступления события i по формуле $T_n(i) = \min_{i < j} \{T_n(j) - t_{ij}\}$.

4. Определение критического пути:

Двигаясь от завершающего события к начальному, каждый раз выделять такую дугу (i, j) , для которой выполняется условие

$$T_p(j) - T_n(i) = t_{ij}.$$

5. Для каждой работы определить резервы:

– полный резерв времени работы (i, j) (максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы (i, j) , не изменяя продолжительность критического пути)

$$R_n(i, j) = T_n(j) - T_p(i) - t_{ij};$$

– свободный резерв времени работы (i, j) (максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы (i, j) или отсрочить ее начало, не изменяя ранних сроков начала последующих работ)

$$R_c(i, j) = T_p(j) - T_p(i) - t_{ij}.$$

Заметим, что $R_n(i, j) \geq R_c(i, j)$, причем для каждой работы (i, j) $R_n(i, j) - R_c(i, j) = T_n(j) - T_p(i) = R(j)$ – резерв времени j -го события.

Известно[46], что событие i является критическим тогда и только тогда, когда $R(i) = 0$; работа (i, j) является критической тогда и только тогда, когда ее полный резерв, а, следовательно, и свободный равны 0.

Критический путь характеризуется наибольшей продолжительностью выполнения работ, находящихся на нем. Особенность данного пути состоит в том, что у работ, расположенных на нем, нет резерва времени, т.е. в случае увеличения времени изучения одной из дисциплин также увеличится суммарное время освоения учебного плана. Как видно на графике, у

дисциплин, которые расположены вне критического пути, существует резерв времени. Данный резерв позволяет увеличить время изучения дисциплин без увеличения суммарного времени выполнения учебного плана.

Таким образом, сетевое моделирование – основа для составления календарного плана учебного процесса, при этом возможны следующие ситуации:

- 1) если контроль знаний следует непосредственно после изучения дисциплины, то необходимо ввести специальную работу в сетевой график продолжительности, равной времени, необходимому для осуществления процедуры контроля;
- 2) если процедуры контроля должны выполняться поэтапно (после изучения некоторой совокупности дисциплин), то после определения временных параметров сетевого графика целесообразно разложить его на уровни и выделить те уровни, на которых планируется провести контролирующие процедуры, добавив к критическому времени суммарное время, необходимое для их осуществления.

На основе сетевого графика можно построить линейную диаграмму, которая позволяет в каждый момент времени определить набор изучаемых дисциплин (рис. 3.2.3).

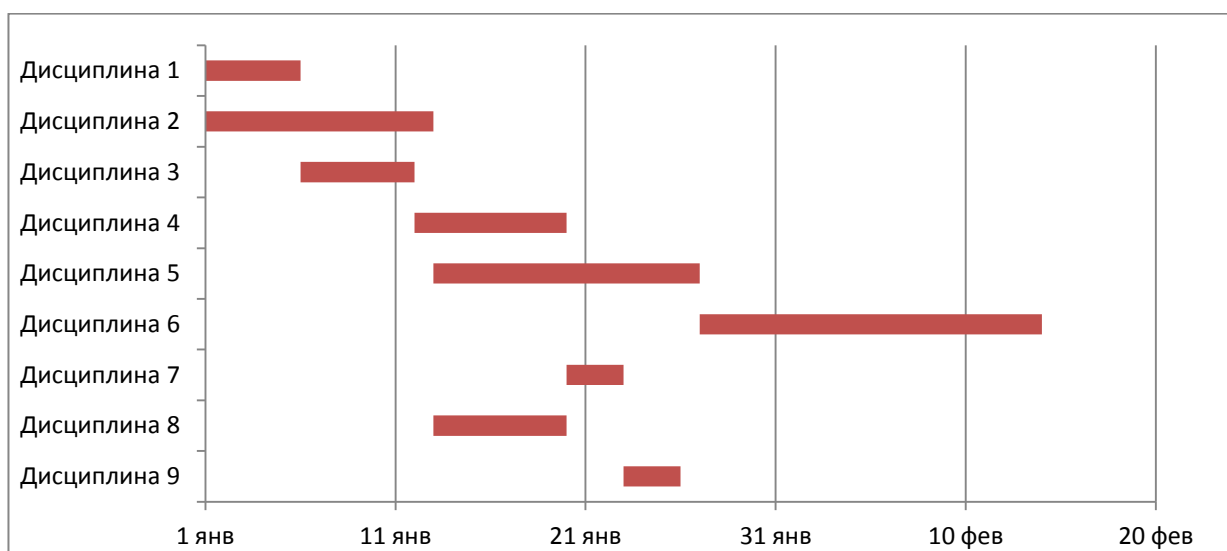


Рис. 3.2.3. Линейная диаграмма учебного плана

Такая форма представления учебного плана позволяет в каждый момент времени определить, какие дисциплины изучаются, а анализ резервов позволяет изменять время, отводимое для изучения, не изменяя общего времени, отводимого для изучения учебного плана.

Как сказано выше, дисциплины, расположенные на критическом пути не имеют резерва времени на изучение. Из этого следует, что в случае задержек в процессе изучения данных дисциплин произойдет увеличение суммарного времени изучения учебного плана. Однако, данные издержки можно покрыть за счет уменьшения параметра T_p . Как сказано выше, $T_{\min} \leq T_p \leq T_{\max}$, следовательно, в случае необходимости существует возможность уменьшить параметр T_p вплоть до значения T_{\min} , тем самым, не увеличив суммарное время изучения учебного плана.

Описанный подход, опирающийся на применение методов сетевого планирования для составления учебного плана, позволяет максимально адаптировать процесс обучения под индивидуальные особенности обучающегося путем составления адаптированного учебного плана. Изменяемые временные параметры позволяют в случае необходимости скорректировать учебный план без увеличения суммарного времени. Данная особенность предлагаемого подхода позволяет системе работать с обучающимся в интерактивном режиме и подстраиваться под его возможности.

Выводы третьей главы

1) Современные образовательные стандарты основываются на компетентностной модели, включающей набор компетенций, которыми обучающийся должен овладеть после освоения образовательной программы. Повышение квалификации, получение дополнительного образования в рамках дистанционного обучения должно расширить множество компетенций обучающегося, но при этом все эти приобретенные компетенции должны быть востребованы рынком труда. Введены коэффициенты согласованности и рассогласованности важности компетенций с точки зрения потребностей обучающегося и текущих требований рынка труда. Данные критерии позволяют максимально точно разработать учебный план, который позволит производить обучение высококвалифицированных специалистов, удовлетворяющих современным требованиям рынка труда.

2) Разработан подход к формированию оптимизационных моделей для формирования учебного плана с учетом коэффициентов согласованности и рассогласованности компетенций, взаимозависимости между дисциплинами и действующих в процессе обучения временных ограничений. Каждая из возможных моделей представляет собой задачу дискретной оптимизации с одной или несколькими целевыми функциями. В диссертации предложен алгоритм, основанный на жадной стратегии, для построения учебного плана, дисциплины которого «покрывают» множество выбранных компетенций. Данный алгоритм выделяет разрабатываемую систему среди аналогов, так как позволяет построить учебный план максимально согласующийся как с предпочтениями обучающегося, так и с требованиями текущего рынка труда.

3) Предложен подход к организации учебного процесса (составлению календарного плана) с применением методов сетевого моделирования, при этом для каждой дисциплины определяются резервы времени, которые можно использовать либо для увеличения продолжительности ее изучения,

либо для организации контроля знаний. Предложены варианты проведения контролирующих процедур (поэтапно или непосредственно после изучения дисциплины). Критическое время позволяет определить время, необходимое для изучения дисциплин, включенных в учебный план. За счет увеличения времени изучения дисциплин, принадлежащих критическому пути, на величину, не превышающую полные резервы, общее время учебного процесса может быть увеличено. Время изучения дисциплин может быть задано приближенно. Таким образом, данный подход позволяет спланировать учебный процесс во времени и внести изменения в учебный план при необходимости.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АСДО В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Данная глава посвящена разработке АСДО в форме программного комплекса, реализующего теоретические результаты предыдущих разделов. Разрабатываемый программный продукт является полностью автономным и завершённым. В его функционал входят все компоненты, необходимые для организации дистанционного учебного процесса.

4.1 Структура программного комплекса

Структура программного комплекса адаптивной системы дистанционного обучения представлена на рис. 4.1.1:

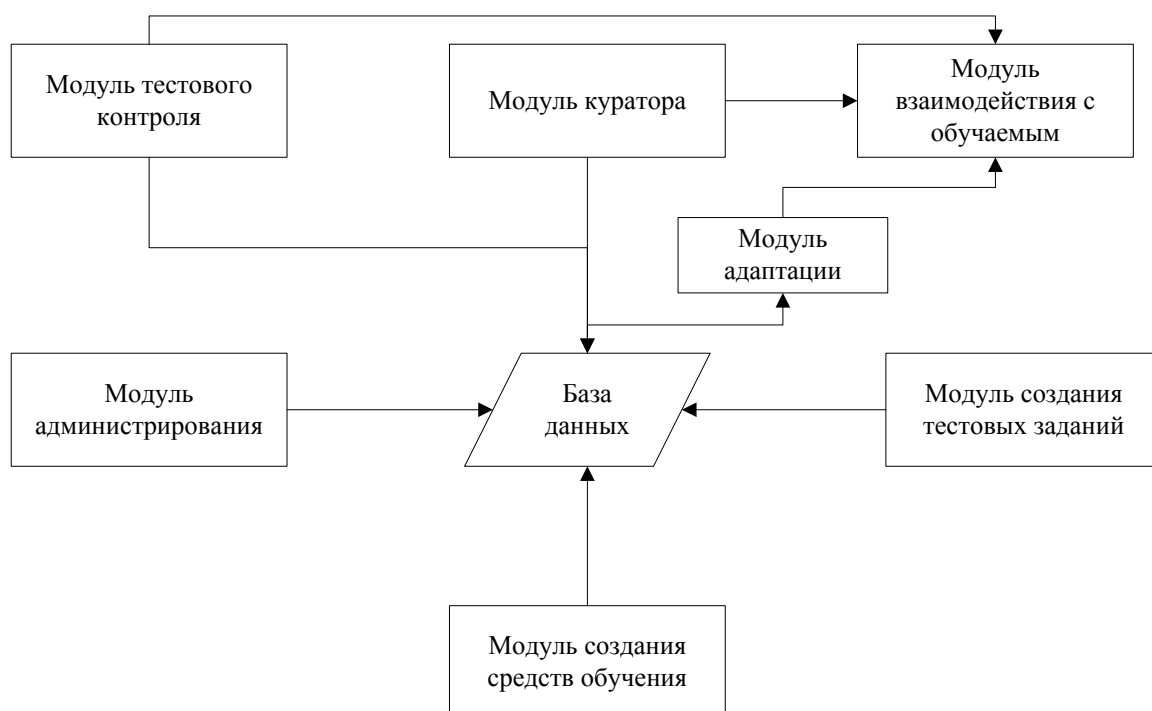


Рис. 4.1.1. Структура программного комплекса

Рассмотрим более подробно компоненты программного комплекса.

База данных – основной компонент системы, предназначена для хранения всей, используемой в процессе работы программы, информации.

Модуль куратора – компоненты системы, предназначенный для взаимодействия куратора с системой обучения. Данный модуль позволяет не только просматривать результаты работы обучающихся, но и взаимодействовать непосредственно с каждым обучающимся.

Модуль взаимодействия с обучающимся – компонент системы, реализующий процесс взаимодействия системы с обучающимся на всех этапах обучения, включающих:

- 1) предварительные испытания,
- 2) оценка предпочтительности дисциплин,
- 3) планирование обучения,
- 4) обучение,
- 5) тестовый контроль.

Модуль тестового контроля – компонент системы, используемый для контроля качества знаний обучающегося.

Модуль адаптации – модуль системы, отвечающий за адаптацию учебного материала при взаимодействии с каждым обучающимся.

Модуль администрирования – компонент системы, позволяющий управлять системой, производить ее настройку, добавлять и удалять пользователей, определять их роли.

Модуль создания средств обучения – компонент системы, используемый для формирования учебного материала. Позволяет формировать и редактировать текст с использованием иллюстраций, таблиц, диаграмм, анимации.

Модуль создания тестовых заданий – модуль системы, позволяющий создавать тестовые задания для каждого раздела дисциплин. Так же позволяет использовать в тексте иллюстрации, таблицы, диаграммы, анимации. Основными типами тестовых заданий, которые позволяет создавать данный модуль являются:

- тестовые задания с одним верным вариантом ответа,
- тестовые задания с несколькими верными вариантами ответа,

- задания на указания верной последовательности вариантов ответа,
- задания с указанием соответствия элементов в обеих частях тестового задания.

Описанная структура является общим представлением разрабатываемой системы и требует подробной реализации всех ее компонентов.

Для функционирования программного комплекса необходимо определить три уровня доступа к системе: Администратор, Куратор и Обучающийся. Данные группы необходимы для разграничения доступа к средствам системы с целью повышения ее безопасности.

Администратор является наиболее привилегированной и малочисленной группой пользователей. Пользователям данной группы позволено создавать, удалять и редактировать все, без исключения группы пользователей, производить настройку системы, делать резервной копирование и восстановление базы данных [56].

Куратор является второй по возможностям доступа группой пользователей. Участникам данной группы позволено создавать и редактировать учебный материал и тестовые задания, а также отслеживать деятельность обучающегося, просматривать результаты его тестовых испытаний, взаимодействовать с обучающимся по средствам текстовых сообщений, при необходимости [56].

Обучающийся является наибольшей по численности, но наименее привилегированной группой пользователей. Пользователи данной группы могут просматривать учебную информацию, проходить тестовые испытания, определять предпочтительные дисциплины.

4.2 Выбор средств разработки программного комплекса

Так как разрабатываемая АСДО является дистанционной, требуется определить какую web-технологию необходимо использовать [44].

Табл. 4.2.1 Сравнение технологий ASP.Net и PHP

Параметр сравнения	ASP.Net	PHP
Языки программирования	При создании приложений ASP Dot Net существует возможность использовать любой язык из платформы .Net – C# или Visual Basic.Net. Доступен весь функционал библиотеки Dot Net Framework.	PHP является наиболее популярным языком web-программирования. Используется си-подобный синтаксис, отсутствует строгая типизация переменных.
Среды разработки	Основной продукт, который используется для разработки веб-приложений на ASP.Net – это Microsoft Visual Studio.	Для языка PHP сегодня существует множество различных сред разработки: родная Zend Studio, версия Eclipse для PHP, плагин под Visual Studio и т.п.
Стоимость среды разработки	Express-версия Visual Studio поставляется бесплатно и обладает широкими возможностями. Также бесплатна и Express-версия SQL-сервера.	Весь LAMP-стек (Linux Apache Mysql PHP) бесплатен. Бесплатны Unix-подобные операционные системы, бесплатен веб-сервер Apache, бесплатен интерпретатор PHP и бесплатна база данных

		MySQL (за исключением ее коммерческого использования, в этом случае лицензией предусмотрена оплата за базу данных).
Базы данных	Зачастую ASP.Net-приложения используют сервер баз данных от Microsoft – Microsoft SQL Server.	Зачастую вместе с PHP используется СУБД MySQL. Реже – PostgreSQL.

Основываясь на результатах сравнения можно сделать вывод, что в данном случае наиболее подходящей технологией является ASP.Net.

Что касается технологии построения программного продукта, то оптимальным вариантом будет использование технологии MVC (Model-View-Controller). Шаблон архитектуры Model-View-Controller (MVC) разделяет приложение на три основных компонента: модель, представление и контроллер.

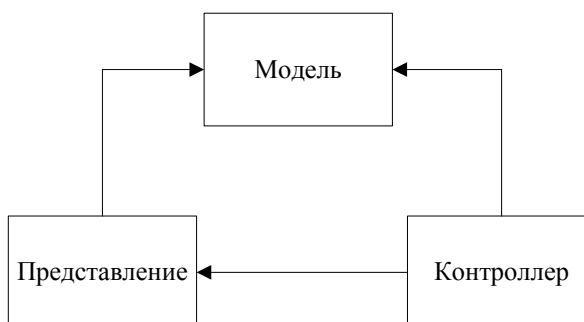


Рис.4.2.2. Структура MVC-приложения

4.3 Разработка базы данных для адаптивной системы дистанционного обучения

База данных является важнейшим элементом разрабатываемой системы, поэтому качество ее организации повлияет на производительность и безопасность всей системы [29].

Так как в качестве технологии разработки программного продукта была выбрана ASP.Net MVC от компании Майкрософт, то оптимальным средством организации баз данных является MS SQL Sever 2012.

Использование СУБД MS SQL Sever 2012 дает возможность формировать запросы и осуществлять поиск необходимых данных, синхронизировать данные, а также выполнять аналитическую обработку информации и получать разнообразные отчеты. При этом базы данных и средства управления ими доступны, как с настольных компьютеров, так и с различных мобильных устройств. Важным фактором при использовании СУБД является применение надежной серверной платформы, обеспечивающей максимальные возможности [27].

Структура базы данных, разработанная для использования в АСДО, представлена на рисунке 4.3.1.

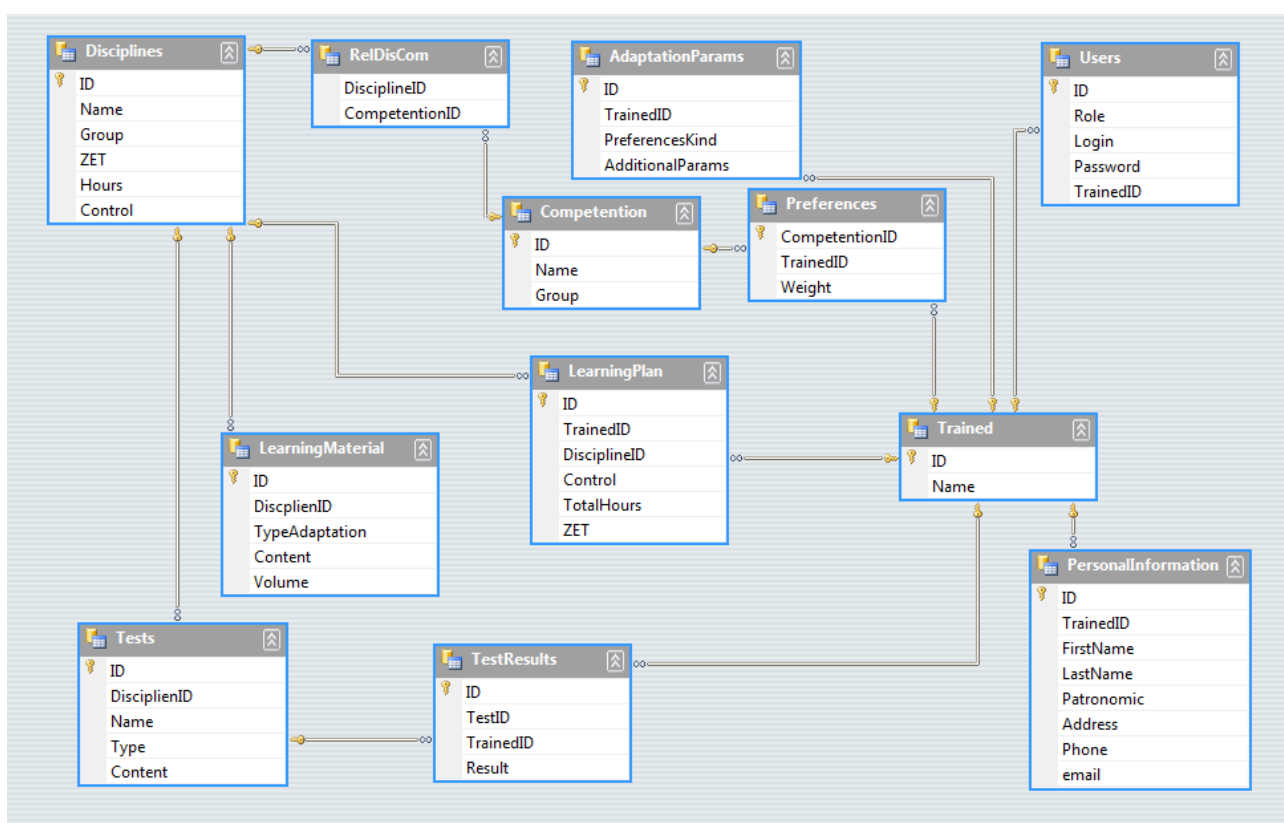


Рис. 4.3.1. Структура базы данных адаптивной системы дистанционного обучения.

Как видно, все значимые таблицы содержат поле ID – уникальный идентификатор записи, являющийся первичным ключом для связи таблиц по типу «многие к одному». Вторичными ключами являются поля составление из названия головной таблиц и окончания ID. Данные поля являются ссылками на первичные. Некоторые таблицы, такие как Preferences, не содержат первичных ключей, подобные таблицы используются для связей типа «многие ко многим».

Рассмотрим более подробно каждую из таблиц.

Первой будет рассмотрена таблица Disciplines, в которой хранятся учебные дисциплины.

Табл. 4.3.1 Поля таблицы Disciplines

Имя столбца	Назначение
Name	Используется для хранения наименования дисциплины
Group	Группа в которую входит данная дисциплина
ZET	Объем дисциплины в зачетных единицах
Hours	Объем дисциплины в часах
Control	Тип итогового контроля знаний

Следующей таблицей является Competention, она используется для хранения компетенций, которые требуется освоить обучающемуся в процессе обучения.

Табл. 4.3.2 Поля таблицы Competention

Имя столбца	Назначение
Name	Наименование компетенции
Group	Группа в которую входит компетенция

Каждая дисциплина связана с определенным множеством компетенций, которые приобретает обучающийся в процессе обучения. Для данной связи используется таблица RelDisCom.

Табл. 4.3.3 Поля таблицы RelDisCom

Имя столбца	Назначение
DisciplineID	Ссылка на дисциплину
CompetentionID	Ссылка на компетенцию

Данная таблица содержит связи «многие ко многим», так как существует множество дисциплин, реализующих одни и те же компетенции.

Данные об обучающемся содержатся в таблице PersonalInformation, она включает всю личную и контактную информацию.

Табл. 4.3.4 Поля таблицы PersonalInformation

Имя столбца	Назначение
TrainedID	Ссылка на профиль обучающегося
FirstName	Имя обучающегося
LastName	Фамилия
Patronymic	Отчество
Address	Адрес проживания обучающегося
Phone	Контактный телефон
email	Адрес электронной почты

Записи в данной таблице ссылаются на профиль обучающегося в таблице Trained. Эти таблицы специально разделены для ускорения работы подзапросов.

Как говорилось ранее, каждый обучающийся определяет приоритетные для себя компетенции. Для организации данной зависимости служит таблица Preferences, содержащая связи типа «многие ко многим»

Табл. 4.3.5 Поля таблицы Preferences

Имя столбца	Назначение
TrainedID	Ссылка на профиль обучающегося
CompetentionID	Ссылка на компетенцию

Weight	Важность компетенции для обучающегося
--------	---------------------------------------

Для каждой дисциплины содержится учебный материал, если есть возможность – учебный материал представлен в различных видах, для последующей адаптации. Для хранения учебного материала используется таблица LearningMaterial.

Табл. 4.3.6 Поля таблицы LearningMaterial

Имя столбца	Назначение
DiscplienID	Ссылка на учебную дисциплину
TypeAdaptation	Тип представления материала для адаптации
Content	Содержимое учебного материала
Volume	Объем учебного материала в часах

Для каждого обучающегося в системе формируется индивидуальный учебный план, для его хранения используется таблица LearningPlan.

Табл. 4.3.7 Поля таблицы LearningPlan

Имя столбца	Назначение
TrainedID	Ссылка на профиль обучающегося
DisciplineID	Ссылка на дисциплину
Control	Тип контроля
TotalHours	Объем учебного плана в часах
ZET	Объем учебного плана в зачетных единицах

По каждой дисциплине существует набор тестовых заданий для контроля качества знаний. Тестовые задания хранятся в таблице Tests.

Табл. 4.3.8 Поля таблицы Tests

Имя столбца	Назначение
DiscplienID	Ссылка на учебную дисциплину
Name	Заголовок теста

Type	Тип задания
Content	Содержимое

После тестирования уровня знаний обучающегося результаты заносятся в таблицу TestResults. В дальнейшем данные результаты используются системой для определения качества знаний обучающегося.

Табл. 4.3.9 Поля таблицы TestResults

Имя столбца	Назначение
TestID	Ссылка на тестовое задание
TrainedID	Ссылка на профиль обучающегося
Result	Результат

Все пользователи системы (администраторы, кураторы и обучающиеся) имеют свои данные авторизации. Эти данные хранятся в таблице Users.

Табл. 4.3.10 Поля таблицы Users

Имя столбца	Назначение
Role	Роль пользователя
Login	Логин
Password	Пароль
TrainedID	Ссылка на обучающегося. Если пользователь не является обучающимся, то ссылка равна NULL.

После того, как база данных спроектирована, необходимо определить способ взаимодействия с ней программного комплекса. Существует два основных подхода к реализации доступа к базам данных [13]:

- 1) прямые SQL запросы,
- 2) объектно-реляционная проекция (Object Relational Mapping – ORM).

При разработке программного комплекса адаптивной системы дистанционного обучения оптимальным вариантом является использование объектно-реляционной проекции.

Так как в качестве технологии разработки программного комплекса выбрана ASP.Net MVC, а в качестве системы управления базами данных Microsoft SQL Server, то оптимальным вариантом объектно-реляционной проекции является технология Microsoft ADO.NET Entity Framework. Данная технология является составной частью платформы Microsoft .NET Framework [16].

4.4 Реализация интерфейса программного комплекса адаптивной системы дистанционного обучения

В качестве технологии разработки нами была выбрана технология ASP.Net MVC, поэтому в соответствии со спецификацией необходимо создать представление для каждой из страниц. Создание страниц происходит на языке HTML.

Каждый пользователь системы должен быть авторизован, для определения его роли и прав доступа. Для этого служит страница авторизации (рис. 4.4.1).

Для кураторов пароли могут быть созданы администраторами, а для обучающихся как администраторами, так и кураторами. Данные процедуры будут рассмотрены позже. Администраторский пароль, необходимый для первоначального доступа предоставляется при установке системы. Поэтому форма регистрации как таковая не требуется.

Авторизация

Пожалуйста введите выданный вам логин и пароль для входа в систему обучения

Информация авторизации

Имя пользователя

Пароль

Запомнить?

Рис. 4.4.1. Страница авторизации

Редактирование кураторов

	<u>Имя</u>	<u>Дата создания</u>
Редактировать	Новый куратор 1	21.05.2013 0:00:00
Редактировать	Новый куратор 2	21.05.2013 0:00:00
Редактировать	Новый куратор 3	22.05.2013 0:00:00
Редактировать	Новый куратор 4	22.05.2013 0:00:00
Редактировать	Новый куратор 5	22.05.2013 0:00:00
Редактировать	Новый куратор 6	22.05.2013 0:00:00

Рисунок 4.4.2. Форма создания и редактирования кураторов

Так как в базе данных храниться лишь результат вычисления хеш-функции пароля – нет смысла выводить его на редактирование. При регистрации нового пользователя, а так же при редактировании данных – новый пароль будет выслан на адрес электронной почты. Данный подход

позволит ограничить круг лиц, имеющих доступ к паролю – тем самым увеличить безопасность системы.

Аналогичным образом происходит редактирование обучающихся, однако, для каждого обучающегося куратор может видеть подробную информацию о текущем состоянии изученности каждой учебной дисциплины и т.д..

При нажатии на кнопку «подробней» появляется форма отображения профиля текущего обучающегося. В данном разделе отображается информация о текущих дисциплинах, по которым он проходит обучение, процент изученности дисциплины, количество пройденных этапов промежуточного контроля знаний, а так же тип итогового контроля, предусмотренный каждой дисциплиной (зачет или экзамен).

Список обучаемых

Имя	Дата создания	
Новый обучаемый 1	21.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 10	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 11	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 2	21.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 3	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 4	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 5	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 6	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 7	21.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 8	22.06.2013 0:00:00	Подробней
Новый обучаемый 9	22.06.2013 0:00:00	Подробней

Добавить

Рис. 4.4.3. Форма создания и редактирования обучающихся

Информация о текущем состоянии *Новый обучаемый 1*

Наименование дисциплины	Процент выполнения	Тестирований пройдено	Итоговый контроль
Дисциплина 1	100 %	26/26	Экзамен
Дисциплина 2	79 %	21/26	Зачет
Дисциплина 3	33 %	9/26	Зачет

Рис. 4.4.4. Информация о прогрессе обучающегося

Для создания учебного материала существует специальный редактор, который позволяет создавать учебный материал с использованием широкого набора средств редактирования текста, создания и использования изображений, диаграмм, графиков. Данный редактор создан на основе свободной библиотеки FreeTextBox (<http://www.freetextbox.com/>).

Все учебные материалы, созданные с использованием данного редактора сохраняются в виде XML-разметки в базе данных. Изображение хранятся в бинарном виде.

Разрабатываемая система адаптивного дистанционного образования в сфере информационных технологий поддерживает формат хранения учебного материала SCORM. Для сохранения учебного материала в формате SCORM необходимо открыть редактор, и заполнить все поля соответствующие стандарту SCORM:

- 1) идентификатор учебного курса;
- 2) версия;
- 3) пространства имен, используемые в процессе изучения учебного материала;
- 4) схема и ее версия;
- 5) язык, на котором написан учебный материал;
- 6) заголовок учебного материала;

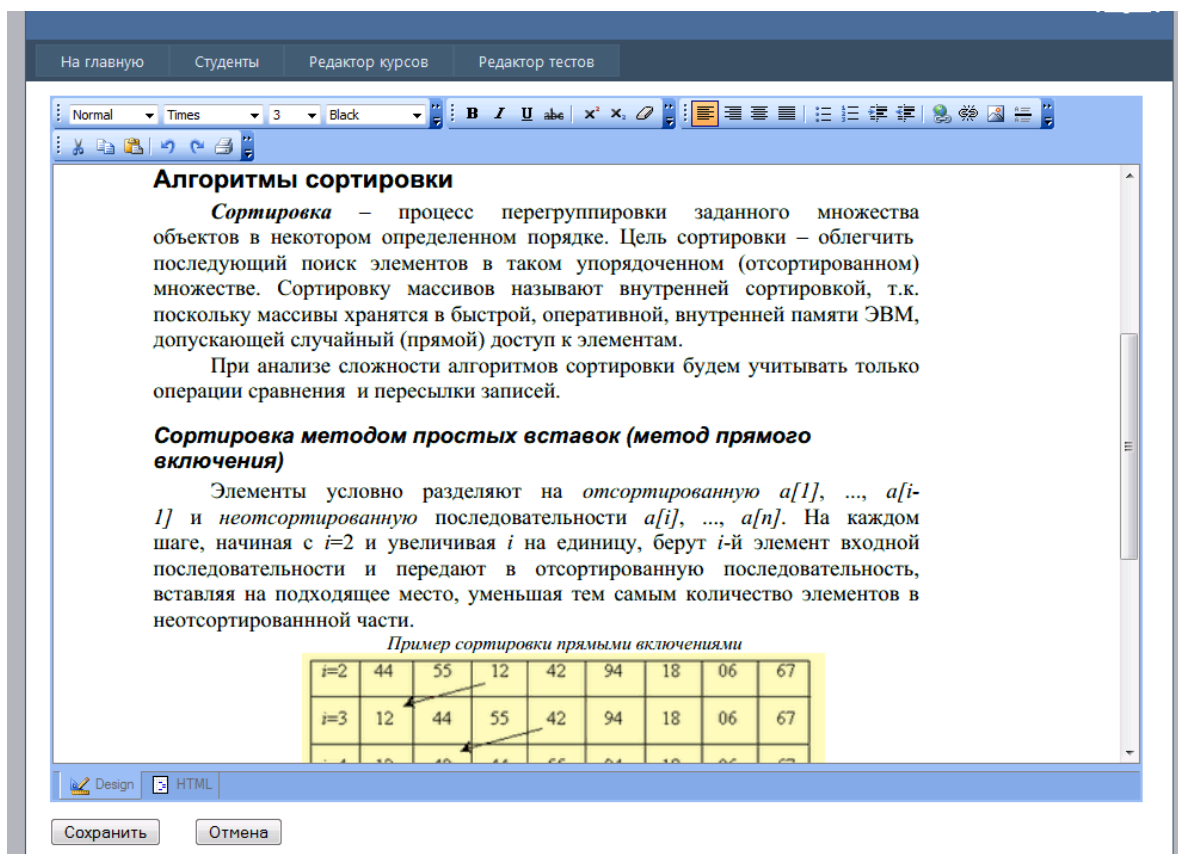


Рис. 4.4.5. Редактор для создания учебного материала

- 7) описание учебного материала;
- 8) ключевые слова учебного материала;
- 9) Формат данных, заключенных в SCORM-пакет;
- 10) Права на копирование;
- 11) Количество описанных в манифест-файле ресурсов;
- 12) Тип содержимого;
- 13) Adlscp:scormType учебного материала;
- 14) Иерархическое дерево ресурсов;
- 15) Дерево зависимых файлов;
- 16) Общая информация о файле.

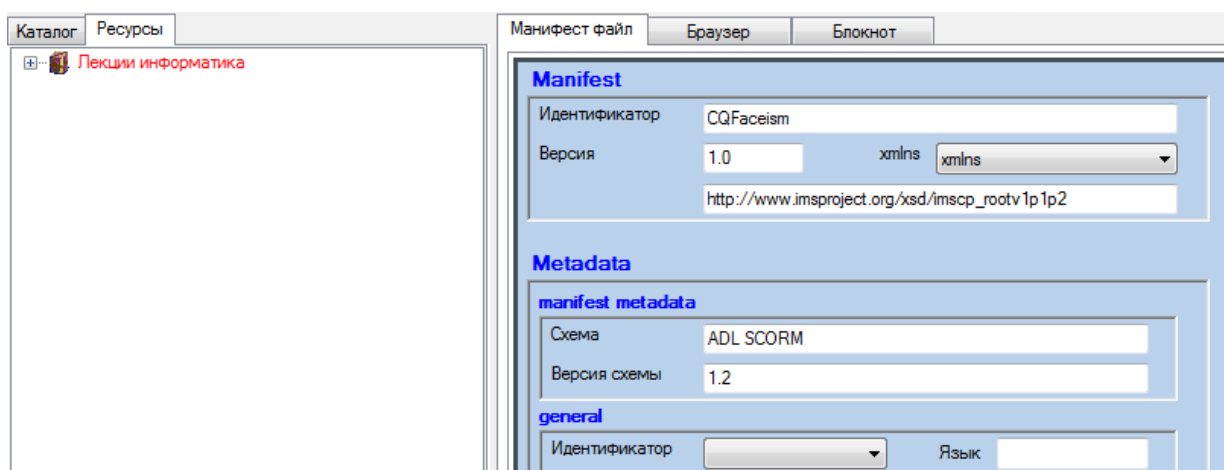


Рис. 4.4.6. Параметры пакета SCORM

После заполнения всех необходимых параметров будет сформирован SCORM – пакет, доступный для экспорта в другие системы дистанционного обучения, поддерживающие данный формат.

Фактически SCORM-пакет представляет собой ZIP-архив, содержащий учебный материал, а так же всю необходимую информацию для экспорта в другие системы.

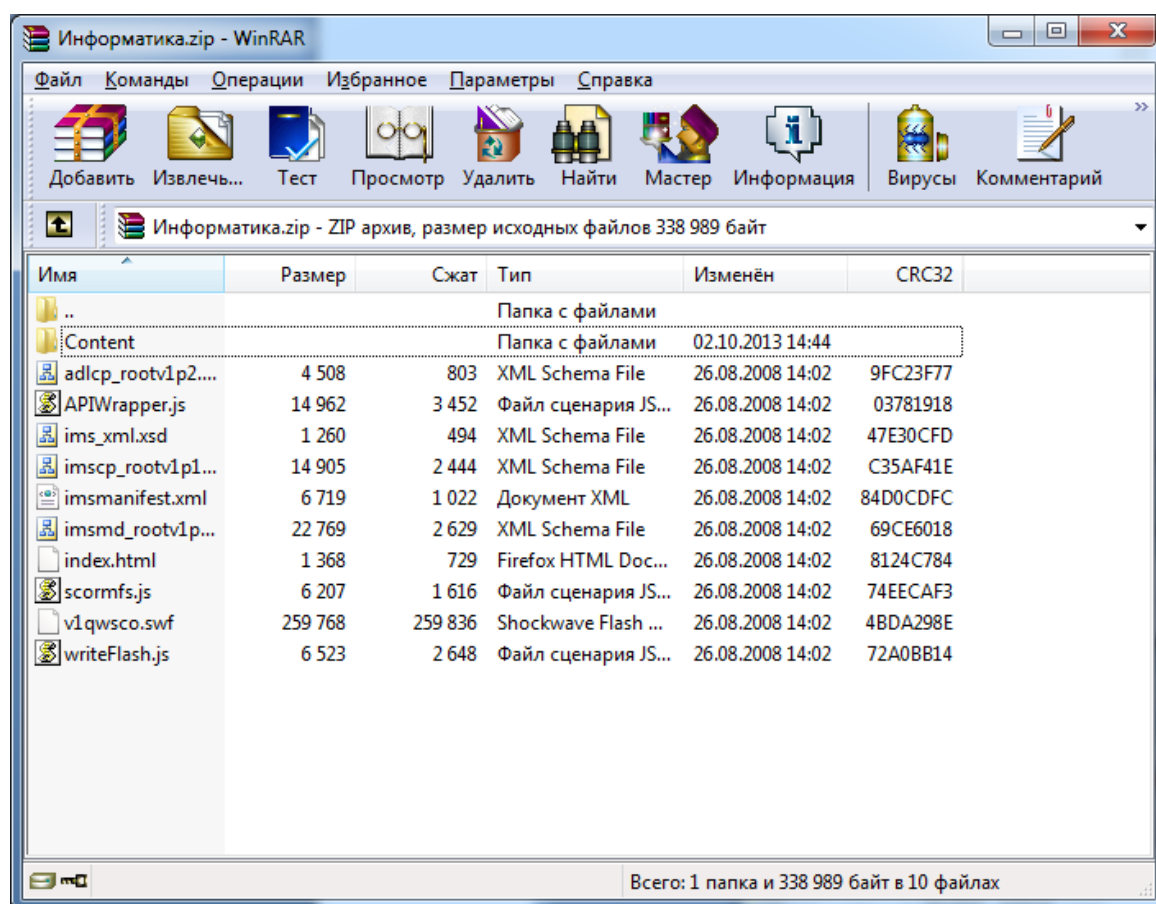


Рис. 4.4.7. Содержимое SCORM-пакета

Поддержка стандарта SCORM дает программному средству ряд функциональных возможностей:

- Совместимость со стандартами SCORM 2004 третьего и четвертого поколения;
- Возможность интегрирования спецификации RTE;
- Описание документации;
- Возможность поиска файла и моментального его отображения;
- Структурирование основных элементов учебного материала;
- Построение иерархичной модели учебных материалов;
- Возможность работы с учебным материалом посредством графического интерфейса, исключая возможность работы с исходным кодом.

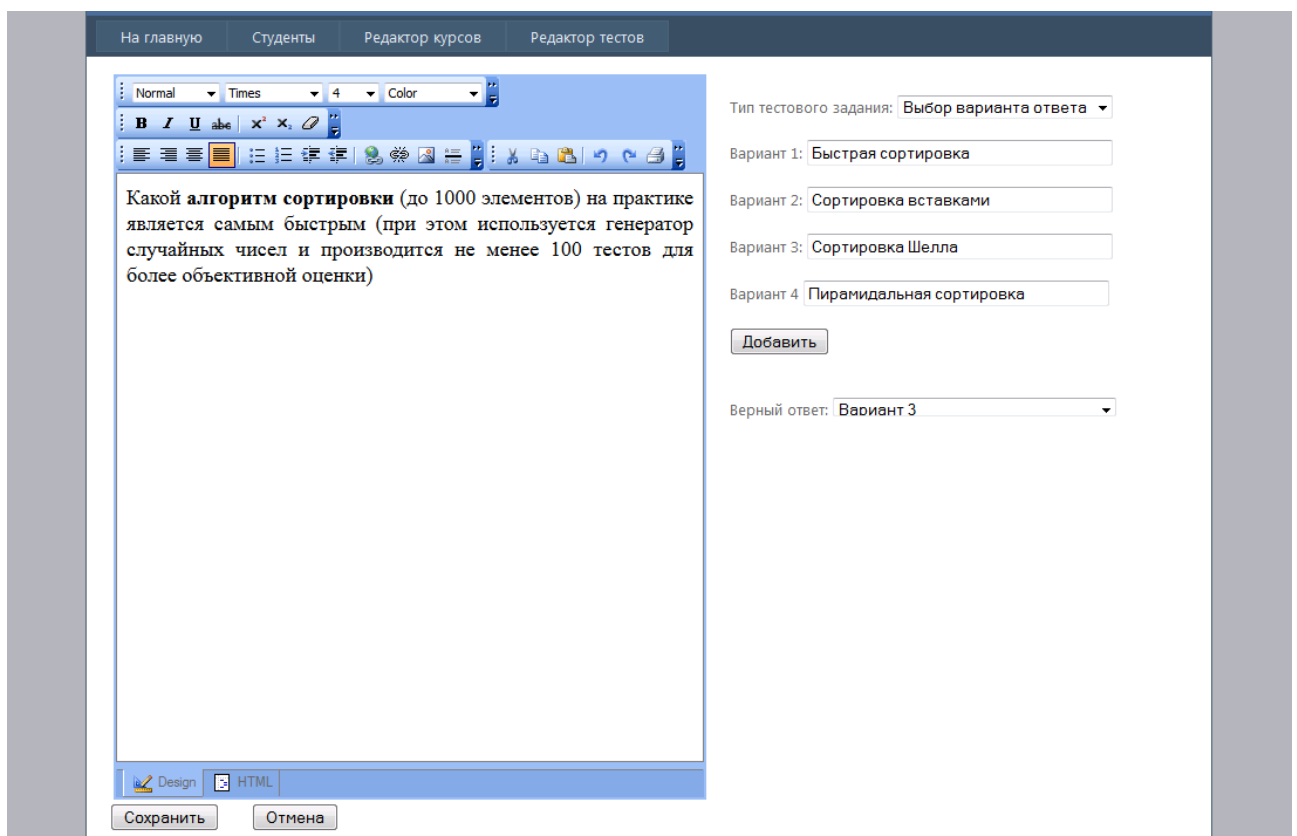


Рис. 4.4.8. Редактор тестовых заданий

Еще одним важным элементом программного комплекса является редактор тестовых заданий. Функциональные возможности данного редактора позволяют создавать тестовые задания с использованием не только

текста, но и иллюстраций и диаграмм. Существует возможность создавать тестовые задания следующих видов: задание с одним верным ответом, несколькими верными ответами, задание на последовательность, задание за соответствие вариантов.

Теперь перейдем к рассмотрению интерфейса обучающегося. Если профиль обучающегося создан заново, то перед началом обучения необходимо составить для него учебный план, при этом обучающийся должен определить приоритетные компетенции. Данные о предпочтениях обучающегося будут учтены в процессе создания учебного плана.

Наименование компетенции	Степень значимости
ориентироваться в информационных ресурсах	Высокая
управлять информационными потоками	Средняя
анализировать и оценивать информацию с позиции ее свойств и значимости	Очень высокая
выявлять основные этапы и операции в технологии решения задачи	Ниже средней
осуществлять выбор технологий изучения информатики	Ниже средней
знание основных алгоритмов	Средняя

Сохранить Отмена

Рис. 4.4.9 Определение степени важности компетенций

По умолчанию всем компетенциям проставлена очень низкая степень предпочтения. Это сделано для того, чтобы обучающемуся пришлось отобрать только предпочтительные компетенции, тем самым сократив время на определение степени соответствия.

Для оценки степени важности компетенций необходимо проставить предпочтительным компетенциям соответствующие термы, отражающие их предпочтительность:

- очень высокая,

- высокая,
- выше средней,
- средняя,
- ниже средней,
- низкая,
- очень низкая.

На главную Компетенции Учебный план Занятия Результаты Профиль

Тема 1
Тема 2
Тема 3
Тема 4
Тестовый контроль 1
Тема 5
Тема 6
Тема 7
Тестовый контроль 2
Тема 8
Тема 9
Тестовый контроль 3
Итоговый контроль

4. Примеры построения линейных алгоритмов

Пример Заданы два числа, которые хранятся в переменных a и b . Необходимо поменять местами значения этих переменных.

Решение. Итак, заданы две переменные, которые хранят числовую информацию. Числовая информация в алгоритмическом языке может быть представлена как целая или вещественная (приближенная). Поскольку в условии задачи нет явного указания на тип числовой информации, будем использовать более общий тип - вещественный. Исходными данными могут быть, например, такие числа:

Исходные данные		Результат	
a	b	a	b
5	3	3	5
3.14	2.81	2.81	3.14
-40	+15	+15	-40

Попытаемся решить задачу с помощью оператора присваивания $a:=b$. После его выполнения значения переменных a и b будут одинаковыми, но будет утеряно первоначальное значение переменной a . Для того, чтобы его сохранить, поместим его в рабочую переменную g . Тогда последовательность операторов, решающая задачу, будет такой:

Рис 4.4.10. Страница отображения учебного материала

По каждой из дисциплин существует набор тем, доступных к обучению, по завершении изучения определенного блока тем – предлагается пройти промежуточный контроль знаний. Изучение каждой темы можно пропустить приступить к изучению следующей, однако тестовый контроль пропустить нельзя.

Тестовый контроль осуществляется на соответствующей закладке системы. Пользователю предлагается последовательность вопросов, на которые необходимо дать ответы.

На главную Компетенции Учебный план Занятия Результаты Профиль

Чем отличаются функции от процедуры? Выберите все верные утверждения.

В функцию можно передавать параметры, а в процедуру нельзя.

Изменение параметров в вызываемой функции приводит к их изменению в вызывающей подпрограмме. А при использовании процедур такое поведение не наблюдается.

Функция, в отличие от процедуры, может возвращать значение.

Код функций более строго проверяется компилятором.

Рис. 4.4.11. Тестовый контроль

В процессе тестирования существует возможность пропускать вопросы и возвращаться к ним позже. После завершения тестирования обучающемуся выдаются его результаты.

На главную Компетенции Учебный план Занятия Результаты Профиль

Тестирование завершено, ваш результат:

Количество верных ответов: 36

Количество неверных ответов: 7

Результат: 84 балла (Зачтено)

Рис. 4.4.12. Результаты тестового контроля

Таким образом, разработанная система является полностью автономной и завершенной, в ней присутствуют все, необходимые для работы инструменты.

Так как система разработана в виде веб-приложения, то упрощается процесс согласования требований к программным и аппаратным ресурсам. Независимо от клиентской операционной системы, содержимое учебных элементов будет отображаться корректно.

4.5 Пример построения учебного плана с использованием компетентностного подхода

В данном примере рассмотрен процесс построения оптимального учебного плана с учетом индивидуальных особенностей обучающегося и требования рынка труда. Обучение происходит по направлению "Администрирование локальных вычислительных сетей и баз данных"

Для предполагаемого обучающегося доступен следующий набор компетенций, которыми он может обладать по результатам обучения:

- 1) Теория информации
- 2) Организация локальной вычислительной сети
- 3) Самоконтроль и ответственность
- 4) Языки программирования
- 5) Понимание процесса и методов создания ПО
- 6) Обеспечение качества создаваемого ПО
- 7) Контроль текущего состояния ПО
- 8) Установка и настройка ПО
- 9) Устранение неполадок в оборудовании
- 10) Эксплуатация оборудования
- 11) Администрирование СУБД
- 12) Обработка информации
- 13) Резервное копирование
- 14) Осуществление контроля работы с базами данных
- 15) Управление проектной деятельностью
- 16) Управление планово-отчётной деятельностью
- 17) Обеспечение норм охраны труда
- 18) Работа с пользователями информационных систем
- 19) Обеспечение взаимодействия между людьми
- 20) Аналитическая работа и сбор сведений
- 21) Методология защиты информации

- 22) Работа с правоохранительными органами
- 23) Применение технические средства защиты информации
- 24) Контроль функциональности оборудования
- 25) Антивирусная защита
- 26) Контролирование использования вычислительных ресурсов
- 27) Формирование политик безопасности
- 28) Анализ рынка программно-технических средств
- 29) Работа с учётными записями пользователей

Также доступен набор дисциплин, с predetermined параметрами (количество часов, множество покрываемых компетенций, предшествующие дисциплины). Данные параметры представлены в табл. 4.5.1

Табл. 4.5.1. Список компетенций

Наименование дисциплины	Длительность, часов	Покрываемые компетенции	Предшествующие дисциплины
Основы информатики	32	Теория информации, Обработка информации	
Базы данных	64	Администрирование СУБД, Резервное копирование, Осуществление контроля работы с базами данных, Работа с учётными записями пользователей	Основы информатики, Программное обеспечение вычислительных машин
Программное обеспечение вычислительных машин	42	Контроль текущего состояния ПО, Установка и настройка ПО, Антивирусная защита	Основы информатики
Архитектура ЭВМ	64	Устранение неполадок в оборудовании, Эксплуатация оборудования, Контроль функциональности оборудования, Контролирование использования вычислительных ресурсов	Основы информатики
Технологии программирования	96	Языки программирования, Понимание процесса и	Программное обеспечение вычислительных

		методов создания ПО, Обеспечение качества создаваемого ПО, Контроль текущего состояния ПО	машин, Архитектура ЭВМ
Управление проектами	42	Самоконтроль и ответственность, Понимание процесса и методов создания ПО, Управление проектной деятельностью, Управление планово-отчётной деятельностью, Аналитическая работа и сбор сведений	
Информационная безопасность	64	Осуществление контроля работы с базами данных, Методология защиты информации, Применение технические средства защиты информации, Формирование политик безопасности, Работа с учётными записями пользователей	Программное обеспечение вычислительных машин, Основы информатики
Правовое обеспечение в сфере информационных технологий	32	Обеспечение норм охраны труда, Работа с правоохранительными органами	
Бизнес-управление в сфере информационных технологий	42	Управление планово-отчётной деятельностью, Обеспечение норм охраны труда, Обеспечение взаимодействия между людьми, Аналитическая работа и сбор сведений, Анализ рынка программно-технических средств	Управление проектами, Бизнес-управление в сфере информационных технологий
Локальные вычислительные сети	96	Эксплуатация оборудования, Контроль функциональности оборудования, Контролирование использования вычислительных ресурсов, Организация локальной	Основы информатики, Архитектура ЭВМ

		вычислительной сети	
--	--	---------------------	--

Перед началом построения учебного плана необходимо определить предпочтения обучающегося относительно каждой компетенции, а так же мнение экспертов относительно важности данной компетенции для текущего состояния рынка труда. В качестве оценки важности выступает число в диапазоне [0,1].

Табл. 4.5.2. Оценка важности компетенций

Наименование компетенции	Важность по мнению обучающегося	Важность по мнению экспертов
Теория информации	0,5	1
Организация локальной вычислительной сети	1	0,75
Самоконтроль и ответственность	0,25	0,75
Языки программирования	0	0,5
Понимание процесса и методов создания ПО	0	1
Обеспечение качества создаваемого ПО	0	0,75
Контроль текущего состояния ПО	0,25	0,5
Установка и настройка ПО	0,75	0,5
Устранение неполадок в оборудовании	0,75	1
Эксплуатация оборудования	0,5	1
Администрирование СУБД	0,75	1
Обработка информации	0,25	0,25
Резервное копирование	0,5	0,75
Осуществление контроля работы с базами данных	0,75	1
Управление проектной деятельностью	0	0,75
Управление планово-отчётной деятельностью	0	0,5
Обеспечение норм охраны труда	0	1
Работа с пользователями информационных систем	0,75	0,5
Обеспечение взаимодействия между людьми	0,25	0,75
Аналитическая работа и сбор сведений	0	0,5

Методология защиты информации	0,75	1
Работа с правоохранительными органами	0	0,5
Применение технические средства защиты информации	0,75	1
Контроль функциональности оборудования	1	0,75
Антивирусная защита	1	0,75
Контролирование использования вычислительных ресурсов	0,25	0,5
Формирование политик безопасности	0,5	0,75
Анализ рынка программно-технических средств	0	0,5
Работа с учётными записями пользователей	0,5	0,75

Далее в соответствии с процедурой составления учебного плана описанной в 3.1 будет произведен расчет коэффициентов согласованности и рассогласованности для каждой из дисциплин. Далее методом жадного поиска производится выбор наиболее предпочтительного набора дисциплин. В данном примере наиболее предпочтительным для обучающегося является набор дисциплин, представленный в табл. 4.5.3.

Табл 4.5.3. Параметры оптимального учебного плана

Наименование дисциплины	Коэффициент согласованности	Коэффициент рассогласованности
Основы информатики	0,817	0,11
Базы данных	0,78	0,25
Архитектура ЭВМ	0,82	0,32
Программное обеспечение вычислительных машин	0,64	0,5
Информационная безопасность	0,92	0,32
Локальные вычислительные сети	0,88	0,56

Так же между дисциплинами учебного плана существует отношение предшества. Следовательно, необходимо определить последовательность их изучения.



Рис. 4.5.1. Иерархическое представление последовательности изучения дисциплин

Данный пример позволяет продемонстрировать, каким образом выбираются дисциплины, включаемые в оптимальный учебный план с учетом индивидуальных предпочтений обучающегося и требований рынка труда.

Выводы четвертой главы

1) На основе анализа преимуществ и недостатков существующих программных средств для реализации АСДО была выбрана технология ASP.Net MVC от компании Майкрософт и оптимальное для нее средство организации баз данных MS SQL Sever 2012.

2) Предложена структура программного комплекса для АСДО, которая отличается наличием модулей и блоков, обеспечивающих свойство адаптации, а также определены уровни доступа к системе.

3) Использование системы управления базами данных MS SQL Sever 2012 дает возможность формировать запросы и осуществлять поиск необходимых данных, синхронизировать информацию, а также выполнять аналитическую обработку данных и получать разнообразные отчеты. Обосновано использование объектно-реляционной проекции для организации доступа к базам данных.

4) Пример построения оптимального учебного плана с учетом индивидуальных особенностей обучающегося и требований рынка труда для направления «Администрирование локальных вычислительных сетей и баз данных» позволяет судить об эффективности предлагаемых подходов. Назначение разработанной системы – обеспечить современное конкурентоспособное дистанционное образование специалистов в сфере информационных технологий.

1) Особенность разработанной системы заключается в том, что в ней реализованы все необходимые для функционирования модули, которые позволяют использовать данную систему автономно, а возможность поддержки стандарта SCORM дает возможность экспортировать учебный материал в другие системы дистанционного обучения или импортировать его в данную систему.

Заключение

Проведенные в рамках диссертации теоретические исследования позволили получить следующие результаты, имеющие практическое и научное значение:

1. Проведен анализ существующих систем дистанционного обучения и действующих стандартов. Сформулированы требования к разрабатываемой системе.

2. Предложена структура адаптивной системы дистанционного обучения в сфере информационных технологий. Подробно описаны все компоненты данной системы. Определены информационные процессы, протекающие в данной системе. Разработана математическая модель взаимодействия данных процессов.

3. Разработан алгоритм поиска оптимального учебного плана для конкретного обучающегося с учетом параметров его модели. Введены понятие согласованности компетенций с точки зрения предпочтений обучающегося и рынка труда. Определены критерии оптимизации и действующие ограничения. Данный алгоритм позволяет с максимальной точностью определить набор дисциплин для составления учебного плана.

4. Предложен подход к коррекции учебного плана с использованием методов сетевого планирования.

5. Разработан программный комплекс, реализующий научные результаты, полученные в ходе исследований. Данный программный комплекс поддерживает стандарт учебного контента SCORM, позволяющий производить быстрое обновление учебного контента.

Литература

1. ARIADNE Foundation function for the Knowledge Pool
Электронный ресурс.-URL: <http://www.ariadne-eu.org/>.
2. Cohn, D. Learning for probabilistically relative identify authoritative documents. In Proc. 17th International Conf. on Computer Learning, pages 167-174, 2000.
3. Maganti, A. An negotiation of linguistic actions and clustering algorithms for typical document proceeding. In Proc. of the SIGIR'2000, 2000.
4. Moran, S. The stochastic approach for link-structure analysis (salsa) and the tkc-effect. In Proc. WWW9, 2000.
5. Peter Brusilovsky. Adaptive Systems // User Modeling and User-Adapted Functions 11: 87 - 110, 2001.
6. Андреев А.А. Средства современных информационных технологий в системе образования: систематизация и тенденции развития. В сб. Основы применения информационных технологий в учебном процессе Вузов. -М.: ВУ, 1995 г. с. 48-43.
7. Анфилатов, В.С. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие / В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; под ред. А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с.
8. Астанин, С.В. Сопровождение учебного процесса на основе нечеткого моделирования / С.В. Астанин // Дистанционное образование, 2000. -№ 5. С. 27-32.
9. Атанов, Г.А. Индивидуальный подход в обучении / Г.А. Атанов. - Донецк: ЕАИ-пресс, 2001. 160 с.
10. Борисова, Н.В. Новые технологии дистанционного образования и опыт их коммерческого применения Текст. / Н.В. Борисова // Система обеспечения качества в дистанционном образовании. Вып. 1. - Жуковский : МИМ ЛИНК, 2001.-С. 101-113.
11. Брановский Ю.С. Основы педагогической информатики: Учебное пособие Ставрополь: СГПУ, 1995. - 205 с.

12. Брусиловский, П.Л. Адаптивные и интеллектуальные технологии в сетевом обучении / П.Л. Брусиловский // Новости искусственного интеллекта. 2002. - №5. - С.25-31.
13. Брусиловский, П.Л. Интеллектуальные обучающие системы / П.Л. Брусиловский // Информатика. Информационные технологии. Средства и системы. 1990. - №2. - С.3-22.
14. Бубнов, В.А. Социальные аспекты информатизации общества Текст. / В.А. Бубнов // Вестн. Московск. городск. педагогич. ун-та. -2006.- №6.- с.32-36.
15. В.И. Серых, Л.В. Гребцова, Е.И. Чернышевская // Модели измерений уровня подготовленности студентов // Вестник СибГУТИ.2011 № 3 стр. 35-44.
16. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации / Ф.П. Васильев. М.: Факториал Пресс, 2002. - 524 с.
17. Власенко А.А. Использование технологии тестирования для оценки качества обучения в адаптивной обучающей системе / Власенко А.А. // Новые технологии в образовании. – Воронеж. – 2012. – № 1.– С. 24–28.
18. Власенко А.А. Итерационный подход к образовательному процессу в адаптивной обучающей системе / Власенко А.А. // Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики: материалы междунар. научн. конф. – Воронеж: ВГУ. – 2011.– С. 175–177.
19. Власенко А.А. Методы и технологии дистанционного обучения / Власенко А.А., Пачевский Д.Е. // Перспективные средства мультимедиа в образовательном процессе: материалы науч. конф. – Воронеж: ВГТУ. – 2008.– С. 88–99.
20. Власенко А.А. Модель обучающегося в адаптивной системе обучения / Власенко А.А. // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург. – 2012. – № 5.– С. 81–83.
21. Власенко А.А. Обзор систем дистанционного образования / Власенко А.А., Орлов Д.С. // 49 Региональная научно-техническая

конференция профессорско-преподавательского состава, научных работников, аспирантов и студентов: материалы науч. конф. – Воронеж: ВГТУ. – 2009.– С. 67–69.

22. Власенко А.А. Разработка адаптивной системы дистанционного образования в сфере информационных технологий / Власенко А.А. // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы одиннадцатой открытой Всероссийской конф. Воронеж: ВГУ. – 2013.– С. 165–167.

23. Власенко А.А. Разработка математической модели учебного плана в интеллектуальной обучающей системе / Власенко А.А. // Инженерия знаний. Представление знаний: состояние и перспективы: материалы междунар. научн. конф. – Воронеж: ВИВТ. – 2012.– С. 201–204.

24. Власенко А.А. Разработка системы адаптивного контроля знаний в высшем учебном заведении / Власенко А.А., Орлов Д.С. // Управление в социальных и экономических системах: сборник трудов всероссийской конф. – Воронеж: ВИВ. – 2009. – С. 112–114.

25. Власенко А.А. Разработка структуры адаптивной системы обучения / Власенко А.А. // Вестник Воронежского Государственного технического университета. – 2011. – № 6.– С. 50–52.

26. Власенко А.А. Система отображения учебных материалов в стандарте SCORM / Власенко А.А., Быков Д.В. // Автоматизация технической подготовки производства в едином информационном пространстве машиностроительного предприятия: Материалы регионального науч. семинара. – Воронеж: ВГТУ. – 2009.– С. 105–106.

27. Воробкалов, П.Н. Управление качеством электронных обучающих систем: автореф. дис. . канд. тех. наук / П.Н. Воробкалов. – Волгоград, 2008. 20 с.

28. Выродов А.П. Применение методов адаптивной гипермедиа при разработке автоматизированных обучающих систем / А.П. Выродов, Д.Б. Костарев, С.В. Ковалева, А.Н. Батрак // Вестник международного

славянского университета. - Харьков, серия «Технические науки» том XI, №1, 2008.

29. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. Спб.: Питер, 2001. - 384 с.

30. Гинецинский В.И. Проблема структурирования образовательного пространства // Педагогика 1997 - № 3 - С. 10-15.

31. Глухов, Г.В. Личностно ориентированный подход как доминирующая парадигма современного профессионального образования (на примере обучения аудированию) Текст. / Г.В. Глухов, Т.В. Громова. Самара : Изд-во Са-мар. гос. экон. ун-та, 2006. - 140 с.

32. Голенков, В.В. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации /В.В. Голенков, Н.А. Гулякина, В.Б. Тарасов. -Мн.: БГУИР, 2001. 488 с.

33. Громова, Т.В. Основы тьюторской деятельности Текст. / : учеб. пособие / Т.В. Громова Самара : Изд-во "Глагол", 2009. - 256 с.

34. Деменева, Н.Н Психодидактика: Учебное пособие по курсу «Педагогические теории и системы». Часть 2 / Н.Н. Деменева, Т.М. Сорокина. Н. Новгород: НГПУ, 2008. - 115 с.

35. Доррер, А.Г. Моделирование интерактивного адаптивного обучающего курса / А.Г. Доррер, Т.Н. Иванилова // «Современные проблемы науки и образования».- №5. 2007. - С. 1-8.

36. Дудина И.П., Ярыгин А.Н. Образовательная модель ИТ-специалиста // Вектор науки ТГУ. № 3 (21), 2012.

37. Ермолина М.А. Формирование мотивации профессионального самообразования студентов вузов: Дис. . канд. пед. наук.- СПб., 2008.- 169 с.

38. Жилина А.И. Управление системой профессиональной подготовки и карьеры руководителей сферы образования: Автореф. дис. . д-ра пед. наук. СПб., 2002. 52 с.

39. Кабальнов Ю.С., Тархов С.В., Миначов Ш.М. Информационно-образовательные среды образовательных систем // Вестник УГАТУ. Т.3, №2, Уфа, 2002.-с. 187-196.
40. Калянов Г.Н. CASE структурный и системный анализ. Автоматизация и применение. М.: Изд-во «ЛЮРИ», 1996.
41. Кирилова Г.И. Динамизация процесса обучения как фактор перехода к информационному обществу // Казанский педагогический журнал №3, 1996.-с. 45-50.
42. Концепция создания и развития единой системы дистанционного образования в России / Госкомвуз России. – М.: НИИВО, 1995.
43. Коробкин А.А. Разработка моделей и методов принятия решений с применением искусственного интеллекта для организации учебного процесса: автореф. дис. . канд. тех. наук / А.А. Коробкин. – Воронеж, 2009. 26 с.
44. Краснова Г.Л., Соловое А.В., Беляев М.И. Технологии создания электронных обучающих средств. М.: МГИУ, 2001. - 223 с.
45. Кривошеев А.О. Разработка и использование компьютерных обучающих программ // Информационные технологии, 2006. №2. -с.14-18.
46. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. Москва: Мир, 1987. - 432 с.
47. Кудрявцев Е.М. Методы сетевого планирования и управления проектом. – М.: ДМК Пресс, 2005. - 260 с.
48. Кулагин В.Н., Найханов В.В., Овезов Б.Б., Роберт И.В., Кольцова Г.В., Юрасов В.Г. Информационные технологии в сфере образования. – М.: Янус-К, 2004. 248 с.
49. Курганская, Г.С. Модели, методы и технология дифференцированного обучения на базе Интернет: автореф. дис. . доктора физ.мат. наук.-Институт прикладной математики имени М.В.Келдыша РАН / Г.С. Курганская. Москва, 2001. - 22 с.

50. Курейчик, В.М. Эволюционная адаптация интерактивных средств открытого образования Электронный ресурс. / В.М. Курейчик, 126
51. Курзыбова Я.В. Использование Scorm sequencing and navigation для построения адаптивной траектории обучения / Я.В. Курзыбова // Материалы региональной научно-практической конференции «Винеровские чтения». Иркутск. - 2007. - С. 158-168.
52. Курзыбова Я.В. Системный подход к анализу структуры и проектированию адаптивного интероперабельного обучающего модуля / Я.В. Курзыбова // «Вестник Иркутского государственного технического университета». 2010. - №6(46). - С. 291-294.
53. Курченкова Т.В. Модели принятия решений в задачах планирования расписаний технологических систем: автореф. дис. . канд. тех. наук / Т.В. Курченкова. – Воронеж, 2005. 26 с.
54. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. -М.: Логос, 2000. 392 с
55. Лаутербах, Р. Программное обеспечение процесса обучения / Р. Лаутербах, К. Фрей // Перспективы. Вопросы образования. – №3, 1998. с.70-79.
56. Леденева Т.М. Обработка нечеткой информации / Т.М. Леденева. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2006. – 230 с.
57. Леденева Т.М. Модели и методы принятия решений: лабораторный практикум для вузов / Т.М. Леденева, Т.Н. Недикова, М.Ю. Тафинцева. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2006. – 46 с.
58. Леонникова А.В. Самоучитель UML / А.В. Леонникова. Спб.:Изд-во БХВ-Петербург, 2004. - 432 с.
59. Леонова Н.М. Методы адаптивного структурно–параметрического управления и идентификации многосвязных социальных объектов на примере образовательной деятельности: автореф. дис. . доктора техн. наук / Н.М. Леонова. Москва, 2006. - 42 с.

60. Лефрансуа, Г. Прикладная педагогическая психология Текст. / Г. Лефрансуа. СПб. : Прайм-Еврознак, 2007. - 576 с.
61. Мельников А.В. Принципы построения обучающих систем и их классификация. Электронный ресурс. / А.В. Мельников, П.Л. Цытович.- URL:<http://scholar.urfu.ac.ru/pedJournal/numero4/pedag/tsit3.html.ru> (дата обращения: 05.03.2009).
62. Мицель, А. А. Дистанционное образование как составляющая процесса формирования единого образовательного пространства / А. А. Мицель, Е. В. Молнина // Открытое образование. – 2010. – № 2. – С. 59–65.
63. Могильницкий Б.Г., Можаяева Г.В. Организация семинара в системе дистанционного обучения // Открытое и дистанционное образование. 2000.-№ 2. - С. 78-81.
64. Моисеева, М.В. Подготовка тьюторов в области новых педагогических технологий для системы дистанционного обучения Текст. / М.В. Моисеева // Качество дистанционного образования: концепции, проблемы : тез. докл. – Жуковский : МИМ ЛИНК, 2001. С. 42-45.
65. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы. Донецк: Изд-во ДООУ, 2002. - 504 с.
66. Обучение и искусственный интеллект, или основы современной дидактики высшей школы. Донецк: Изд-во ДООУ, 2002. - 504 с.
67. Открытое образование в России XXI века Текст. : материалы 8-й Междунар. конф. по дистанц. образованию. М. : МЭСИ, 2000. - 286 с.
68. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем / А.Я.Савельев, В.А.Новиков, Ю.И.Лобанов (под ред. А.Я.Савельева)// М.: Высшая школа, 1986.- 175 с.
69. Принципы дистанционного обучения Электронный ресурс./ Москов-кий государственный университет экономики, статистики и информатики. – URL: <http://www.iet.mesi.ru/dis/14o.htm> (дата обращения: 26.03.2009).

70. Психологическая диагностика. Проблемы и исследования / Под ред. К.М. Гуревича. М.: Педагогика, 1981. - С. 232.

71. Рыбина Г.В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы / Г.В. Рыбина // Искусственный интеллект и принятие решений. 2008. -№1. - С. 22-46.

72. Серых В.И., Пальчун Ю.А., Квиткова И.Г. Некоторые вопросы метрологического обеспечения продукции.// Метрология.2010 -№ 9. – с. 35 – 43.

73. Скибицкий, Э.Г. Моделирование системы подготовки педагогических кадров к работе в условиях дистанционного обучения Текст. / Э.Г. Скибицкий, Т.Н. Шорохова //Сибирский педагогический журнал. 2009. - № 6. - С. 59-68.

74. Соловов, А.В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология Текст. / А.В. Соловов. Самара : Новая техника, 2006. - 464 с.

75. Тихомирова Н.В. Проблемы оценки качества электронного образования // Открытое образование, №1,2004 г., с. 27-32.

76. Третьяков, П.И. Эффективность, доступность, качество приоритетные задачи управления образованием Текст. / П.И. Третьяков // Образование для XXI века : тр. Всерос. науч.-практ. конф. - М. : Изд-во МАНПО, 2002. - 313 с.

77. Ульянов, Д.А. Марковская модель адаптивного тестирования и ее программная реализация в условиях дистанционного обучения: дис. . канд. техн. наук. Иркутский государственный технический университет / Д.А. Ульянов. - Иркутск, 2005 - 119 с.

78. Управление качеством образования Текст.: практико-ориентированная монография и метод, пособие / под ред. М.М. Поташника. М. : Вита-Пресс, 2000. 430-441 с.

79. Федеральный закон Российской Федерации «О внесении изменений в Закон Российской Федерации "Об образовании" в части

применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий» // от 28 февраля 2012 г. N 11-ФЗ.

80. Харитонов В.В., Кербель В.В., Жиганов А.Н. и др. // Корпоративный ядерный университет: предпосылки, концепция, структура/ Северск-Москва, 2004 г.13. <http://www.marratech.com/>.14. <http://www.opensys.mirea.ru/distlearn.html>.

81. Хлебников В.А. Характеристическая функция теста и её существенные параметры в модели Раша. Программные продукты и системы.- №4.- 2005. С. 21- 25.

82. Сапунцов, В.Д. Компьютерные деловые игры и дистанционное образование Текст. / В.Д. Сапунцов // Дистанц. образование. 2000. - № 1. - С. 14-20.

83. Чернова, Ю.К. Квалиметрическое проектирование образовательного процесса Текст. / Ю.К. Чернова, В.В. Щипанов. М. : ИЦ проблем качества подготовки специалистов, 2002. - 250 с.

84. Скок, Г.Б. Как спроектировать учебный процесс по курсу Текст. : учеб. пособие для преподавателей / Г.Б. Скок, Н.И. Лыгина. Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2001. - 80 с.

85. Полонский, В.М. Словарь по образованию и педагогике Текст. / В.М. Полонский. М.: Высш. шк., 2004. - 512 с.

86. О создании объединенного проекта по разработке нормативно-правовых документов и отраслевых стандартов дистанционного обучения Электронный ресурс. : приказ Минобразования РФ от 16 июня 2000 г. № 1791. Режим доступа: <http://www.informika.ru>.

87. Околелов, О.П. Процесс обучения в системе дистанционного образования Текст. / О.П. Околелов // Дистанц. образование. 2000. - № 3. - С. 3743.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2014611671

«Адаптивная система дистанционного обучения в сфере информационных технологий»

Правообладатель: **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет» (RU)**

Автор: **Власенко Алексей Александрович (RU)**

Заявка № **2013661555**

Дата поступления **12 декабря 2013 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **06 февраля 2014 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





НОУ «ЦРП»
 394049, г. Воронеж, Рабочий пр-т, 101
 тел./факс +7 (473) 250-22-50 (многоканальный)
 e-mail: eco@eco-c.ru

ИНН 3664068065
 р/с 40703810925000002717
 в Филиале ОАО Банк ВТБ в г. Воронеже
 к/с 30101810100000000835
 БИК 042007835

АКТ
 о внедрении программного комплекса
 «Адаптивная система дистанционного обучения
 в сфере информационных технологий»

Настоящий акт свидетельствует, что программное обеспечение «Адаптивная система дистанционного обучения в сфере информационных технологий», разработанное Власенко Алексеем Александровичем, внедрено в негосударственное образовательное учреждение «Центр рационального природопользования».

Процесс внедрения проходил с 3 февраля по 18 апреля 2014 г. Данная программа использовалась для обучения специалистов работе с комплексом программ серии «ЭКО центр». Заявленные характеристики системы предполагали наличие следующих основных возможностей:

- использования WEB - технологии, что позволяет применять систему как в локальной сети, так и в сети Интернет;
- разграничения полномочий пользователей путем разделения системы на три ролевых модуля: «администратор», «куратор», «обучаемый»;
- адаптация процесса создания учебного плана;
- форматирования текста учебного контента, а также помещения в него списков, таблиц, графики, звуков, flash-роликов и прочих объектов;
- экспорт и импорт учебных пакетов в стандарте SCORM;
- тестирование обучаемых после изучения каждой темы.

В ходе эксплуатации программы подтверждено, что она обладает всеми заявленными возможностями и позволяет проводить дистанционное обучение.

Директор НОУ «ЦРП»



Э.А. Орлов

18.04.2014г.