

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра «Прикладная математика и информатика»
(наименование)

09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)

Управление корпоративными информационными процессами
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Исследование методов и инструментов разработки информационных систем
управления образовательной деятельностью учреждений дополнительного образования

Обучающийся

М. А. Матюнин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к.т.н., Н. В. Хрипунов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Содержание

Введение	3
1 Современные подходы к управлению процессом обучения в учреждениях дополнительного образования	6
1.1 Анализ существующих моделей образования	7
1.2 Управление процессом обучения с использованием адаптивных обучающих систем	9
1.3 Анализ концепций педагогических подходов к обучению	12
1.4 Общепринятая модель обучаемого	13
1.5 Характеристики обучаемых, используемые в современных адаптивных системах	16
1.6 Оценка знаний обучаемого	20
1.7 Адаптационные модели	24
1.8 Анализ адаптивных обучающих систем и методов для их разработки	25
2 Разработка структуры и модели взаимодействия с обучаемым	35
2.1 Разработка модели обучающегося	38
2.2 Разработка алгоритма составления учебного плана	40
2.3 Структура адаптивного дополнительного образования	44
2.4 Адаптация по времени обучения	50
3 Реализация адаптивной модели обучаемого	58
3.1 Разработка функциональной модели предметной области	58
3.2 Разработка архитектуры программного средства	64
3.3 Разработка базы данных программного средства	68
Заключение	72
Список используемой литературы и используемых источников	74

Введение

В наше время, с текущим уровнем развития технологий появляется потребность в более эффективном потреблении знаний, опыта, умений и навыков. С появлением новых форм обучения, ученикам можно получать большее количество знаний и за более быстрое время. В условиях стремительного развития информационных технологий и цифровизации различных сфер жизни, образовательная система также претерпевает значительные изменения. Традиционные методы обучения постепенно дополняются и заменяются новыми подходами, которые берут основы из новых, инновационных технологий.

Целью данного исследования является создание модели адаптивной системы обучения для дополнительного образования детей, которая должна повысить уровень качества и доступность образования в России. В рамках данной работы рассматриваются основные аспекты проектирования и разработки системы адаптивного образования, включая функциональную модель предметной области, архитектуру программного обеспечения и базу данных.

Актуальность темы заключается в том, что современное образование все чаще сталкивается с потребностью индивидуализированного подхода к обучению. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов организации учебного процесса, которые позволят эффективно адаптировать уровень образования под индивидуальные особенности каждого ребенка.

Современное образование все чаще сталкивается с потребностью индивидуализированного подхода к обучению. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов организации учебного процесса, которые позволят эффективно адаптировать уровень образования под индивидуальные особенности каждого ребенка. Адаптивные обучающие системы предоставляют возможность создания персонализированных учебных маршрутов, учитывающих уникальные потребности и способности

каждого ученика. Это способствует более глубокому и осознанному усвоению материала, а также повышению мотивации к обучению.

Объектом исследования является деятельность учреждения дополнительного образования.

Предметом исследования являются методы организации дополнительного образования

Целью работы является повышение эффективности управления процессом обучения за счет использования адаптивных обучающих систем.

Задачи исследования:

- анализ существующих моделей обучаемого,
- проектирование адаптивной модели обучаемого,
- разработка модуля для адаптивной модели обучаемого,
- провести апробацию предложенной адаптивной системы дополнительного образования в соответствующем учебном заведении.

В процессе выполнения данного исследования, были изучены различные методологии и методы обучения, с применением адаптивных систем. Были изучены готовые системы, их применение, история адаптивных систем и путь их становления. В практической части были проведены методы UML-моделирования, проектирования базы данных, разработка архитектуры. Применение всех этих методов позволило создать обоснованную и максимально эффективную систему адаптивного дополнительного образования детей, которая учитывает все аспекты современного учебного процесса.

Новизна исследования заключается в разработке инновационной системы дополнительного образования для на основе существующих методов и педагогического опыта.

Практическая значимость работы проявляется в создании эффективной системы обучения, способствующей успешной адаптации и интеграции детей в образовательный процесс.

Гипотеза исследования: Применение разработанной системы дополнительного образования позволит значительно повысить эффективность обучения детей и сократить разрыв в их образовательных возможностях.

В данном отчете представлены результаты работы по разработке функциональной модели предметной области, укрупненной архитектуры программного средства и базы данных программного обеспечения для адаптивной системы дополнительного образования. Кроме того, обсуждаются основные цели и задачи данного проекта, а также выбор используемых технологий и инструментов. Проанализированы возможности интеграции адаптивных обучающих систем в образовательные заведения и потенциальные преимущества их применения. Для более точного мониторинга успеваемости обучаемого.

Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения и списка литературы. Объем работы 78 страниц, содержит 21 рисунок, 3 таблицы. Список литературы состоит из 40 источников.

1 Современные подходы к управлению процессом обучения в учреждениях дополнительного образования

В последние десятилетия система дополнительного образования детей и подростков претерпела значительные изменения, что обусловлено развитием технологий, изменением социальных запросов и новыми подходами к преподаванию. На сегодняшний день, современные методы управления образовательным процессом в учреждениях дополнительного образования направлены на создание среды, которая способствует всестороннему развитию личности, формированию ключевых компетенций и готовности к будущим профессиональным вызовам. В условиях стремительного развития информационных технологий и глобализации, учреждения дополнительного образования вынуждены адаптироваться, предлагая более гибкие и индивидуализированные образовательные программы.

Одним из ключевых аспектов современных подходов является ориентация на личностно-ориентированное обучение, при котором учитываются индивидуальные особенности, интересы и потребности каждого ребенка. Такой подход позволяет создать мотивационную среду, в которой учащиеся активно включаются в образовательный процесс, проявляют инициативу и творчество, приводя к более глубокому пониманию материала и повышению интереса к учебному процессу.

Не менее важным направлением является интеграция цифровых технологий в образовательный процесс. Использование интерактивных платформ и онлайн-курсов позволяет сделать обучение более доступным и разнообразным. Цифровые инструменты помогают не только расширить образовательное пространство, но и обеспечивают возможность постоянного мониторинга и оценки учебных достижений. Более того, эти технологии способствуют развитию индивидуального подхода к обучению, предоставляя учащимся персонализированные рекомендации и ресурсы.

1.1 Анализ существующих моделей образования

Е.Н. Филлипов в своих научных исследованиях объяснял обучение, как процесс передачи знаний от одного носителя к получателю. Любо как процесс усвоения знаний, которые поступают на основе данных через органы чувств. В данном случае, главными элементами этой схемы является носитель знаний, те, кто эти знания получают, сами знания и способ получения знаний. Знания традиционно передает учитель, путь передачи знаний основан на взаимодействии обучаемого и преподавателя. На этапах развития обучения, стали появляться их новые формы. В связи с этим, появилась необходимость в расширении понятия носителя знаний. Эта тенденция сподвигла к разработке новых обучающих систем.

В различиях отношений преподавателя и обучаемого, может меняться и сам процесс передачи и усвоения знаний. Mike Fitzgerald в своей статье выделял 3 модели образования [32]. Первой является ремесленная модель, которая основана на личностных отношениях ученика и учителя, учеба происходит 1 на 1. В дальнейшем, с развитием методов передачи знаний, появилась промышленная модель образования. Следующий скачек в моделях образования связан с резким ростом развития информационных технологий, который давал новые пути для обеспечения способов образования. Средством получения данных в данной модели являются компьютеры, передавая данные через интернет, данная модель называется постиндустриальная. Активный рост данной модели пришелся на ковидное время, когда все образовательные организации перешли на дистанционное образование.

Но стоит отметить, что рост технологий идет постоянно, и требования к методам получения знаний меняются. Каждый хочет получать знания так, как это будет ему удобно [17]. Данный подход привел к созданию четвертой модели обучения, которая называется «Лицом к лицу», однако ее можно называть «адаптивной». Данные модели представлены на рисунке 1.

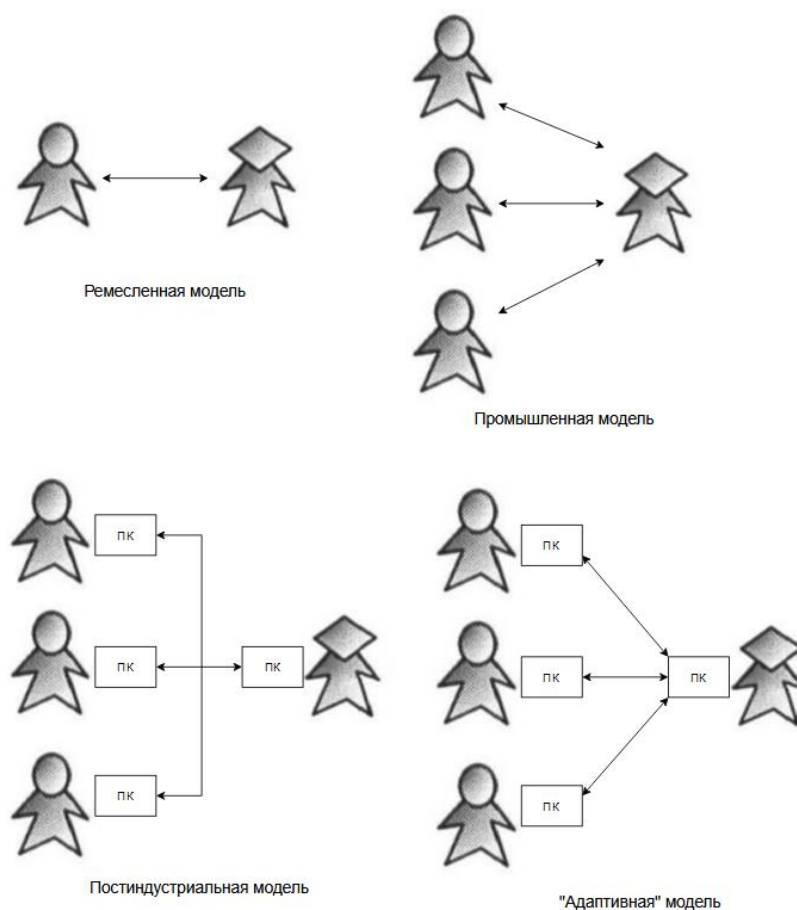


Рисунок 1 – Модели образования

Особенностью адаптивной модели является то, что она ориентирована на индивидуальный подход к образованию, как и ремесленная модель. Чтобы внедрить такую систему, необходимо использовать новые и современные технологии, а также методы подхода для индивидуальной обучающей системы. В данном случае говоря об адаптивном обучении, речь идет о переходе к модели индивидуального репетитора. Что понимается под адаптивным обучением? Мы понимаем интеллектуальную систему, которая позволяет выстраивать индивидуальные траектории, которые будут изменяться в течение времени, подстраиваясь под потребности, особенности, способности обучающегося [14]. Т.е. это система, которая может учитывать не просто настроение человека, изменяющееся в процессе обучения, в течение часа, но и более глубокие его физио-психологические особенности.

Технологии позволяют перейти от массовизации к индивидуализации [13]. Т.е. если традиционное образование было массовым, нацеленного на среднего обучающегося, то с помощью технологий мы можем перейти к модели индивидуального репетитора. Эта модель всегда считалась самой эффективной в образовании, но в то же время всегда считалась самой дорогой, и естественно ее нельзя было реализовать в рамках традиционных учебных заведений.

Так же немаловажным фактором внедрения адаптивного обучения является то, что оно требует пересмотра образовательной политики организации, потому что априори предполагается трансформация образовательного процесса в учреждении.

1.2 Управление процессом обучения с использованием адаптивных обучающих систем

Организация процесса обучения в сфере дополнительного образования происходит с использованием адаптивных технологий, опирающихся на специализированные методы и принципы автоматизированных учебных систем. Для применения методов адаптивного управления необходимо правильно сформулировать задачи обучения и их критерии [8]. Адаптивное обучение является полной противоположностью традиционных подходов к обучению. Для правильной реализации принципов управления, необходимо заново разработать новые категории и понятия управления обучением.

Существуют различные подходы к управлению процессом обучения в готовых решениях. Основных из них можно выделить три: программный, с обратной связью и адаптивный [12].

Имеет смысл рассмотреть эти методы более подробно на рисунке 2. Под программным управлением, понимается обучающая система, которая построена на жесткой структуре и контенте. Обучение в такой системе строится на жестко заданной программой действий, и действия пользователя

не могут ее изменить. Использование метода обратной связи, подразумевается та же система, но с возможностью связаться с преподавателем, который может подкорректировать процесс обучения, вручную изменить задания и материалы курса. И адаптивный метод подразумевает то, что по ходу действий обучающего, система сама может скорректировать модель, без действий преподавателя.

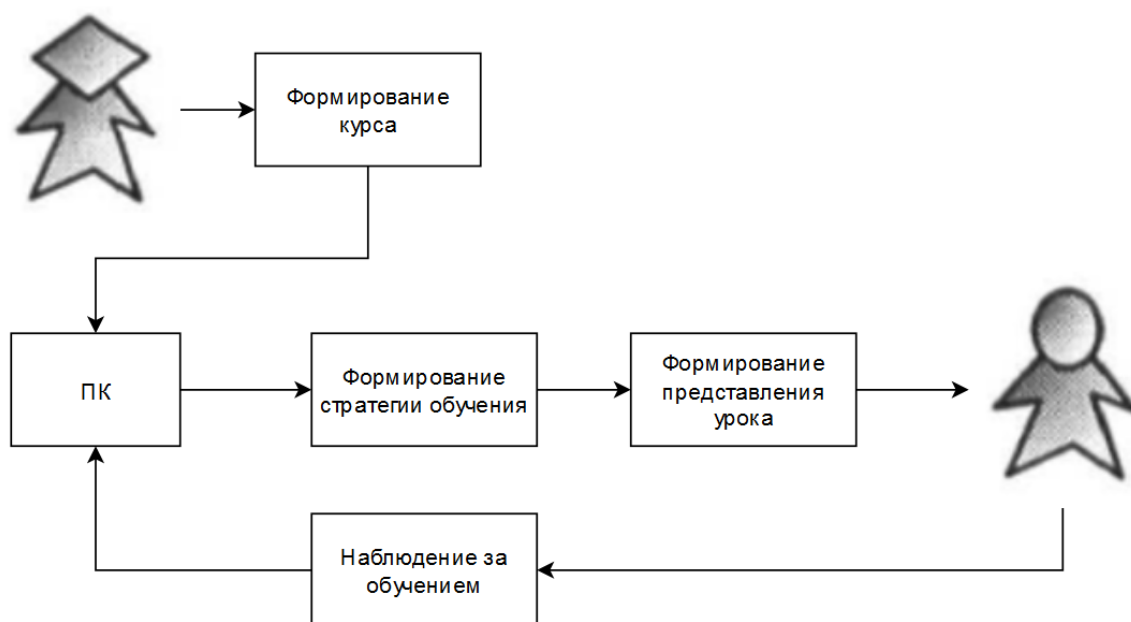


Рисунок 2 – Управление процессом обучения с применением адаптивной модели

При анализе тенденций, в области взаимодействий человека с компьютером показывает, что значительная часть разработок и исследований связана с созданием адаптивных систем, которая не только может дать любую нужную информацию пользователю в любое время, месте и форме, но и предоставить информацию, которая нужна именно этому пользователю, именно сейчас [11]. Чаще этим занимаются поисковые системы, такие как google, яндекс и другие. При этом для проектировщиков данных систем стоит очень трудная задача, с ведением миллионов пользователей, а не одного

отдельного. И особенно важно персонализировать информацию в процессе обучения, при помощи различных обучающих систем, чтобы предоставить нужную информацию, в нужном стиле, размере и уровне сложности.

На текущий момент, в данном направлении проводятся исследования в следующих направлениях:

- интеллектуальные обучающие системы,
- адаптивные гипермедийные системы,
- системы поддержки совместного обучения.

Их главным отличием от классических систем является то, что в них используются интеллектуальные методы, используемые учителями при классном или индивидуальном обучении [7]. Количество систем обучения в интернете растет с каждым днем. Но без наличия адаптивных систем, они в большинстве случаев не способны предоставить обучающему нужную ему информацию. Разработка адаптивной системы поможет решить 2 важные проблемы: помощь в ориентации, среди огромного количества информации и возможная перегрузка информацией [6]. Огромный вклад в разработку методов персонализированного обучения внесли П. Брусиловский, S. Bohlender, Paul De Bra, A. Kobsa, G. Weber, G. Fischer, Kaplan, Kalvi и другие. Одними из первых представили исследования в данной области R. В. Allen, J. Kouen, E.R. Pero. В России так же постоянно ведется разработка персонализированных систем.

Есть определение, которое составил П. Брусиловский для адаптивной системы обучения: система должна отображать определенные характеристики ученика в виде его персональной модели, и она должна использовать эту модель для адаптации доступных аспектов системы к ученику, а также быть гипертекстовой или гипермедийной.

Исходя из этого определения, можно составить следующие критерии для адаптивной системы:

- быть гипертекстовой или гипермедийной,
- иметь модель обучаемого,

- использовать модель обучаемого к обучаемому.

Адаптивные системы, которые находятся в интернете, являются более эффективными. Первым отличием, что в такой системе могут работать пользователи из разных систем, и могут быть совершенно разные характеристики [24]. Если будет спроектировано приложение, оно будет спроектировано только для одного класса пользователей, это не будет практично, адаптивно и не подойдет остальным пользователям. Во-вторых, часто пользователи взаимодействуют с системой в одиночку, что делает недоступным традиционную помощь со стороны преподавателей, доступную в обычных классах [28]. Сегодня обучение является одним из ключевых направлений применения адаптивных систем.

1.3 Анализ концепций педагогических подходов к обучению

Изучение современных педагогических концепций показывает, что конструктивизм является одной из наиболее распространенных теорий обучения. Подход конструктивизма включает в себя философские, эпистемологические и педагогические аспекты. В работе Weiqin Chen радикальный конструктивизм рассматривается как теория знания и познания, и их использование в образовательном процессе. Основные принципы конструктивизма включают:

- получение знаний должно происходить активно и ее допускается пассивное получение знаний при помощи восприятия или общения,
- функция познания должна постоянно увеличивать свою точность и жизнеспособность.

В соответствии с теорией конструктивизма, обучающимся необходима поддержка в решении реальных жизненных проблем. Обучающая среда должна создавать ситуации, аналогичные тем, с которыми ребенок сталкивается в реальной жизни, где он активно участвует в процессе: анализирует, собирает информацию, разрабатывает стратегии решения и

находит пути разрешения проблем. Для реализации этого подхода конструктивного обучения включает в себя активное использование метода проектной работы.

В исследовательских работах П.Я. Гальперина, В.Д. Шадринова, В.П. Беспалько, Н.Ф. Талызиной, Г.В. Суходольского обсуждается методика обучения, основанная на деятельностном подходе. В центре этого подхода лежит психическая деятельность как система умственных процессов, формируемая через материальные действия [19]. Суть этой концепции заключается в процессе внутреннего усвоения социального опыта, который приводит к формированию знаний. Развитие этой концепции привело к созданию методов алгоритмизации обучения, сначала в форме программированного обучения и контроля знаний [20]. Позднее этот подход стал более гибким и эвристичным. Деятельность рассматривается как функционирование педагогической системы, включая учебную, педагогическую и научно-воспитательную подсистемы. Преподавательская деятельность может рассматриваться как модель подготовки обучающего, которая должна соответствовать современным педагогическим подходам и методам работы. С учетом изменений, вызванных новыми информационными технологиями, необходимо учитывать эти современные подходы при разработке обучающих систем, включая и адаптивные.

1.4 Общепринятая модель обучаемого

К настоящему моменту в образовании уже имеется обширный опыт как в теоретических исследованиях, так и в создании систем, которые осуществляют адаптивное обучение. Текущие подходы к созданию адаптивных систем включают три ключевых элемента:

- модель обучаемого,
- модель предметной области,
- модель адаптации.

Идея модели обучающегося проистекает из понятия модели пользователя, которое является частью информационных моделей и содержит данные о пользователе для настройки работы системы под него. Модель обучающегося специально разработана для адаптации образовательного процесса и связана с моделью предметной области. По мнению Gerhard Weber, «модель обучающегося - это набор характеристик учащегося, измеряемых в процессе взаимодействия с системой, определяющих уровень его знаний и методы их обработки» [39]. Выбор подходящей модели сильно зависит от опыта разработчиков адаптивных систем и их целей.

Структура информационного пространства описывается моделью предметной области, которая часто представлена в виде сети, соединяющей его элементы. Адаптационная модель регулирует процесс изменения модели обучающегося и адаптации информационного пространства с использованием данных, извлеченных из модели предметной области и модели обучающегося, а также взаимодействия с обучающимся [30]. Адаптационная модель содержит механизм адаптации, который определяет, как только обновляется модель обучающегося в процессе обучения, и какая информация из нее используется для настройки информационного пространства под каждого учащегося.

Установлены основные этапы формирования адаптивных систем, они наглядно изображены на рисунке 3:

- сбор данных о пользователе,
- построение и обновление модели пользователя на основе этих данных,
- использование модели для настройки системы под пользователя.

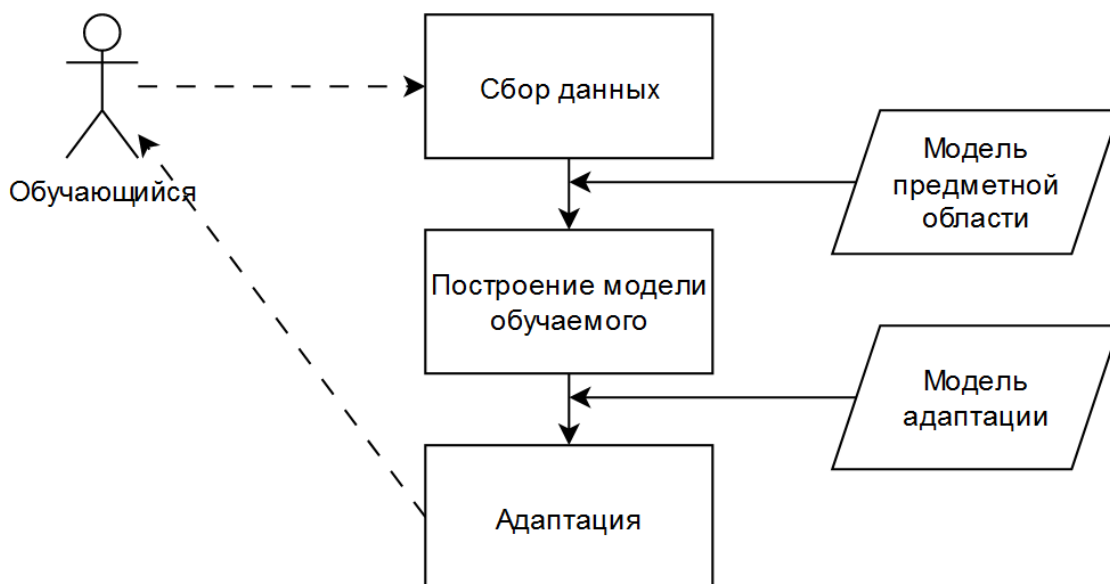


Рисунок 3 – Процесс адаптации в адаптивной системе

Эта система должна полностью автоматизировать все этапы процесса без участия человека. Пользователь взаимодействует с системой, которая отслеживает его действия и параллельно собирает информацию о нем, чтобы в дальнейшем создать модель пользователя и осуществить адаптацию.

Однако, реализованных систем, которые могли бы содержать в себе все эти этапы, практически не существует. На это есть несколько причин. Которые связаны с автоматическим созданием модели пользователя. Основные из них заключаются в том, что сложно гарантировать адекватность таких моделей, поскольку ошибки могут возникнуть как при формировании модели, так и при ее использовании для адаптации (даже если сама модель правильна) [21]. Кроме того, некоторые компоненты модели в принципе не могут быть выведены и должны быть установлены пользователем самостоятельно.

Анализ показывает, что существуют эффективные подходы к автоматическому формированию модели пользователя. Эти подходы включают в себя методы, такие как отслеживание действий пользователя и определение целей через планирование знаний.

Выбор методов сбора информации зависит от целей, стоящих перед системой. В контексте обучающих систем автоматическое формирование модели пользователя не всегда является наилучшим вариантом [16]. Наблюдение за действиями пользователя в обучающих системах обычно не предоставляет достаточно данных для создания полноценной модели [15]. В основном, система может отслеживать только путь и время, затраченное в каждом разделе. Хотя этот тип информации может быть полезен, обновление модели, состоящей только на его основе, представляется сложным. Например, время, проведенное в разделе, не гарантирует, что пользователь внимательно ознакомился с его содержанием. Поэтому для обеспечения точности и достоверности модели требуется применение дополнительных информационных ресурсов. Чтобы получить какую-то информацию об обучающемся, системы берут в основном внешние источники данных. Главным источником информации о пользователе, это сам пользователь, который предоставляет информацию. В процессе создания адаптивной модели требуется участие как пользователя, так и системы.

В большинстве случаев системы адаптируются на основе информации о знаниях и интересах учащегося. Чаще всего эта информация либо предоставляется самим учащимся (например, цели), либо вычисляется на основе результатов обучения (что является более сложным вариантом).

1.5 Характеристики обучаемых, используемые в современных адаптивных системах

На данный момент развития адаптивных систем, они могут работать с тремя типами данных:

- наличие постоянных характеристик, таких как стиль обучения, интересы ребенка;
- среда обучения, к которой относится место, техническое обеспечение, средство связи;

- уровень знаний пользователя и его персональные интересы, в отношении предметной области.

Одним из самых эффективных использований обучающих систем, является использование адаптации обучений, с учетом под уровень знаний обучающегося. В процессе работы эти системы обязаны адаптироваться к личным целям, интересам и другим особенностям каждого учащегося. Сейчас, почти в каждом образовательном учреждении, имеется концепция, что все обучающиеся должны изучать одно и то же, и имеют одну общую цель. В системах, поддерживающих разнообразные учебные цели, структура курса организована в виде отдельных элементов, что облегчает персонализацию учебного материала в соответствии с индивидуальными целями обучающихся. Это подход к построению обучения представляет цели как набор концептов для изучения. Эти концепты предоставляются разработчиками курса, педагогами, так и самими учениками. Данный метод дает возможность обучающимся самим устанавливать и достигать тех целей, которые им нужны. Обычно учащиеся выбирают концепты, с которыми они будут заниматься в течение долгого времени, а система строит модель курса на основе этих выбранных концептов, добавляя те концепты, которые являются предпосылками для изучения выбранных. Более продвинутый метод представления целей заключается в использовании пар значений: концепт и уровень сложности.

InterBook в своей реализации адаптивного обучения, реализовали личные цели обучающихся, и дали возможность сделать ее прогрессивной.

Цели структурированы в виде стека, позволяющего пользователю выделить приоритетные задачи. Затем выбранная цель перемещается на верх стека. В научных работах Fiorella de Rosis разработан подход, позволяющий пользователю «выделить основные цели обучения, которые затем разбиваются на подцели» [38]. Так же говорится о том, что «последовательность подцелей, называемая слоями, представляет собой набор концептов, которые необходимо освоить». В статье Boyle, Craig предложено «представление

текущей цели в виде набора пар цель - значение, где значение обычно выражается в вероятности того, что данная цель является текущей целью пользователя» [26]. В контексте образовательных систем целями могут быть, например, изучение определенного раздела, решение конкретной задачи, прохождение всего курса или приобретение навыков для решения практических задач. Также в существующих системах есть разделений целей, которые бывают локальными и глобальными, либо их можно назвать низкого и высокого уровня.

Опыт пользователя включает в себя всю ранее полученную информацию и опыт, который не связан напрямую с изучаемой темой в данный момент гипермедийной системой, но может оказаться полезным и оказать значительное влияние на процесс обучения. Сюда включаются опыт пользователя, а также знания и опыт работы (или обучения) в смежных областях.

Пользовательские предпочтения представляют собой особый тип характеристик обучаемого, которые отличаются от обычных данных пользователя. У адаптивной системы могут возникнуть трудности с самостоятельным определением данных характеристик. Проще всего становится тогда, когда ученик самостоятельно предоставляет системе эти значений, путем обратной связи или тестированием. Адаптивная система с таким набором данных уже способна самостоятельно объединить их для адаптации в новых контекстах. Предпочтения могут касаться выбора информации или внешнего вида интерфейса. Пользователь может предпочитать определенные узлы и ссылки, а также различные части страницы, по разным причинам, которые могут быть постоянными или изменчивыми в зависимости от контекста, цели и других факторов. Эти пользовательские предпочтения имеют свои особенности по сравнению с другими характеристиками пользователя.

Индивидуальные признаки обозначают совокупность характеристик пользователей, которые вместе определяют их уникальность, такие как

личностные особенности (например, интроверсия/экстраверсия), когнитивные факторы и разные стили обучения. Личные признаки человека обычно воспринимаются как стабильные и меняются лишь на протяжении длительного времени. Для получения информации о таких признаках обычно применяют специальные психологические тесты, а не простые интервью. В исследованиях Henze Nicola приводится следующее: «использование индивидуальных признаков для адаптации в различных областях, например, адаптации к стилю обучения» [36]. При разработке системы требуется учитывать все связи между признаками и настройками интерфейса. Например, в работе Herder Eelco предлагается «метод моделирования индивидуальных признаков без использования символьных технологий» [37]. В статье Chua Вее Вее для характеристики типа мышления обучаемого используется два значения: «интуитивное и теоретико-методологическое мышление, представленные кортежами двоичных цифр» [31]. Сбор и анализ личностных особенностей каждого обучающего дает возможность использовать деятельностный подход к обучению. Исходя из этого, правильный выбор характеристик, методов и опыта разработчика модели адаптации является залогом удачной реализации системы.

Ниже приведена таблица 1 с существующими системами адаптивного обучения в различных сферах и для людей различного возраста. В ней показаны какие характеристики для адаптации использует каждая система.

Таблица 1 – Сравнение систем адаптивного обучений по характеристикам адаптации

Система	Знания	Цели	Предпочтения	Фон	Опыт	Скорость обучения	Инд. хар-ка
АНА	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
ELM-ART	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
INTERBOOK	Да	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
KBS	Да	Да	Нет	Нет	Да	Да	Нет
PT	Да	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет
HYNECOSUM	Нет	Нет	Нет	Да	Нет	Нет	Нет

Продолжение таблицы 1

Система	Знания	Цели	Предпочтения	Фон	Опыт	Скорость обучения	Инд. хар-ка
HYPERCASE	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
HYPERFLEX	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
UMT	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
PUSH	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
SYPROS	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
SHIVA	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
SYDNEY	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
INSPIRE	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да

Ключевым этапом создания адаптивной системы является идентификация характеристик обучающегося, которые можно использовать для персонализации системы. В большинстве систем используется 1-3 характеристики обучающегося, это связано с тем, что полностью использовать все возможные характеристики просто невозможно, не существует таких больших мощностей, либо это будет очень дорого. Так же это связано с тем, что адаптивное образование не стандартизировано, и каждый разработчик в своей системе использует те характеристики и представление информации обучающему, которые он сам захочет.

1.6 Оценка знаний обучаемого

Одной из самых важных и часто применяемой характеристикой обучающегося является его уровень знаний в выбранной им направлении обучения. Адаптивная система должна брать за основу данные от уровня знаний, уметь адаптироваться под изменение и на основе этого обновлять курс обучения.

В существующих адаптивных системах уровень подготовки обучающегося можно представить в виде оверлейной или стереотипной модели. Оверлейная модель представляет предметную область как совокупность структурированных элементов, показывая знания пользователя

в виде степеней освоения какой-то предметной области. Каждый элемент в персональной модели обучающегося имеет отметку, отображающую текущий уровень понимания конкретного модуля знаний. Данные элементы показывают, как глубоко обучающийся овладел определенными концептами. Принцип работы данной модели изображен на рисунке 4.

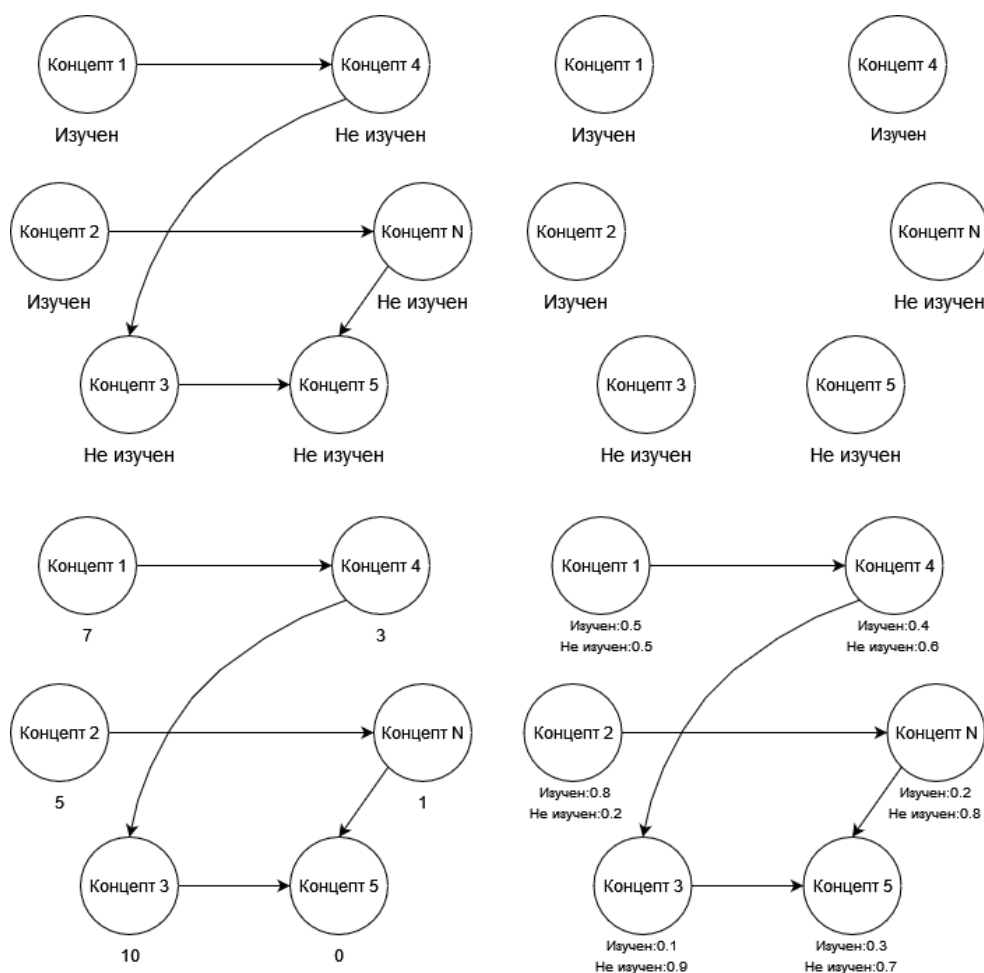


Рисунок 4 – Графическое представление оверлейной модели пользователя

Оверлейные модели обладают значительными преимуществами в плане своей мощности и гибкости. Они позволяют проводить оценку знаний пользователя в различных разделах независимо друг от друга. Однако, при выборе оверлейной модели возникает проблема инициализации пользователя, то есть сложность определения начальных значений характеристик пользователя после недолгого наблюдения за его деятельностью.

Оверлейные модели классифицируются в зависимости от методики оценивания уровня знаний ученика: бинарными (знает или не знает), взвешенными (оценка бальная) или вероятностными (оценка по шкале вероятности). В работе Питера Брусилковского применяется булева оверлейная модель, которая может использовать набор значений, процент или числа в интервале от 0 до 1. В системе АНА каждому обучаемому присваивается лог-файл, где фиксируется сколько он провел на каждой странице и в какой момент ушел. В каждой современной системе имеется конкретный набор атрибутов.

В стереотипной модели, которая показана на рисунке 5, можно выделить конкретных «стереотипных» учеников.

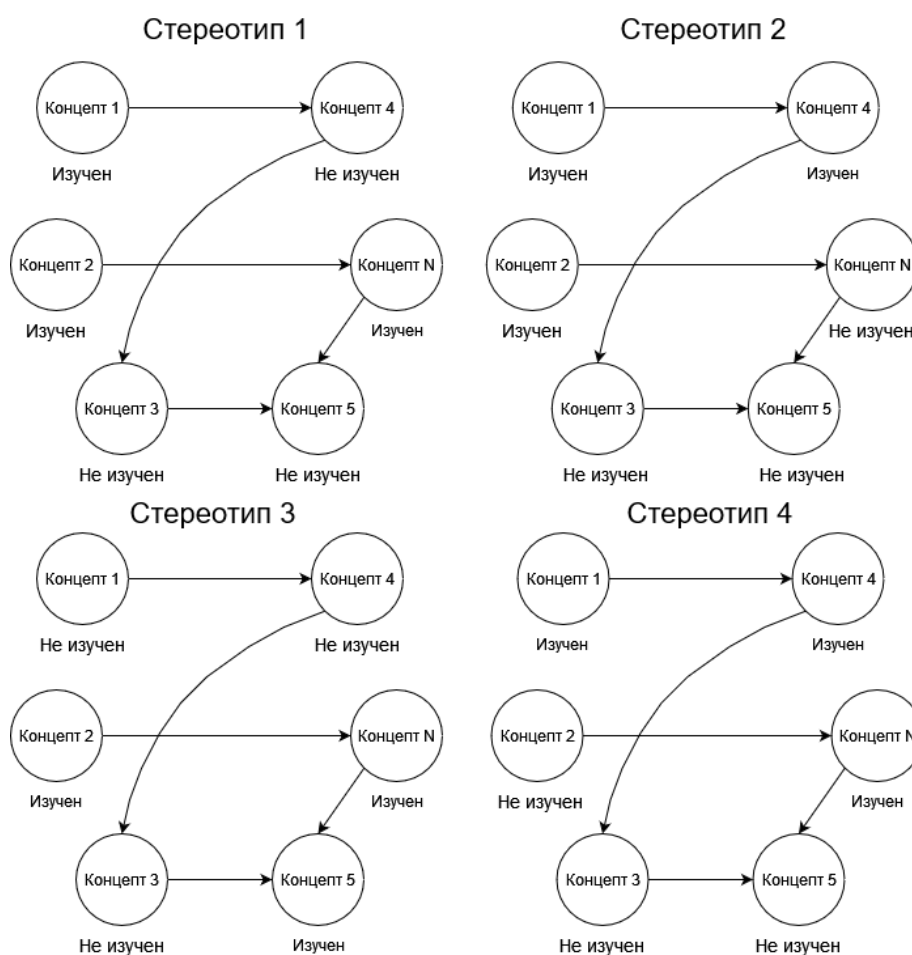


Рисунок 5 – Типичные стереотипные модели пользователя

Она также представлена в форме «стереотип - значение, где значение может быть не только «да» или «нет» (показывающее, принадлежит ли пользователь к этому стереотипу), но и вероятность принадлежности к нему» [5].

В отличие от оверлейной модели, стереотипная считается более легкой в инициализации и администрировании.

Таблица 2 содержит анализ методов обучения, в которой учитываются методы оценивания уровня знаний и зависимости, которая появляется в процессе обучения.

Таблица 2 – Анализ моделей обучаемого

Модель обучаемого	Тип оценки знаний в модели	Учет зависимостей изучения
Стереотипная	Количественный	Нет
Оверлейная	Логическая переменная	Да
Векторная оверлейная	Логическая переменная	Нет
Взвешенная оверлейная	Количественная	Да
Вероятностная оверлейная	Вероятностная	Да

Существует два главных метода создания моделей обучаемого. В экспертно-обучающих системах модель обучаемого включает набор параметров и набор правил, которые используют значения этих параметров для управления взаимодействием системы с обучаемым. Модель обучаемого, которую используют в остальных адаптивных системах, использует набор параметров, которые могут меняться во время обучения ребенка и определить, как он усвоил текущий урок.

Исследование показывает, что «для идентификации обучаемого наиболее эффективной является оверлейная модель, гибкость такой модели можно контролировать, выбирая соответствующий метод оценки знаний обучаемого» [4]. Однако есть проблема инициализации, которую обязательно нужно будет решить.

1.7 Адаптационные модели

Для того чтобы провести правильную адаптацию учебного процесса в информационной среде, необходим эффективно работающий механизм модели обучаемого. Процесс, называемый адаптивным моделированием, имеет разработку принципа адаптации, которая управляет доступом к информации из модели и определяет необходимость изменений. Основываясь на этом, данную модель можно назвать поведенческой. Логика адаптации основывается на оценке текущего уровня знаний пользователя в определенной области. Есть несколько вариантов решения этой задачи, обычно опирающейся на правила причинно-следственных связей и логических выводов. Выбор логики адаптации определяется используемой моделью обучающегося. В статье Campbell Brad вводится «концепция эталонной модели, которая определяет способы представления функционала модели адаптации» [29]. Разработано несколько эталонных моделей, таких как НАМ, модель Треллиса, модель Декстера, эталонную модель Халаса и Шварца [35], формальную модель Ланга, более общую объектно-ориентированную модель Тауэр и модель АНАМ [27]. В представленных моделях применяются различные методы демонстрации возможностей адаптивной системы. Однако отмечается, что в указанных моделях представлено описание функционирования системы на абстрактном уровне, что оставляет создание специфических адаптивных механизмов в качестве правил на плечи разработчиков программного обеспечения. Также требуется освоение специализированных языков для работы с этими моделями.

Исследование Кольцовой Ю.В. посвящено методам адаптивного обучения, которые опираются на использование нейронных сетей, который выделяет, что «в данном подходе входной вектор представляет собой набор параметров модели обучаемого, а выходной вектор - код, который определяет стратегию обучения, соответствующую текущим значениям этих параметров» [9]. На практике этот метод применяет стереотипное моделирование для

выбора обучающих стратегий, основанных на каждом конкретном стереотипе. В исследовании Kay Judy используется «механизм, основанный на метагипертексте, для адаптации страниц». Система Hupecosum определяет уровень подготовки пользователя через анализ шаблонов его навигации. В отличие от нее, системы Hupadapter, EPIAIM, ARIANNA и SETA применяют фреймовое представление для адаптации.

При изучении существующих методов и моделей адаптации, которые применяются не только в образовательном процессе, видно, что данная область нуждается в стандартизации. Это бы сделало систему более понятной, задавало бы общие методы адаптации. При этом, те модели, которые были реализованы для конкретной области, не могут быть использованы в другой области.

1.8 Анализ адаптивных обучающих систем и методов для их разработки

В наши дни существуют инструменты для разработки образовательных систем, активно используемые при создании онлайн-курсов. Наиболее популярными среди них являются TopClass от WBT Systems и LearningSpace от Lotus, которые широко используются в области образования. Однако, с точки зрения адаптивных систем, TopClass можно рассматривать как слабо адаптивную платформу с возможностью изменения связей. Например, система позволяет помечать отдельные папки с сообщениями, если в них есть неп прочитанный материал, либо пометить те, в которых появилось что-то новое. С другой стороны, у нее есть серьезный минус, отсутствие структурированной предметной области затрудняет определение необходимой информации для формирования страницы. В свою очередь, LearningSpace имеет возможность создавать курсы, которые предлагают дополнительные темы в случае неуспешной проверки знаний. Эта система обладает удобными средствами создания и редактирования структуры курса и

его содержимого, подготовленного с использованием различных приложений. Все материалы системы, включая онлайн курсы, видео курсы могут располагаться на серверах, когда обучающемуся будет достаточно иметь только браузер и интернет. Еще одним мощным инструментом для разработки и использования онлайн-курсов является интегральная среда WebCT, которая поддерживает стандарты IMS и предоставляет возможности для создания сложных Web-курсов. Однако ни TopClass, ни LearningSpace, ни WebCT не учитывают индивидуальные потребности пользователей или не приспособливаются к их специфическим требованиям обучения.

Впервые понятие «оболочки моделирования пользователя» своей публикации об адаптивной системе моделирования пользователя GUMS Tim Finin рассмотрел данную концепцию. В этой системе была использована «иерархия стереотипов пользователей и система правил на Прологе для общих систем моделирования пользователя, которые могут быть настроены во время разработки» [33]. Kobsa Alfred в своей работе о системах обучения ввел понятие «оболочек моделирования пользователя». Сейчас активно идут работы по созданию таких оболочек для различных адаптивных образовательных курсов, включая АНА, InterBook и KBS Hyperbook. Например, InterBook представляет собой оболочку, в которой можно создавать электронные учебники для просмотра в браузере, основанную на концептуальном подходе П. Брусиловского и использующую два типа знаний: о предметной области и об обучаемом. АНА, в свою очередь, использует оверлейную модель, дополненную дополнительными концептами, и включает специальный псевдоконцепт с информацией о пользователе. Обе системы используют адаптационные правила и информацию о действиях пользователя для вывода его состояния в процессе работы в системе. Однако АНА не предназначена для образовательных целей, тогда как InterBook предоставляет адаптивные инструменты для сопровождения, тренировки и обучения, которые учитывают предпочтения и уровень знаний каждого ученика.

KBS Hyperbook применяет в своей системе модель обучающего, имеющую вектор знаний, отражающий глубину изучения различных аспектов предметной области, модели взаимосвязей между ними и инструменты оценки для определения уровня компетентности пользователя. Система применяет основные абстракции гипертекста для эффективной обработки предметной модели. Эти гипертекстовые абстракции сохраняются в метаданных KBS Hyperbook. Система предлагает средства для настройки учебного курса в зависимости от целей и уровня знаний каждого обучаемого. Однако начальная инициализация пользователя не проводится, а данные о прогрессе и изменениях в уровне знаний поступают из внешних источников.

Система Sydney включает механизмы адаптации, учитывающие уникальные особенности обучающегося, включая его психологический профиль. Каждому типу обучаемого присваивается определённая траектория изучения материала. Однако по своим возможностям система скорее может быть отнесена к категории слабо адаптивных систем. Система подстраивается под индивидуальные потребности обучающегося, но не обладает полной гибкостью и не учитывает все возможные переменные.

В работе Ullrich Carste обучение становится более индивидуализированным благодаря возможности внесения изменений на двух уровнях: когнитивном и презентационном. Подход когнитивный в контексте обучения определяет, насколько успешно ребенок овладел материалом, в то время как адаптация презентации предмета заключается в представлении каждого элемента в разнообразных формах и уровнях сложности, учитывая индивидуальные потребности и уровень понимания. Изложены результаты оценки оболочек, применяемых в разработке адаптивных обучающих систем, у которых учитывается начальный уровень знаний, информационная поддержка, цель обучения и открытый исходный код для более детальной настройки программ обучения. Результат сравнения представлен этих параметров подставлен в таблице 3.

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» [23]. Данный закон регламентирует порядок организации электронного и дистанционного образования в России.

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».

Таблица 3 – Анализ оболочек для разработки адаптивных обучающих систем

Система	Учет начального уровня знаний	Информационная поддержка	Учет цели обучения	Открытый доступ
Interbook	Нет	Нет	Да	Только для Apple Macintosh
АНА	Да	Нет	Нет	Да
KBS Hyperbook	Да	Нет	Да	Нет
KOD	Да	Нет	Нет	Нет
PAT	Нет	Нет	Нет	Нет

Обучение через сеть подразумевает руководство процессом обучения через использование сохраненных данных, средств анализа данных и коммуникационных каналов для обеспечения информационного обмена и взаимодействия между всеми участниками обучения. Эти образовательные методы включают использование сетей для дистанционного взаимодействия между обучающимися и преподавателями или системой обучения.

В исследованиях говорится, что: «При реализации образовательных программ, использующих преимущественно электронное и дистанционное обучение, образовательные учреждения обязаны создать условия для

функционирования информационной и электронной образовательной среды, включающей электронные поисковые и образовательные ресурсы, технологии информационного и телекоммуникационного характера, технические средства, обеспечивающие освоение учебных планов в необходимом объеме, независимо от местоположения обучающихся» [1].

Появляется новое направление в образовательном процессе, включающее следующие аспекты:

- расширение доступа к образованию на расстоянии с использованием информационных технологий и средств связи,
- нормализация содержания и методологии обучения через широкое использование электронных форматов представления и передачи учебного материала.

Важную роль в данных сценариях играют «электронные системы обучения, которые объединяют в себе различные учебные материалы, способствующие эффективному освоению образовательных навыков» [2].

Электронные обучающие системы включают в себя:

- нормативы учебных предметов,
- материалы лекций,
- учебные расписания и инструкции для выполнения заданий,
- материалы и руководства для самостоятельной работы,
- тестовые задания,
- справочные ресурсы,
- ссылки на электронные библиотеки.

При использовании электронных платформ для образования наиболее эффективным подходом к организации учебного процесса является дистанционное обучение. Структура данного вида обучения представлена на рисунке 6.

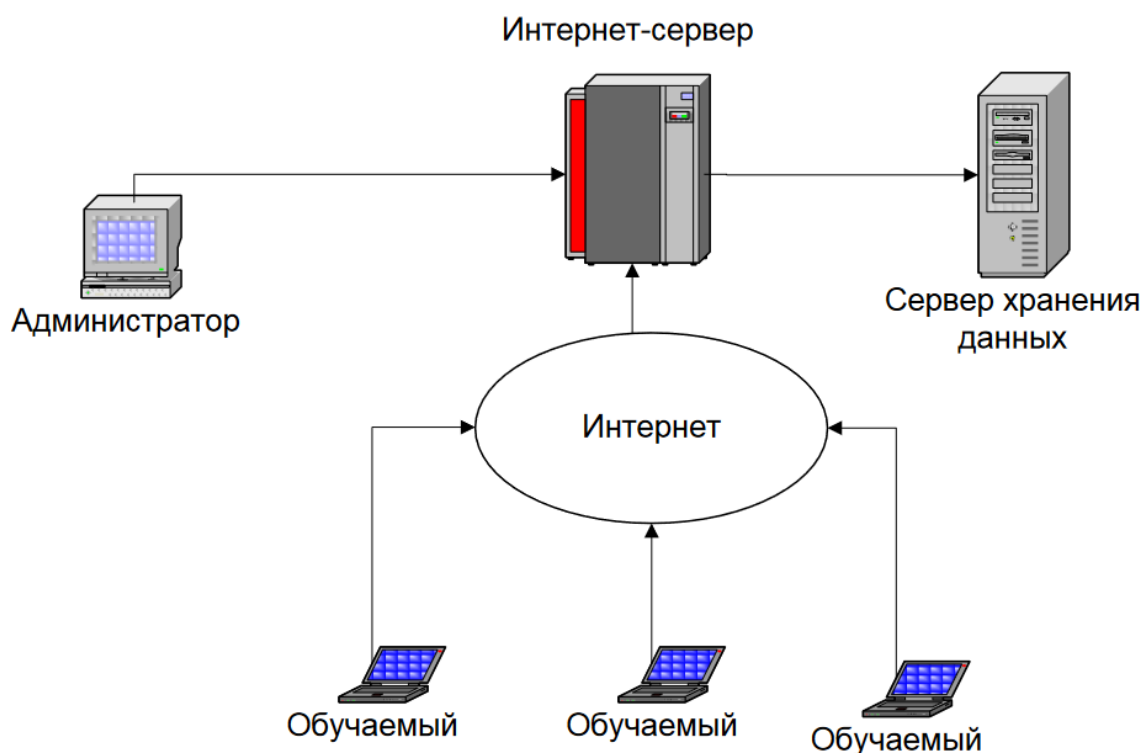


Рисунок 6 – Процесс дистанционного обучения

В Концепции развития и внедрения дистанционного обучения в России дано следующее определение ДО: «Дистанционное образование – это комплекс образовательных мероприятий и услуг, предоставляемых широкому кругу населения внутри страны и за её пределами с помощью специализированной информационно-образовательной среды, основанной на средствах дистанционного обмена учебной информацией, оно является одной из ключевых форм непрерывного образовательного процесса, направленной на реализацию права человека на получение образовательных услуг» [3].

Выделяют следующие преимущества дистанционного обучения:

- персонализация темпа обучения дает возможность каждому ученику самостоятельно определять скорость усвоения материала, в зависимости от своих предпочтений и обстоятельств;

- гибкость и свобода выбора курсов позволяют обучающимся самостоятельно планировать время и продолжительность учебных занятий из широкого спектра доступных программ;
- универсальная доступность обеспечивает возможность получения образования в любой точке мира, где есть поддержка соответствующих технологий, удовлетворяя образовательные потребности любого человека, независимо от его местоположения;
- быстрое взаимодействие между преподавателем и учеником считается важным аспектом образовательного процесса, обеспечивая эффективную коммуникацию;
- применение передовых технологий и средств связи активно внедряется в процесс обучения, обеспечивая его технологичность;
- обеспечение социального равенства в доступе к образованию, независимо от таких факторов, как место проживания, состояние здоровья, этническая принадлежность или финансовое положение;
- поддержка творческого самовыражения и самореализации в процессе обучения создает благоприятные условия для развития личности.

Хотя у дистанционного обучения есть много плюсов, оно также имеет свои минусы:

- отсутствие личного взаимодействия, обучение проходит без прямого контакта с преподавателем, что убирает индивидуальный подход и воспитательный элемент. Личный контакт и эмоциональная подача материала учителем могут значительно влиять на его восприятие, а их отсутствие является существенным минусом;
- недостаток личностных факторов, многие элементы личного взаимодействия, которые присутствуют в традиционном обучении, отсутствуют. Это требует от учащихся высокой степени самодисциплины и самостоятельности;

- технические требования, для полноценного доступа к учебным материалам необходимы надежные технические средства, включая качественный интернет, что может стать проблемой для некоторых учеников;
- недостаток практики, практические занятия, важные для закрепления знаний, часто отсутствуют в дистанционном обучении, что снижает эффективность усвоения материала;
- качество учебных материалов, электронные ресурсы могут не всегда соответствовать стандартам из-за нехватки опыта и квалификации у разработчиков;
- письменный формат, дистанционное обучение в основном базируется на письменных заданиях, что может затруднить обучение для тех, кто лучше воспринимает информацию устно или через практическую деятельность.

В 2000 году группа ADL (Advanced Distributed Learning) создала стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model) для онлайн-образовательных систем. Стандарты SCORM регламентируют организацию учебного контента и требования к платформам дистанционного обучения. Основанный на стандарте XML, «SCORM обеспечивает совместимость и повторное использование компонентов: учебный контент делится на модули, которые могут быть включены в разные курсы и использоваться независимо от их авторов, мест и способов создания» [18]. Структура пакета SCORM представлена на рисунке 7.

Основные компоненты SCORM включают в себя различные спецификации и стандарты:

- модель хранения контента,
- среда выполнения,
- поиск и навигация.



Рисунок 7 – Структура стандарта SCORM

Детальная структура SCORM показана на рисунке 8.

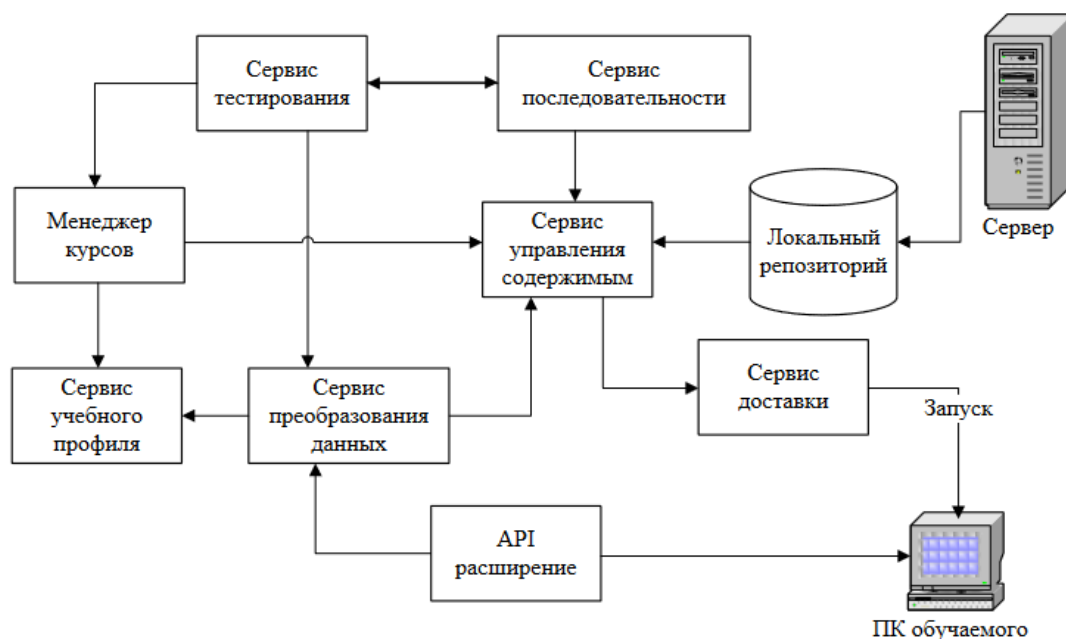


Рисунок 8 – Представление выполнения этапов визуализации информации из SCORM

Задачи, которые ставит перед собой SCORM, можно разделить на несколько ключевых аспектов:

- стандартизация формата контента: SCORM устанавливает общий формат для структурирования и упаковки цифровых образовательных ресурсов, что позволяет им быть совместимыми с

различными образовательными платформами и системами управления обучением (LMS);

- обеспечение доступности и управляемости контента: SCORM определяет структуру и метаданные для описания содержания обучающихся, включая описания учебных модулей, тестов, вопросов и других элементов. Это позволяет системам LMS эффективно управлять и отслеживать процесс обучения;
- поддержка интерактивности и адаптивности: SCORM обеспечивает возможность создания интерактивных образовательных ресурсов, которые могут реагировать на действия пользователей и адаптироваться к их потребностям и уровню знаний. Это позволяет обучающимся получать персонализированный опыт обучения;
- обеспечение интероперабельности: SCORM стандартизирует способы обмена данными между различными системами LMS и контентом, что позволяет им взаимодействовать без проблем и эффективно обмениваться информацией о прогрессе обучения и результатами тестирования.

Исходя из полученных данных в данном разделе была определена структура адаптивного обучения, основные критерии построения модели обучающегося. Были рассмотрены готовые системы, выявлены их плюсы, минусы и критерии, по которым происходит адаптация.

2 Разработка структуры и модели взаимодействия с обучаемым

В данной главе мы исследуем системный подход к созданию адаптивной платформы для дополнительного обучения детей в онлайн формате. Рассмотрены основные элементы и компоненты, а также представлены модели структуры и функционирования такой системы.

Современные образовательные платформы часто используют персонализированные методики, адаптируя учебные материалы под уникальные потребности каждого ученика. «Адаптивность представляет собой способность системы изменяться в зависимости от текущих условий окружающей среды или входных данных» [22].

В разрабатываемой образовательной системе адаптация происходит на различных уровнях:

- персонализация учебного плана – разрабатывается индивидуальный учебный маршрут для каждого учащегося, учитывая его потребности и цели обучения. Это важно, чтобы оптимизировать учебный процесс и исключить избыточность информации;
- приспособление содержания обучающего материала – требует создания учебных материалов, которые могут быть представлены в различных формах, с учетом индивидуальных предпочтений обучающегося. Хотя это требует значительных усилий, такой подход способствует эффективному обучению;
- адаптация процесса контроля знаний – начинается с оценки начального уровня знаний учащегося при помощи вводных тестов, которые позже используются для корректировки учебного процесса. Учитывая, что восприятие информации может меняться, регулярная оценка помогает улучшить качество образования.

Адаптация в обучении предполагает персонализацию учебного процесса для каждого учащегося. Это включает изменение содержания курсов и заданий в соответствии с индивидуальными потребностями и предпочтениями

ученика. Главная цель адаптивных систем обучения - обеспечить оптимальное усвоение материала каждым учеником путем представления информации в наиболее доступной и понятной форме [34].

Сетевая оверлейная модель описывает графическое представление структуры учебного материала для определенного курса. Каждый элемент и связь в этой модели имеют свои значения, которые отражают степень понимания соответствующих концепций и их взаимосвязей. В таких моделях оценка уровня знаний может быть выражена бинарным способом (понимание или непонимание), с использованием взвешенной количественной шкалы, основанной на вероятности или нечетких множествах.

Базируясь на генетической модели графа, расширенной оверлейной сетевой структурой, отличительной особенностью является интеграция не только стандартных концепций и их взаимосвязей, но и разнообразных детализаций, обобщений, уточнений и модификаций, основанных на индивидуальном понимании подростка. Например, отношение «уточнение» в генетической графовой модели позволяет описывать уникальные аспекты восприятия конкретных концепций подростком.

Одним из минусов оверлейной модели ученика является сложность ее начальной настройки. Для эффективного представления знаний по предмету можно использовать семантическую сеть. В такой сети содержатся образовательные компоненты, связанные с конкретной предметной областью, а также задания для оценки усвоения материала учащимися.

Оверлейная модель учащегося представляет собой набор параметров $M(p_1, p_2, \dots, p_n)$, которые преподаватель задает в начале создания курса. Эти параметры могут быть вычислены с использованием арифметических или логических выражений, в которых включены операции, константы и другие элементы модели. Текущая модель оценки прогресса учащегося в достижении образовательных целей базируется на сравнении с экспертной моделью. Целевая модель, обозначаемая как $M_c(p_{1c}, p_{2c}, \dots, p_{nc})$ имеет те же параметры, но с «идеальными» значениями. Чтобы повысить гибкость модели, можно

включить дополнительные параметры, которые могут добавляться системой или учащимся в процессе обучения.

Модель различий, также известная как «дифференциальная модель, основывается на анализе расхождений между ответами ученика и данными из базы знаний адаптивной системы обучения» [25]. Заметно, что такой подход учета учитывает не только отсутствие знаний, но и неверные убеждения ученика. С формальной точки зрения, модель различий может быть рассмотрена как модификация оверлейной структуры.

Модель возмущений, или пертурбационная модель, основывается на предположении, что знания ученика и данные в базе знаний адаптивной образовательной системы могут быть только частично совпадающими. Основной задачей этой модели является выявление причин такого различия в знаниях.

Имитационные модели адаптивного обучения основываются на идее представления знаний, умений и особенностей ученика через определенные структуры данных и процедуры их обработки. Такие модели обычно включают в себя анализ уровня знаний ученика, его навыки и способы обработки информации, а также учитывают типичные ошибки, которые он совершает, его ограничения и неправильные выводы.

Модель ошибок представляет собой структуру, которая записывает ошибки, совершаемые учеником в процессе обучения или тестирования. Она обычно связана с текущим уровнем знаний ученика и создается до начала обучения как нормативный инструмент. В процессе обучения ученик демонстрирует предсказанные моделью ошибки, которые затем влияют на его личную модель ошибок.

Модель ограничений определяет диапазон учебных достижений ученика, устанавливая, как минимальные, так и максимальные значения для уровней его знаний и умений. В этой модели нижняя граница определяет наиболее специфичные проявления понимания или навыков, в то время как верхняя граница определяет более общие проявления.

Стереотипные модели предполагают разделение учеников на несколько типовых категорий в соответствии с определенными параметрами. Каждый ученик оценивается по вероятности принадлежности к разным категориям, после чего определяется основная категория на основе наивысшей вероятности. По сравнению с оверлейной моделью, стереотипные модели более просты, что облегчает их управление и использование.

2.1 Разработка модели обучающегося

В адаптивной системе дистанционного обучения критически важным фактором является способность системы взаимодействовать с пользователем. Значительное внимание следует уделить методам определения адаптации, таким как выбранный подход и структура обучения, а также переменным параметрам, изменяющимся в ходе образовательного процесса, таким как уровень готовности и эволюционирующие цели. Весь этот материал сохраняется в учебной системе, и создание такой модели играет ключевую роль в формировании эффективной системы адаптивного обучения.

Персональные атрибуты обучающегося, способы взаимодействия с системой и оценка уровня усвоения материала формируют модель обучения, непрерывно изменяющиеся в процессе работы системы. Процессы обработки этих данных нацелены на непрерывное обновление учебной модели.

Модель обучающегося должна содержать информацию о:

- образовательных целях,
- актуальном уровне знаний по курсу,
- предпочтениях в способах представления материала и выборе заданий для проверки знаний.

Модель обучающегося в адаптивной системе дистанционного образования (АСДО) динамически обновляется, обеспечивая наибольшую эффективность обучения. Система разработана по итеративному принципу, состоящему из нескольких этапов. В начале каждого из них устанавливаются

цели и создаётся план обучения. После завершения этапа анализируются достигнутые результаты, корректируются параметры модели обучающегося, и эта информация используется на последующих этапах.

Структура модели обучающегося включает как изменяющиеся, так и постоянные элементы, формируя комплексный и динамичный профиль учащегося. Этот профиль помогает более точно адаптировать учебные материалы под нужды каждого ученика. Эту модель можно увидеть на рисунке 9.

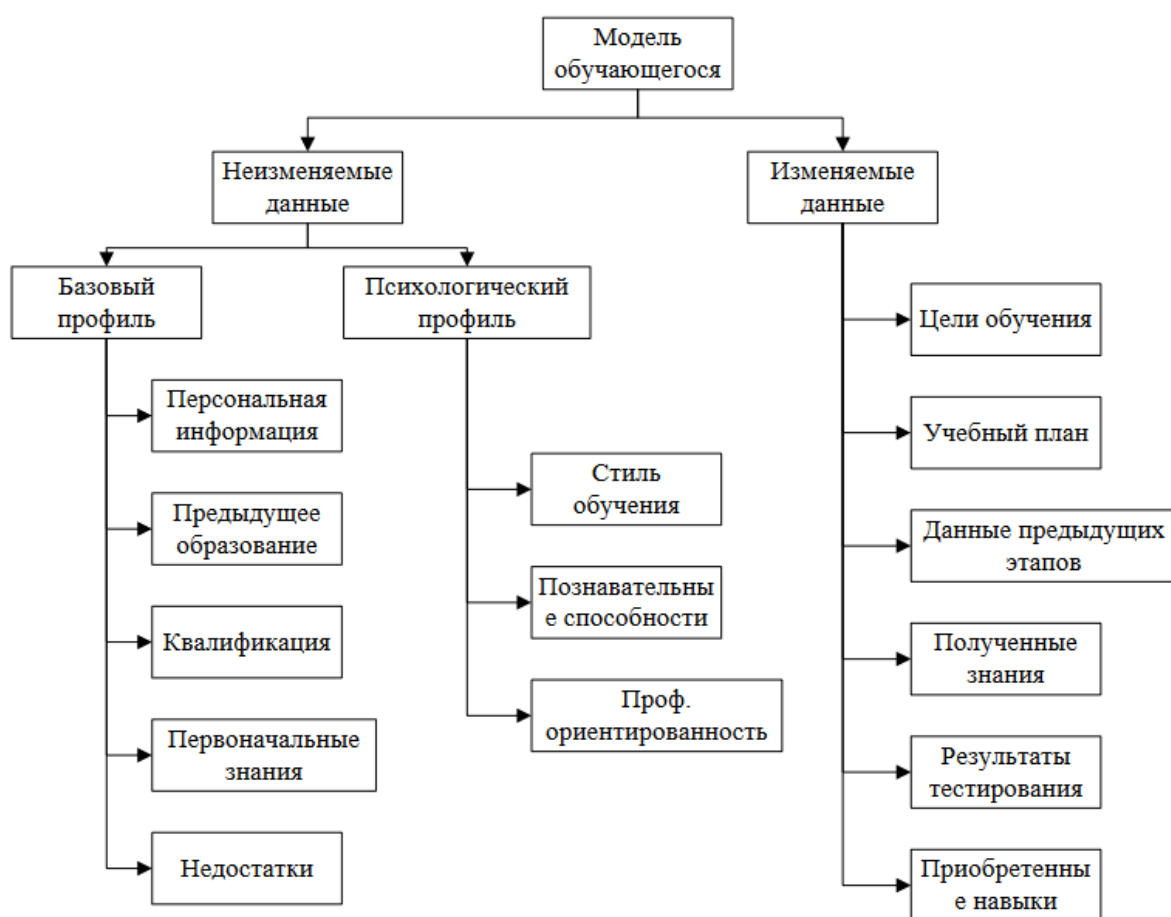


Рисунок 9 – Структура компонентов модели обучающегося

Одним из преимуществ этой модели является возможность сохранения всей необходимой информации для последующей адаптации и анализа.

2.2 Разработка алгоритма составления учебного плана

План обучения формируется поэтапно, включая разнообразные дисциплины, необходимые для достижения определенных навыков. Для анализа и принятия решений используется специализированная процедура, которая может быть представлена в виде экспертной системы на базе продукционных правил. Основная цель - развивать навыки, поэтому дисциплины и компетенции могут быть представлены как граф, где дисциплины (вариативная часть учебной программы) и компетенции составляют две части. Каждое соединение в графе показывает, насколько дисциплина важна для определенной компетенции. Планирование учебного плана сводится к определению, какие дисциплины нужно включить в учебный курс для наилучшего охвата навыков. Идеальный вариант - когда время, затраченное на изучение каждой дисциплины, минимально, все навыки полностью получены, и общее время обучения не превышает установленного предела.

Связи между различными предметами включают взаимозависимость знаний, необходимых для освоения каждого из них. Это означает, что учебный план должен учитывать не только содержание каждого конкретного предмета, но и базовые предметы, от которых он зависит. Такие взаимосвязи можно представить в виде графа, где каждый узел представляет собой отдельный предмет, а направленные связи показывают зависимость между ним. Пример зависимостей представлен на рисунке 10.

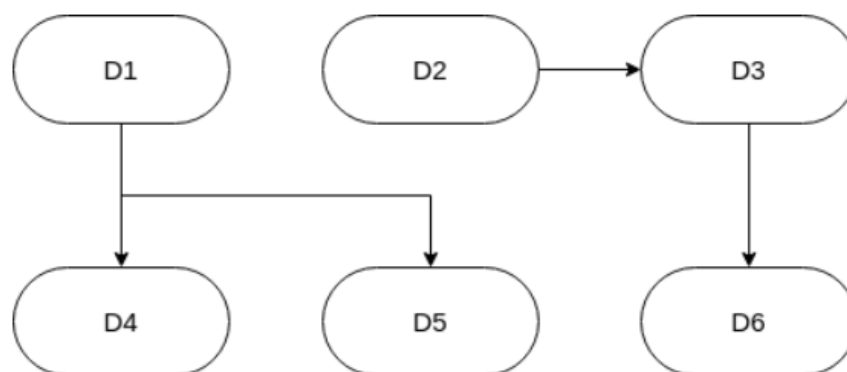


Рисунок 10 – Зависимость между дисциплинами

Этот граф демонстрирует следующие особенности:

- начало и завершение процесса обучения являются ключевыми точками на графе, обозначающими исход и конечную цель;
- в графе D_G отсутствуют циклы, так как ученик, проходя последовательность предметов, начиная с D , не может вернуться к исходному предмету;
- благодаря отсутствию циклов, граф D_G можно организовать иерархически или в виде уровней.

На верхнем уровне будет вымышленная начальная точка, а на нижнем – вымышленная конечная точка, символизирующая завершение обучения. Определение конечной точки происходит на основе анализа требуемых компетенций, которыми должен обладать ученик после завершения обучения.

Если выбрать D_1 как стартовую точку процесса обучения и D_9 в качестве завершения, то, согласно изображенному на рисунке 11, существует множество путей от начала до конца. Среди этого разнообразия маршрутов необходимо отобрать оптимальные для каждого обучающегося. Применение такого подхода способствует эффективной настройке учебного плана, основанного на иерархическом разделении предметов на уровни.

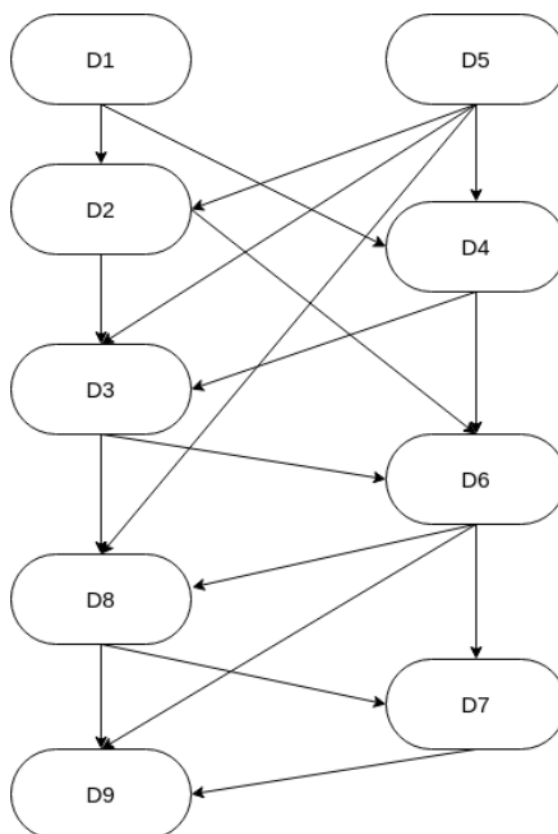


Рисунок 11 – Граф представленный иерархично

Однако необходимо учитывать, что ребенок мог ранее уже изучать некоторые предметы. Для составления учебного плана разработан следующий алгоритм, представленный на рисунке 12:

- определяем необходимые для обучения предметы;
- формируем матрицу эффективности;
- выделяем главный предмет;
- определяем связанные с ним дисциплины;
- проверяем, изучал ли обучающийся соответствующий предмет. Если не изучал, добавляем его в учебный план;
- включаем текущий предмет в план;
- оцениваем степень покрытия каждой компетенции;

- если не все дисциплины проверены, переходим к следующему предмету и повторяем с шага 4, иначе составление учебного плана становится невозможным;
- анализируем получившийся учебный план.

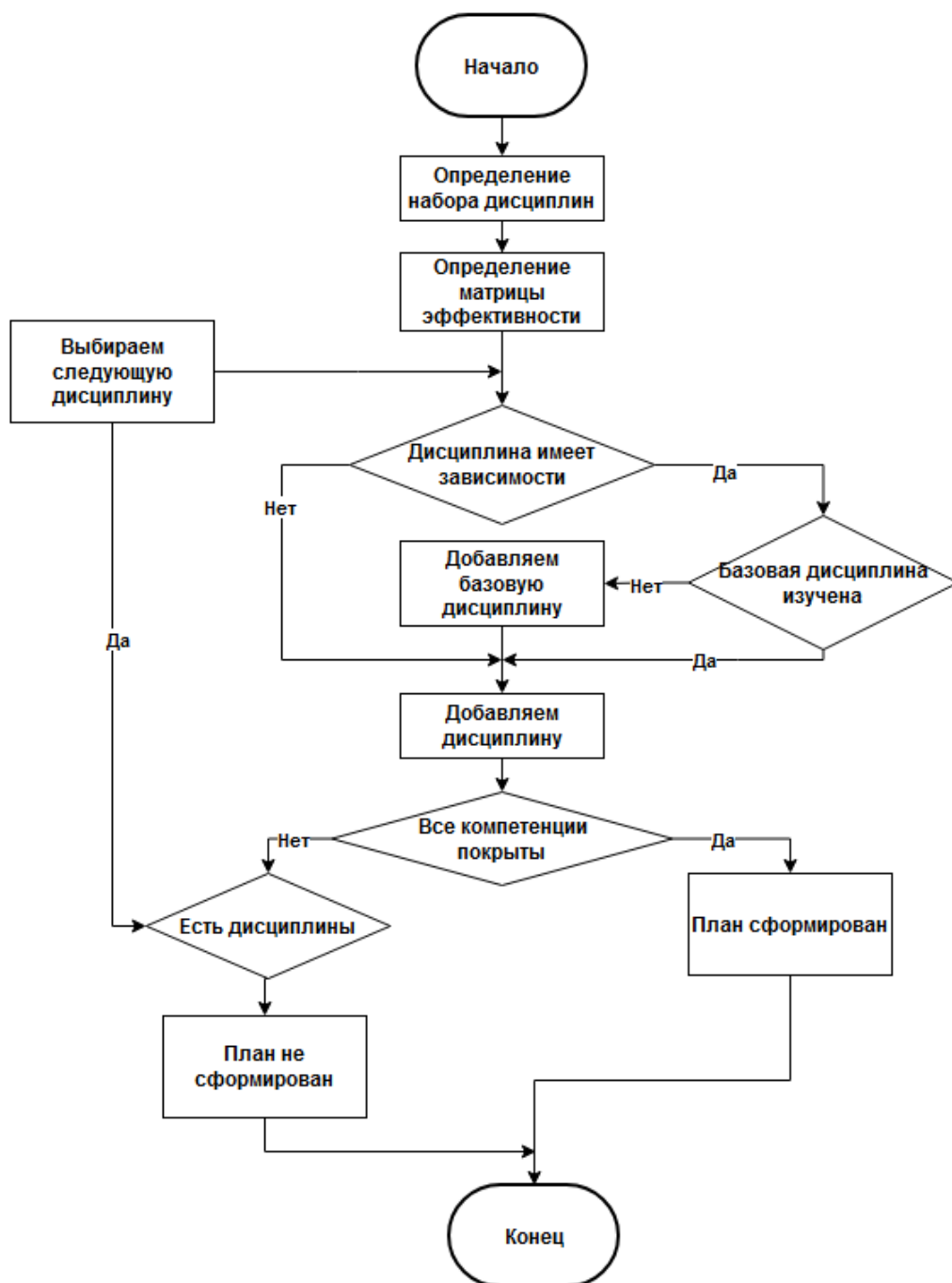


Рисунок 12 – Блок-схема алгоритма составления учебного плана

2.3 Структура адаптивного дополнительного образования

Разработка адаптивной обучающей платформы должна начинаться с её архитектурного проектирования. К данной системе есть множество требований, который уже были рассмотрены в предыдущей главе. В свете этих требований, создаваемая платформа должна быть описана с учетом системного подхода, который анализирует как входные, так и выходные данные, а также взаимодействие её компонентов в ходе обучения. На рисунке 13 представлена общая схема адаптивной дистанционной образовательной системы.

Теперь перейдем к более подробному рассмотрению основных компонентов этой системы.

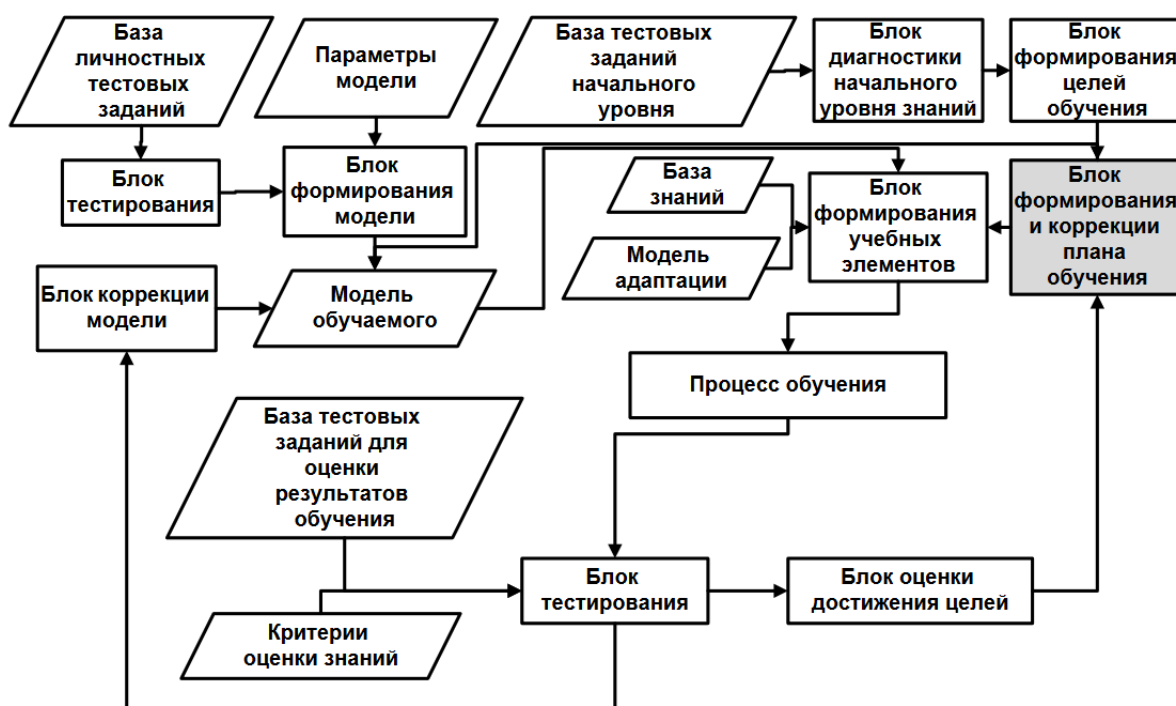


Рисунок 13 – Структура адаптивной системы дистанционного дополнительного образования

Модуль формирования профиля ученика. Этот компонент отвечает за создание и регулярное обновление профиля обучающегося. Создание профиля

осуществляется при регистрации нового пользователя, а его корректировка происходит после завершения каждого этапа обучения. В состав модуля входят следующие компоненты:

Профиль ученика – это набор характеристик ученика, который собирается и обновляется в ходе его взаимодействия с системой. Эти характеристики определяют уровень усвоения учебного материала и предпочтительные методы подачи информации. Профиль ученика динамически меняется в процессе обучения и является ключевым элементом, обеспечивающим персонализацию образовательного процесса. Более подробное описание профиля будет приведено в следующем разделе.

В коллекцию личностных тестов входят разнообразные задания, которые были созданы для определения уникальных черт каждого ученика и формирования его профиля. Психологически обоснованные проверочные процедуры помогают выявить предпочтения в методах передачи информации для каждого учащегося (включая визуальные, текстовые, диаграммные и другие), а также оптимальный объем материала для эффективного усвоения за одно занятие. Этапы тестирования устанавливают начальные параметры профиля обучающегося, необходимые для индивидуализации учебного материала, и будут адаптироваться в процессе обучения в зависимости от прогресса.

Основой модели является собрание разнообразных характеристик ученика, которые составляют базу параметров, формирующих его учебный профиль, которые могут использоваться для персонализации учебного контента. Среди этих характеристик отбираются те, которые наилучшим образом соответствуют индивидуальным потребностям каждого ученика.

Блок тестирования призван выявить индивидуальные особенности учащегося с целью создания его психологического профиля и определения параметров, необходимых для персонализации учебного контента. Этот этап включает задания, взятые из базы личностных тестов, о которой упоминалось ранее.

Элемент индивидуализации в обучающей модели направлен на создание уникального профиля каждого ученика. Результаты тестирования из базы параметров модели используются для адаптации соответствующих характеристик и настройки их значений по ходу обучения. В начале учебного процесса модель может быть не совершенной, но по мере настройки параметров в ходе обучения достигается точная адаптация учебного материала.

Процесс корректировки модели предназначен для обновления параметров адаптации обучающегося после проведения итогового тестирования. Материалы, которые были предоставлены ученику, имеют свойство изменяться в зависимости от параметров модели, которые были сформированы на основе первоначального тестирования. Все не так просто с начальными тестами. Они не всегда могут точно сфокусировать те вещи, что нужно настроить (какой формат материалов им в приоритете). А вот тесты, что проводятся в процессе обучения, уже дают понять, что нужно подправить в этой модели.

Планирование учебного процесса направлено на определение образовательных целей и разработку учебных компонентов. Этот этап критически важен, потому что для успешного обучения необходимо составить учебный план, который учитывает предпочтения ученика, его возраст и отвечает современным требованиям рынка труда. Это способствует улучшению будущей конкурентоспособности учащихся.

В начальной тестовой базе содержатся задания, призванные оценить текущий уровень знаний ученика. Иногда начальная оценка знаний необязательна, особенно если учащийся приступает к изучению новой темы без предварительной подготовки. Тем не менее иногда этот шаг необходим для исключения уже освоенного материала из учебного плана, что способствует оптимизации процесса обучения.

Каждый этап учебной программы выстроен таким образом, чтобы определить конечные цели обучения, которые необходимо достичь. При этом

анализируются знания, которыми уже обладает обучающийся в каждом отдельном разделе учебного курса. На данном этапе знания можно разделить на несколько нечетких категорий, таких как "высокие", "хорошие" и другие. Эти категории помогают определить, где стоит сделать акцент при изучении каждого раздела. Если у ученика хорошее понимание какой-либо темы, то для нее потребуется меньше времени на изучение. Напротив, те разделы, где знания отсутствуют, требуют более детального изучения.

Для организации последовательности действий в индивидуальном обучении необходимо составление плана обучения. Он определяет порядок изучения учебных разделов в соответствии с поставленными обучающими целями и их приоритетами. Затем создаются учебные блоки, представляющие собой различные сегменты учебного материала, доступные для изучения обучающемуся. Учебный компонент обычно определяется как часть учебного материала, охватывающая конкретный аспект учебной дисциплины и доступная для освоения за одно занятие, учитывая его объем и сложность. Например, учебный блок может содержать текст длиной от 12 до 15 тысяч символов, с учетом уменьшения размера при наличии формул, графиков или таблиц.

Глубже изучим два инструмента, которые применяются для создания учебных элементов:

База знаний – это система хранения данных, специально созданная для организации и управления информацией и метаданными. Весьма обширные знания включают не только факты, но и методы поиска, вывода и анализа данных. Подчеркнув важность адаптивной образовательной системы, можно отметить, что фактический контент представляет собой материал для обучения, в то время как метаданные - это характеристики содержания, которые применяются для индивидуализации учебного процесса и создания образовательных элементов.

Модель адаптации — это математическое описание процесса взаимодействия адаптивной системы с набором знаний в процессе обучения,

учитывая характеристики обучающегося и параметры самой модели. Важно отметить, что данная модель учитывает индивидуальные особенности ученика и определяет методы отбора учебного материала, который адаптирован под конкретного обучающегося. Кроме того, она описывает процесс внесения корректив в образовательную модель по ходу учебы. В зависимости от того, как реализована база данных, модель адаптации применяет различные алгоритмы. В случае, если семантические сети служат основой для базы данных, модель адаптации может воспользоваться алгоритмами, связанными с теорией графов.

Обучающимся предоставляются образовательные ресурсы, созданные из различных элементов системы обучения.

Механизм оценки успеваемости не только контролирует качество усвоения материала, но и проверяет его соответствие поставленным образовательным целям.

По окончании учебного курса необходимо произвести анализ усвоенных знаний, удостовериться в достижении поставленных целей, внести корректировки в учебный процесс при необходимости и спланировать дальнейшие шаги обучения. Система проверки успеваемости опирается на набор заданий, который предназначен для оценки усвоенного материала в процессе обучения. Проверочные задания могут быть адаптированы, чтобы соответствовать предпочтениям учащегося, включая выбор типа вопросов (открытые, закрытые, сопоставительные и другие), указанный в плане обучения.

В тестовой части, ученику предоставляются конкретные задания для выполнения. По окончании проверки, в процессе корректировки задач, будет осуществлен пересмотр уровня трудности каждой из них. Завершение процесса тестирования также формирует базу для внесения изменений в модель обучения.

Во время проверки достижения целей оценивается, действительно ли были достигнуты цели, которые были установлены в начале обучения. Когда

обучающийся достигает уровня «отлично» или «хорошо» в определенном разделе, это указывает на успешное усвоение материала. В противном случае цели обучения в данном разделе не считаются достигнутыми.

Исходя из анализа достижения поставленных целей, система определяет последующие действия. При достижении всех намеченных целей считается, что процесс обучения окончен. В случае несоблюдения поставленных целей, система автоматически переключается на процесс формирования новых задач, идентифицируя области, требующие дополнительного внимания и изучения.

Помимо рассмотрения компоновки, важно представить и функциональную модель разрабатываемой адаптивной системы. Этот шаблон описывает поток операций, которые выполняются в системе. В рамках методики IDEF0 функционального моделирования и соответствующей графической нотации каждой операции присваивается:

- входные информационные потоки,
- результаты, выходящие из системы,
- соответствие принятым нормам и стандартам,
- материальные и информационные ресурсы используемые в процессах системы.

Функциональная модель представлена на рисунке 14.

В контексте работы адаптивной системы, стандарты и нормы играют важную роль, определяя качество и эффективность ее функционирования. Ниже представлены несколько примеров того, как они могут проявляться.

Образовательные стандарты — это набор требований и ожиданий, определяющих содержание и уровень образования, который должен получить учащийся. Эти стандарты помогают определить цели и задачи обучения, а также обеспечивают стандартизацию процесса обучения для достижения определенного уровня знаний и навыков;

Требования рынка труда — это ожидания и потребности работодателей по отношению к квалификации и компетенциям работников. Адаптивная система должна учитывать эти требования, чтобы гарантировать, что

выпускники обладают необходимыми навыками и знаниями для успешного трудоустройства и профессионального развития;

Нормы работы систем дистанционного обучения определяют правила и процедуры, которые регулируют их деятельность. Эти нормы могут касаться различных аспектов, таких как качество образовательного контента, техническая поддержка пользователей, организация учебного процесса и многое другое. Соблюдение этих норм помогает обеспечить эффективное и продуктивное функционирование системы дистанционного обучения.

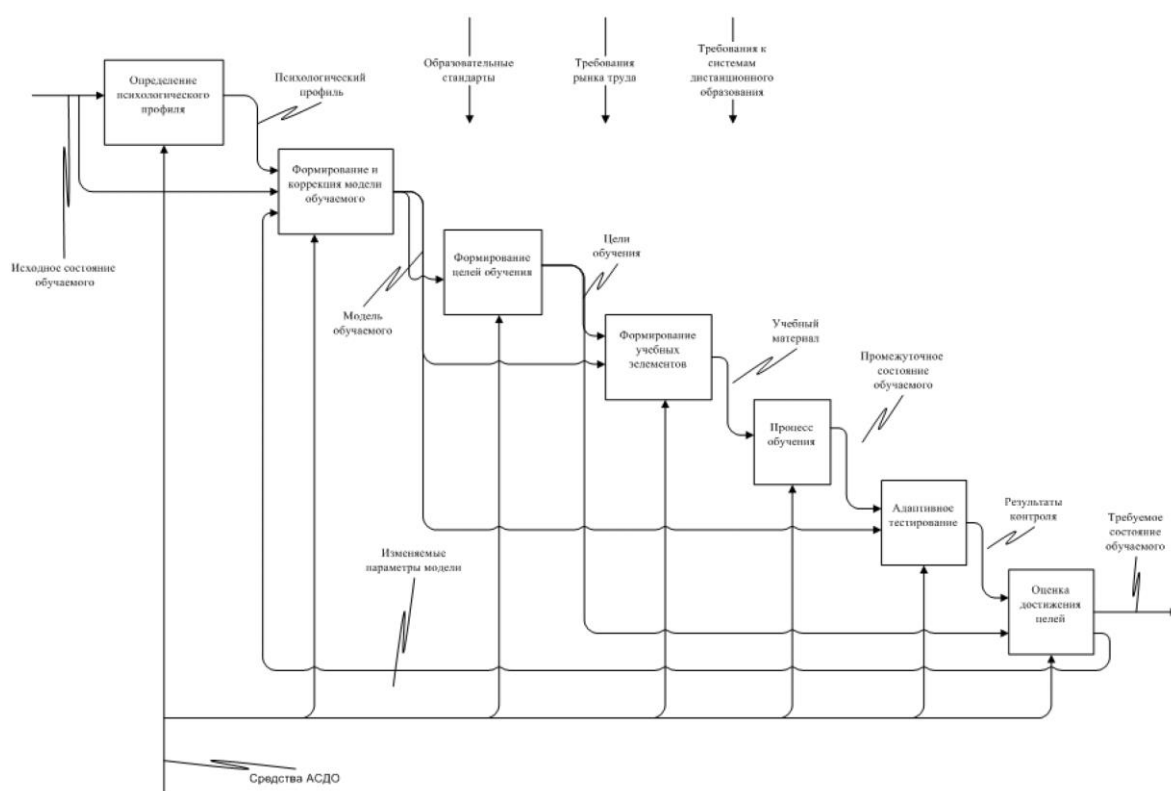


Рисунок 14 – Функциональная модель адаптивной системы IDEF0

2.4 Адаптация по времени обучения

Характерной особенностью автоматизированных обучающих систем (АОС) является индивидуализированный подход к обучению, учитывающий индивидуальные потребности и особенности любого обучающегося.

Ключевым компонентом повышения эффективности образовательного процесса является приспособление к индивидуальным временным рамкам обучения. Любой участник имеет возможность не только участвовать в разработке первоначального учебного плана, но и вносить изменения в него по мере необходимости. Это позволяет обеспечить гибкость учебного процесса и лучше соответствовать индивидуальным целям и ритму обучения каждого учащегося. Более того, такая адаптивность помогает избежать перегрузок и стрессовых ситуаций, позволяя учащимся учиться в комфортном для них темпе, что способствует более глубокому усвоению материала и повышению мотивации к обучению.

Сетевое планирование – при организации учебного процесса значительно выигрывает от использования этого важного инструмента, который позволяет рационально планировать расписание занятий, эффективно распределять ресурсы преподавателей и аудиторий, а также оптимизировать временные рамки для различных дисциплин. При создании автоматизированной обучающей платформы сетевое планирование активно применяется для оперативного корректирования учебных программ в ходе образовательного процесса. Использование данного метода обеспечивает гибкость не только на этапе планирования, но и во время самого образовательного процесса, позволяя адаптироваться на основе текущих достижений и меняющихся потребностей обучающихся. Подобная адаптивность учебного расписания дает возможность мгновенно реагировать на любые перемены и сохранять высокий уровень качества образовательного процесса.

Важность связи между учебными предметами заключается в том, что для освоения определенных дисциплин требуется знание других предметов. При планировании учебного процесса следует учитывать последовательность изучения предметов, время, требуемое для освоения каждого из них, и общее количество времени, отведенное на обучение. Это важно для учета взаимосвязей между дисциплинами и обеспечения эффективности

образовательного процесса. С целью эффективного контроля над данным процессом используются методы сетевого планирования, что обеспечивает управление различными задачами с учетом временных зависимостей между ними. Для эффективной организации учебного процесса часто используется представление учебного плана в виде сетевой модели или графика. В такой модели каждая учебная дисциплина представлена своим узлом, а временные промежутки между ними - ребрами. Это позволяет наглядно отобразить последовательность изучения дисциплин и определить продолжительность каждой из них.

При индивидуальном обучении особенности сетевого графика учебного плана выглядят иначе.

- в учебном процессе есть отправная точка - начальная вершина, с которой начинается обучение, и которая определяет начало всего образовательного пути;
- в учебном процессе имеется конечная точка - конечная вершина, отражающая итоговую оценку знаний и завершение всех обучающих мероприятий, подтверждая достигнутые результаты;
- возвращение к ситуации, когда определенную дисциплину и последующие после нее необходимо изучать снова, предотвращается сетевым графиком, который является графом без контуров. Это помогает избежать повторения учебных этапов и оптимизирует путь образования;

Если принять, что продолжительность изучения дисциплины можно оценить приблизительно, то логичным будет установить вес дуги соответствующим образом.

- T_{\min} – обозначающее минимально необходимое время для изучения определенной дисциплины;
- T_{\max} – обозначающее максимально возможное время, отведенное на изучение определенной дисциплины;

- T_p – представляющее собой наиболее вероятное время, используемое в расчетах сетевого графика.

В контексте оптимизации учебного процесса, выбор между детерминированными и вероятностными моделями зависит от специфики задачи и степени неопределенности в определении времени. Использование нечетких или вероятностных сетевых моделей предоставляет возможность более гибкого и адаптивного планирования, что особенно важно при учете различных факторов, влияющих на ход обучения.

В контексте разработки данной системы, пользователь имеет возможность самостоятельно определять приоритетные курсы и выделять им больше времени для изучения, в то время как время, затрачиваемое на другие курсы, может быть сокращено. Важно учитывать, что выбранный параметр T_p должен находиться в заданных пределах от T_{\min} до T_{\max} , чтобы обеспечить эффективное функционирование системы.

На начальном этапе сетевого планирования требуется построить сетевую диаграмму, используя информацию о дисциплинах, выделенную на предшествующем этапе. Данный графический образ будет использован в качестве отправной точки для последующего планирования и внесения корректировок в учебный процесс, что обеспечит максимальную подготовленность и эффективность. Образец графа демонстрируется на рисунке 15.

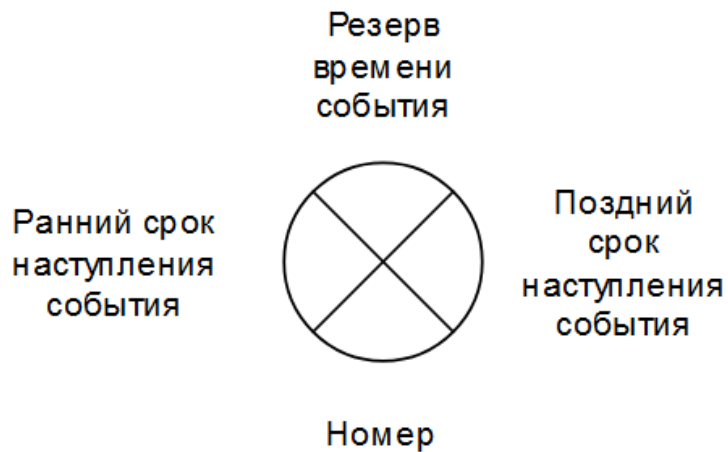


Рисунок 15 – Обозначения вершин сетевого графа

Рассмотрим сетевую диаграмму, которая представлена на рисунке 16 в качестве примера.

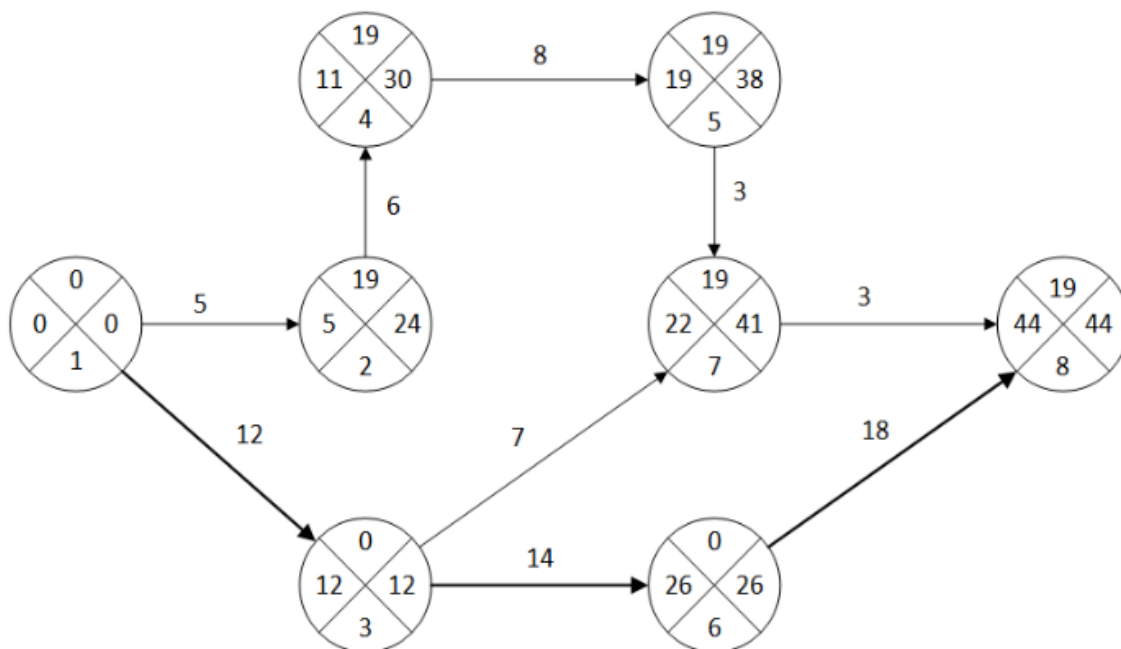


Рисунок 16 – Блок-схема алгоритма составления учебного плана

Любая связь между дисциплинами в сетевой диаграмме отображает количество учебных дней, необходимых для завершения каждой из них. Эта информация позволяет точно планировать временные затраты на каждую дисциплину и учитывать возможные перекрытия в расписании, что особенно важно для комплексных образовательных курсов. Учебные дисциплины, собранные в комплекс работ, составляют ряд задач, которые требуется выполнить в процессе обучения. Этот последовательный набор учитывает как логическую, так и хронологическую организацию образовательного процесса, обеспечивая последовательное и систематическое освоение материала.

Каждая точка соединения в сетевой диаграмме представляет собой событие, обозначающее начало или завершение определенной работы, или группы работ. Эти точки являются ключевыми контрольными точками, позволяющими отслеживать прогресс учащегося и своевременно корректировать учебный план при необходимости. Поскольку сетевая диаграмма является ациклическим графом, она может быть структурирована в виде уровней, что позволяет ее рассматривать как иерархию, обладающую определенными свойствами.

На самом верхнем уровне иерархии находятся вершины, которые отмечают начало учебного пути. Это может быть, как отдельный предмет, обеспечивающий базовые знания для дальнейшего изучения, так и группа предметов, формирующих фундаментальные знания и навыки.

На вершине иерархической структуры расположены точки, из которых исходят стрелки, направленные лишь к точкам на более низких уровнях, устанавливая порядок изучения различных предметов. Такой подход обеспечивает ясное выявление связей как по логике, так и по времени между учебными предметами.

В учебном процессе каждый уровень иерархии может являться отдельным этапом, содержащим оценочные моменты или точки контроля прогресса. Это структурирует обучение поэтапно, учитывая промежуточные достижения и возможность корректировок.

Различные маршруты в иерархической структуре могут соединять вершины наивысшего уровня с узлами на нижнем уровне, что обеспечивает установление последовательностей изучения определенного набора предметов. Подстраиваясь под индивидуальные требования пользователей, это увеличивает гибкость учебного графика и способность его модификации в соответствии с их конкретными потребностями.

К срокам можно отнести следующие параметры:

- наименьший возможный момент начала события, устанавливающий ранний срок, при условии завершения всех предшествующих задач;
- раннее окончание всей сети, указывающее на критическое время, определяет минимальное время, необходимое для завершения всех дисциплин в учебном плане;
- самый поздний момент начала события определяет поздний срок, который не влияет на общее время выполнения всех дисциплин, то есть критическое время;
- временной запас, который указывает на дополнительное время, доступное для освоения дисциплины, не повышая общее (критическое) время;
- наличие дополнительного времени, которое позволяет увеличить период изучения предмета, не изменяя ранний срок перехода к следующему предмету.

Самый длинный путь от начального события к завершающему определяет критическое время завершения проекта, называемое критическим путем. Критическими считаются дуги и вершины, которые составляют этот маршрут.

Этот метод планирования учебного процесса обеспечивает возможность определить текущие учебные предметы и своевременно анализировать резервы времени, что позволяет гибко регулировать продолжительность изучения каждой дисциплины, не оказывая влияния на общее затраченное время на обучение. По предшествующим замечаниям, курсы, расположенные

на критической траектории, лишены возможности для выделения временного запаса. Следовательно, если возникают задержки в изучении этих дисциплин, это приведет к увеличению общего времени, необходимого для завершения учебного плана. Вопреки этому, возможно сократить время, потраченное на изучение каждой отдельной дисциплины, чтобы компенсировать дополнительные временные затраты.

В данном случае, использование сетевого планирования для формирования учебного плана гарантирует максимальную индивидуализацию обучения в соответствии с потребностями каждого ребенка. Это достигается путем создания уникального учебного плана, адаптированного под каждого обучающегося. Модифицируемые временные критерии обеспечивают возможность внесения изменений в учебный график без увеличения общего промежутка обучения. Такая характеристика предложенного метода дает возможность образовательной системе взаимодействовать с обучающимися в реальном времени и соответствовать их потребностям.

В данном разделе была разработана структура модели обучающегося, алгоритм составления учебного плана под каждого обучающегося. Выявлена проблема того, что у ученика могут уже частично быть знания по дисциплине, и создан алгоритм, который исключает данную проблему. Также представлен граф, на основе которого будет строиться расписание ученика.

3 Реализация адаптивной модели обучаемого

Разработка адаптивной модели обучения требует комплексного подхода, включающего не только технические, но и методологические аспекты. Важно правильно спроектировать функциональную модель предметной области, учесть различные сценарии взаимодействия пользователей с системой и обеспечить высокую степень защиты данных. В данной работе рассматривается создание такой модели для системы дополнительного образования, которая будет отвечать всем современным требованиям и стандартам.

Одним из основных инструментов для разработки функциональной модели является унифицированный язык моделирования (UML). С помощью диаграмм вариантов использования можно четко определить роли пользователей, их взаимодействие с системой, а также основные процессы, происходящие в образовательной системе. Это позволяет создать структуру, которая будет легко масштабироваться и адаптироваться под различные образовательные программы.

3.1 Разработка функциональной модели предметной области

Для создания модели адаптивной системы обучения в дополнительном образовании была использована диаграмма вариантов использования, входящая в состав унифицированного языка моделирования (UML). Диаграммы UML помогают четко определить требования к системе и визуализировать взаимодействия между различными элементами системы.

Рисунок 17 демонстрирует основные элементы обобщенной модели предметной области образовательной системы.



Рисунок 17 - Обобщенная модель адаптивного обучения в ДО

Как понятно по рисунку, на нем отображены 2 участника процесса, пользователь и администратор.

Пользователь - лицо, которое имеет доступ к адаптивной системе обучения. Основной задачей обычного пользователя является процесс обучения. Пользователь может просматривать доступные курсы, записываться на них, проходить материалы, выполнять задания и тесты.

Администратор - пользователь, у которого есть тот же функционал, который доступен и обычному пользователю, но он имеет доступ к специальным возможностям, таким как создание и настройка курсов. Важным фактом является то, что администратор наследует функции обычного пользователя. Администратор может создавать новые курсы, редактировать существующие, управлять контентом и следить за прогрессом учащихся.

Пользователь может:

- просматривать список доступных курсов и их описание,
- записываться на интересующие курсы,
- проходить обучение по материалам курсов, выполнять задания и тесты,
- следить за своим прогрессом и получать обратную связь от системы.

Администратор может:

- администратор имеет все права пользователя и дополнительные возможности;

- создание новых курсов с нуля или на основе шаблонов;
- редактирование и удаление курсов;
- настройка содержания курсов, добавление лекций, заданий, тестов и других учебных материалов;
- управление пользователями, назначение ролей и прав доступа;
- мониторинг активности пользователей и анализ успеваемости.

Таким образом, основной задачей обычного пользователя является процесс обучения. У администратора - создание и настройка учебных курсов.

На рисунке 18 представлена модель обучения в более детализированной форме.

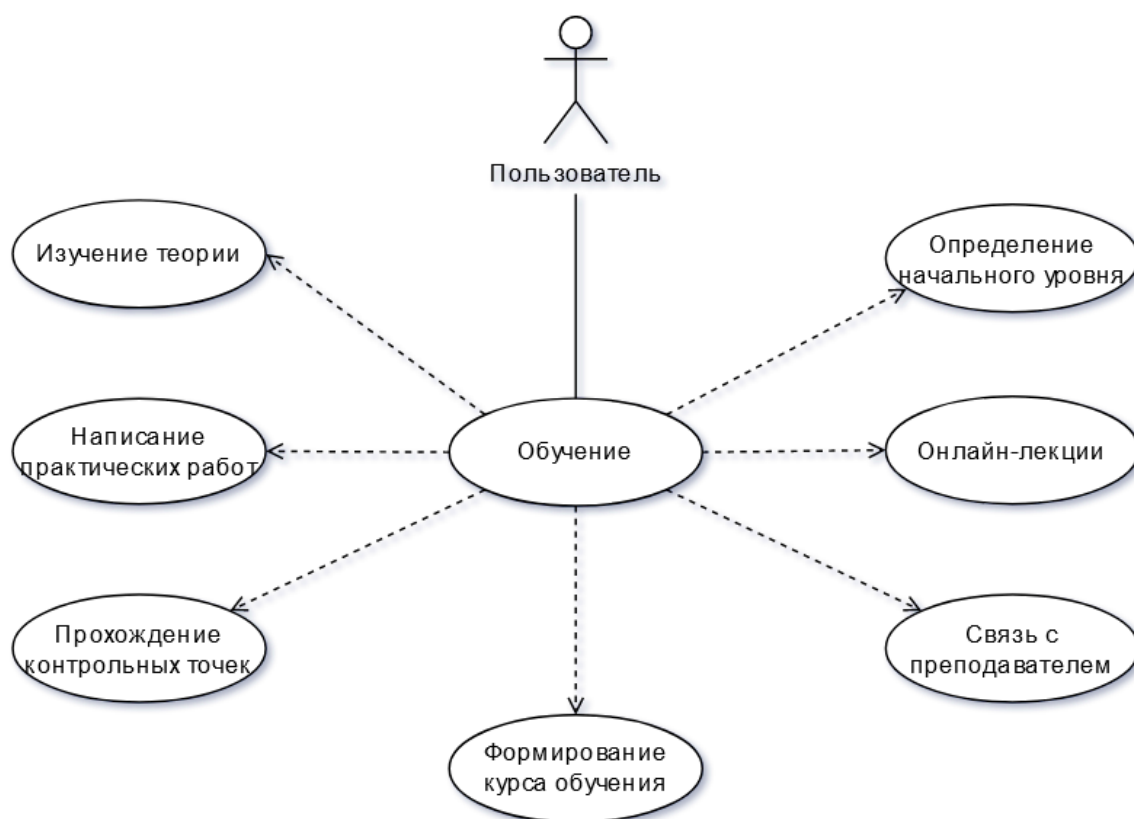


Рисунок 18 - Модель детализации функции «Обучение»

По рисунку 2, можно увидеть, что функция “Обучение” состоит из следующих элементов:

- формирование курса обучения: пользователь сам может составить свой курс обучения, базируясь на начальном уровне и личных предпочтениях.
- определение начального уровня: определяет начальный уровень подготовки пользователя. Обучающемуся дают возможность пройти тестирование, чтобы понять уровень подготовки, для дальнейшего построения учебной программы с применением сетевых графов;
- ознакомление с теоретической частью: Обучающемуся предоставляется доступ на весь теоретический контент по выбранному курсу. Информация о курсе организована иерархически и автоматически адаптируется под предпочтения пользователя;
- онлайн-лекции: дает возможность пользователю участвовать в онлайн лекциях, которые проводятся через сервисы с функцией стриминга;
- связь с преподавателем: возможность онлайн консультации с преподавателем путем голосовых/видеозвонков, либо посредством переписки;
- написание практических работ: написание практических работ и мгновенное получение ответа на них от программы, через обратную связь;
- прохождение контрольной точки: пользователю предоставляется возможность пройти тестирование, по итогам которого определиться, пройден ли курс или требуется заполнить упущенные пробелы.

Детализированная модель функции “Администрирование курса”, показана на рисунке 19.

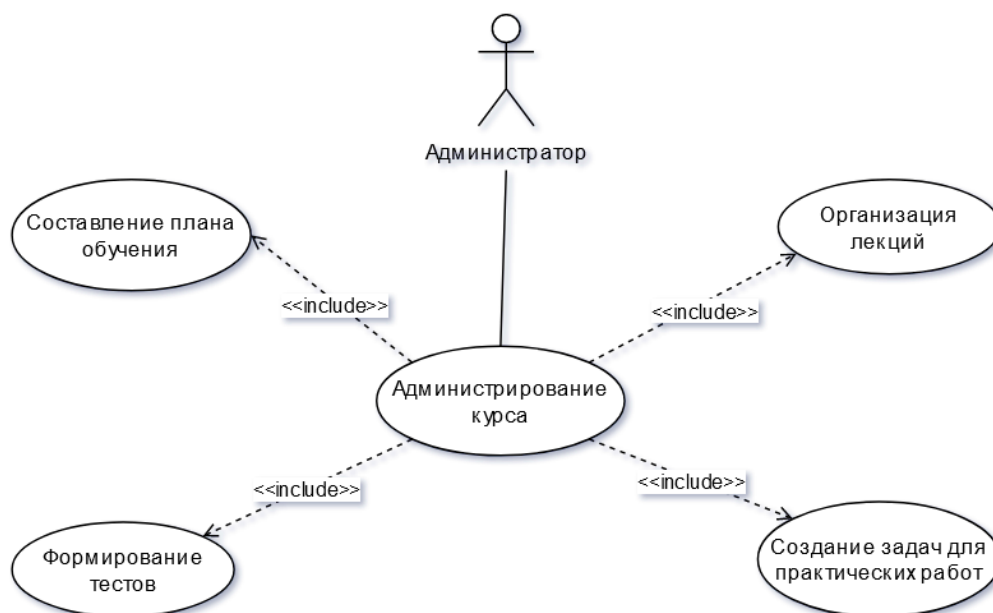


Рисунок 19 – Детализированная модель функции “Администрирование курса”

На данной модели видно, что функция “Администрирование курса” состоит из следующего:

- составление плана обучения: данная функция служит для создания учебного плана, установки временных рамок и формирования иерархии связанных курсов;
- формирование тестов: позволяет администратору создавать тесты, которые будет проходить обучаемый. Вопросы в тестировании бывают как сформулированные, так и те, на которые нельзя ответить развернуто;
- создание задач для практических работ: возможность создавать практические работы и устанавливать необходимые требования к ним;
- организация онлайн уроков: позволяет администратору планировать время проведения мероприятий и автоматически уведомлять всех пользователей, которые находятся на данном курсе обучения.

Данная система должна быть разбита на модули также по причине масштабируемости и перспективах развития системы. Планирование развития системы включает в себя не только технические улучшения, но и расширение функциональных возможностей, соответствующих современным образовательным тенденциям и потребностям пользователей. Разделение системы на модули является важным аспектом проектирования масштабируемой и легко поддерживаемой системы. Вот несколько причин, почему для создания адаптивного обучения необходима модульная архитектура.

Упрощение разработки и тестирования: Разделение системы на модули позволяет разработчикам работать над различными частями системы независимо друг от друга. Это упрощает процесс разработки и тестирования, так как каждый модуль можно разрабатывать, тестировать и отлаживать отдельно, не влияя на другие части системы.

Гибкость и расширяемость: Модульная архитектура облегчает добавление новых функциональных возможностей. Если требуется добавить новый функционал или улучшить существующий, это можно сделать путем разработки нового модуля или обновления существующего, без необходимости изменения всей системы.

Поддержка и обновление: Модульная система проще в поддержке и обновлении. Обновления или исправления можно применять только к конкретным модулям, что снижает риск внесения ошибок в другие части системы и уменьшает время простоя.

Повторное использование кода: Модульная архитектура позволяет повторно использовать модули в разных частях системы или даже в других проектах. Это экономит время и ресурсы, так как один и тот же модуль можно использовать для решения различных задач.

Изоляция и управление зависимостями: Модули могут быть изолированы друг от друга, что позволяет лучше управлять зависимостями и взаимодействиями между ними. Это также снижает сложность системы и

уменьшает риск возникновения ошибок, связанных с непредвиденными взаимодействиями между компонентами.

Масштабируемость и производительность: Разделение на модули позволяет масштабировать систему более эффективно. Отдельные модули могут быть развернуты на разных серверах или контейнерах, что позволяет распределять нагрузку и улучшать производительность системы в целом.

3.2 Разработка архитектуры программного средства

Как уже упоминалось ранее, разрабатываемая система не нуждается в разработке персонального ПО на устройстве обучающегося. Вся информация передается с устройства пользователя, на сервер, где находится адаптивная система и происходит обработка всех данных. Основываясь на этом, в нашем случае лучше всего подходит клиент-серверная архитектура, с полным разделением клиентской части от серверной.

Далее приведены основные преимущества такой архитектуры, но уже с со стороны создания программного обеспечения:

- нет повторения кода программы-сервера программами-клиентами, все вычисления и логика выполнения операций сосредоточены на сервере, что упрощает обновление и поддержание системы;
- минимальные требования к техническому обеспечению пользователя, т.к. все вычисления происходят на удаленном сервере, пользователю не требуется мощное оборудование, все сложные вычисления производятся на выделенном под эту задачу сервере;
- надежный уровень защиты сервера, где происходит хранение всех данных, благодаря более простому контролю прав доступа, т.к. доступ к данным есть только у разрешенных клиентов, и только к тем данным, которые нужны для работы системы;

- возможность объединить клиентов с разным техническим и программным обеспечением, они могут присоединиться к серверу с различных устройств и операционных систем;
- сокращение трафика сети за счет передачи небольших порций, данных между сервером и клиентом.

Среди недостатков такой архитектуры можно выделить следующие аспекты:

- отказ сервера может привести к простоя всей системы, под отказом сервера понимается, либо его недостаточная производительность для обслуживания всех обучающихся, либо отключение сервера из-за ремонта или профилактики;
- для поддержания работы такой системы требуется наличие в штате сотрудников отдельного системного администратора, который будет следить за состоянием сервера и своевременно устранять возникающие проблемы;
- для того, чтобы сервер справился с поставленной ему нагрузкой, ему необходимо мощное оборудование, которое обладает довольно высокой стоимостью.

На рисунке 20 представлена структура программного продукта.

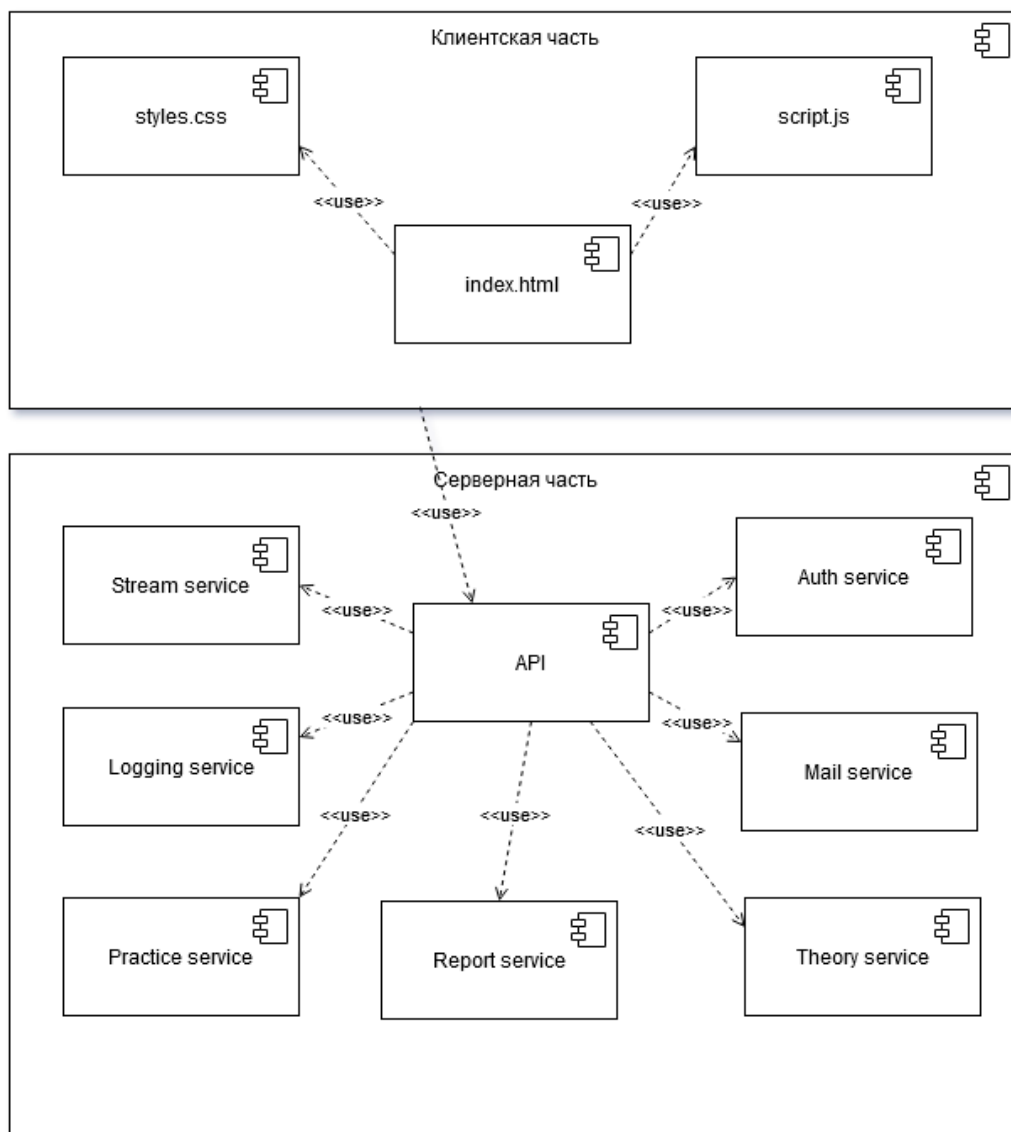


Рисунок 20 – Архитектура программного обеспечения

На рисунке 4 представлена архитектура клиентской части, она очень проста и состоит только из страниц HTML, стилей CSS и сценариев поведения на JavaScript.

Большой интерес представляет серверная часть, в которой реализовано API для предоставления доступа к разным модулям обучения, отправки и принятия всех запросов на предоставление данных, а также обработки полученной информации.

Описание серверной части:

Серверная часть системы является более сложной и важной составляющей. На сервере, где будет расположена система будет находиться API, при помощи которого можно получить доступ к функциям обучения. Через API также производится обработка всех запросов учеников и управляет всеми данными системы. Сервер также служит для хранения всех данных и всех операций, которые связаны с адаптивной системой, включая вычисление. Основные технологии, используемые для разработки серверной части, включают Node.js для создания API, а также реляционные базы данных для хранения информации.

Примеры использования системы:

Представим несколько сценариев использования системы. Учащийся заходит в систему через веб-браузер, выбирает необходимый курс и начинает обучение. Все действия учащегося, такие как выполнение заданий и прохождение тестов, обрабатываются на сервере, и результаты сохраняются в базе данных. Преподаватель, в свою очередь, может отслеживать прогресс учащихся, добавлять новые материалы и задания, а также проводить онлайн-занятия.

Преимущества для различных категорий пользователей

Для учащихся: Доступ к учебным материалам из любой точки мира, удобный интерфейс и возможность обучения в любое время.

Для преподавателей: Инструменты для создания и управления учебными курсами, мониторинг успеваемости учащихся.

Для администраторов: Простота управления системой, централизованное хранение данных и возможность масштабирования.

Безопасность и защита данных

Для обеспечения безопасности и защиты данных в системе используются современные методы шифрования, а также механизмы аутентификации и авторизации пользователей. Серверная часть защищена от внешних угроз с помощью брандмауэров и антивирусного ПО, а регулярные

резервные копии данных позволяют быстро восстановить систему в случае сбоев.

Перспективы развития и масштабируемость

Система разрабатывается с учетом возможности дальнейшего расширения и добавления новых функций. Масштабируемая архитектура позволяет легко увеличивать производительность сервера и добавлять новые модули обучения по мере необходимости. В будущем планируется внедрение функций адаптивного обучения, интеграция с внешними образовательными платформами и использование технологий искусственного интеллекта для персонализации учебного процесса.

3.3 Разработка базы данных программного средства

Правильная разработка базы данных и ее структуры, играет важную роль в правильном функционировании системы адаптивного обучения, а также влияет на качество обучения модели, скорость работы и обеспечение безопасности данных. В качестве основной базы данных для системы была выбрана MySQL, которая имеет огромный ряд преимуществ.

«MySQL - это открытая реляционная система управления базами данных (СУБД), которая позволяет хранить, организовывать и управлять данными. Она является одной из самых популярных СУБД в мире и широко используется веб-разработчиками, предприятиями и сообществом open source» [10]. MySQL написана на языке программирования C и C++. Использование этих языков обеспечивает высокую производительность и эффективность работы СУБД. Также это дает возможность запуска MySQL на различных операционных системах и аппаратных платформах. Для данной СУБД присущи следующие возможности:

- СУБД имеет реляционную модель данных, данные организуются в виде таблиц, таблица же представляет собой набор строк и столбцов, определенной схемой базы данных;

- MySQL использует структурированный язык запросов SQL для выполнения всех операций;
- поддержка одновременного обращения от нескольких пользователей (ограничение выставляется в конфигурационных файлах);
- обеспечение ACID-свойства для транзакций, что обеспечивает надежность и целостность данных, даже при сбоях и ошибках;
- MySQL также обеспечивает поддержку различных типов индексов, включая полнотекстовые индексы, что ускоряет выполнение сложных поисковых запросов и улучшает производительность системы. Это особенно важно для образовательных платформ, где требуется быстрый доступ к большому объему данных;
- возможность масштабировать сервер, как вертикально (путем добавления ресурсов к одному серверу), так и горизонтально (путем добавления новых серверов). Это обеспечивает возможность увеличения производительности для обработки больших объемов данных, при увеличении роста нагрузок на базу данных;
- важным аспектом MySQL является безопасность данных. СУБД поддерживает аутентификацию пользователей и управление доступом, что позволяет точно контролировать, кто и какие действия может выполнять с данными. Это критически важно для образовательных платформ, где конфиденциальность и защита личных данных учеников имеют первостепенное значение;
- поддержка работы с множеством операционных систем под разные устройства, включая ПК на Windows или Linux, смартфоны или планшеты на Android и т.д.. Это обеспечивает гибкость в выборе платформы для развертывания базы данных;
- предоставляет множество функций и инструментов для работы с данными, включая поддержку индексов, хранимых процедур, триггеров, репликации данных;

MySQL широко применяется в различных областях, таких как веб-разработка, финансовые системы, телекоммуникации и здравоохранение. В образовательных учреждениях она используется для управления данными учеников, курсов, оценок и других элементов учебного процесса, что делает ее идеальной для использования в системе адаптивного дополнительного образования. Структура базы созданной базы данных представлена на рисунке 21.

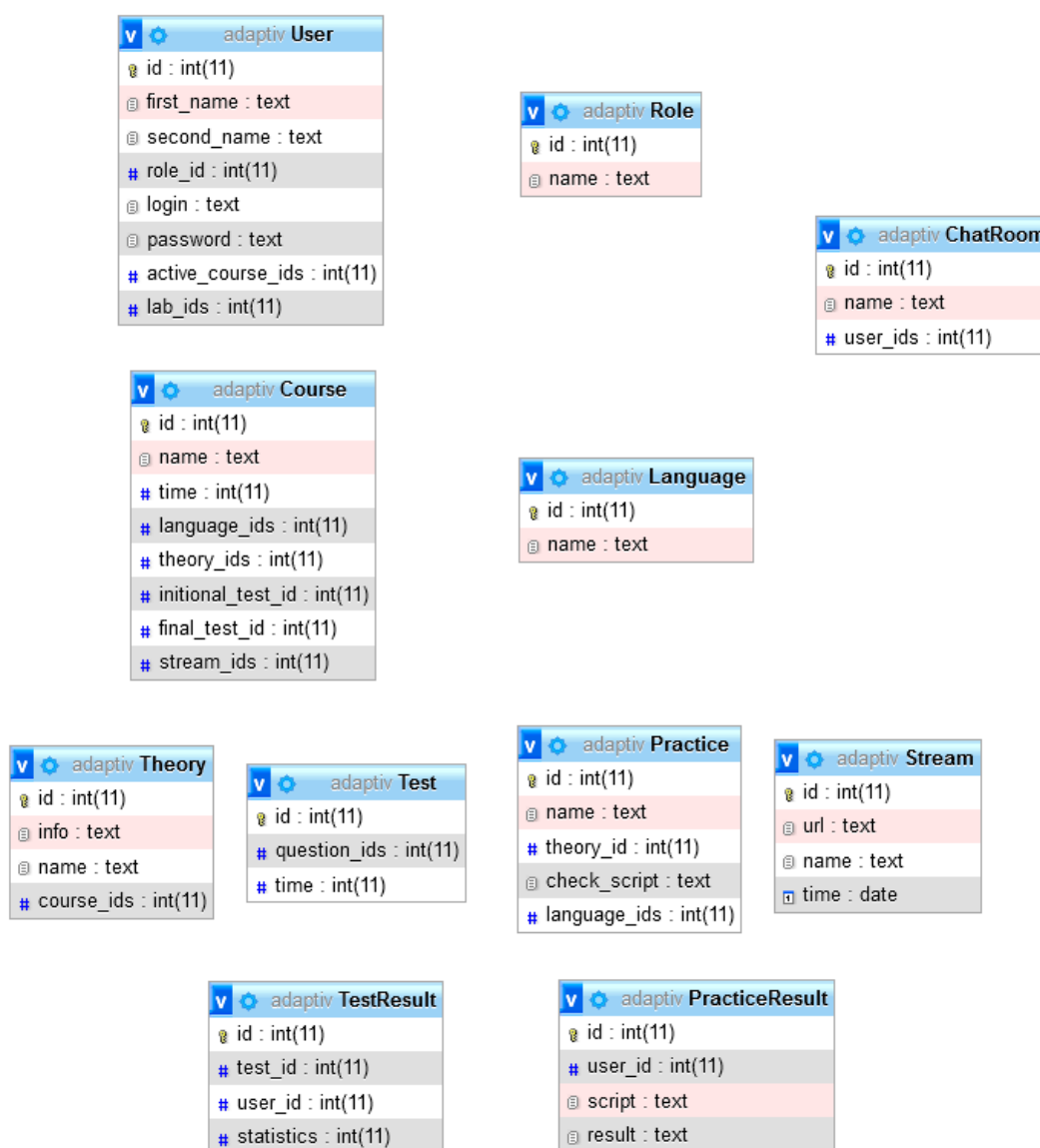


Рисунок 21 – Структура базы данных MySQL

Для разработки баз данных применяется документный подход. Документные базы данных, являясь разновидностью нереляционных систем, предназначены для хранения полуструктурированных данных в формате документов. Данный формат очень удобен для разработчиков, так как данные представлены в формате JSON, что согласуется с документной моделью. В данной базе данных документ может иметь как уникальную, так и одинаковую структуру данных. Так же документ является самоописываемым и может не зависеть от другого документа. Документы группируются в таблицы, что также являлось причиной для выбора реляционной базы данных MySQL.

Для создания эффективного и удобного поискового механизма для доступа к теоретической информации и практических работ было принято решение для использования Elasticsearch. Этот поисковый и аналитический движок с открытым исходным кодом отличается гибкостью и масштабируемостью [40]. Он способен хранить и обрабатывать огромные объемы данных, обеспечивая мгновенный поиск и аналитику в режиме реального времени. Обычно его используют в приложениях с большим объемом данных и функциями аналитики данных. Elasticsearch базируется на основе библиотеки Lucene, разработанной на языке Java, которая также, как и MySQL обеспечивает кроссплатформенность. Также в ней есть различные функции, которые будут удобны для адаптивного дополнительного образования.

В данном разделе была разработана функциональная модель предметной области, рассмотрена и определена архитектура программного средства. Разработана структура базы данных и определено программное обеспечение, с которым будет возможна обработка большого количества данных для модели адаптации.

Заключение

Постоянное использование современных технологий во всех возможных сферах человеческой жизни, показывает необходимость их использования при современном обучении. Развитие интернет технологий сделало очень большой вклад в последнее время. Так как интернет сейчас есть почти у каждого, то человек может получить любую интересующую его информацию в любое время и в любом месте, при техническом обеспечении.

Это позволило сделать доступным не только информацию, но и способы ее изучения и усвоения. Одним из таких примеров является система адаптивного обучения. Адаптивные обучающие системы учитывают индивидуальные особенности и потребности каждого учащегося, что способствует более эффективному усвоению материала и повышению мотивации к обучению.

В исследовании были рассмотрены разработанные системы адаптивного обучения, которые подверглись сравнительному анализу, выявлению методов адаптации и оценки обучающегося. Эти методы подверглись сравнению и оценки, большинство доказало свою эффективность, однако некоторые оказались нерациональными.

Также была поставлена цель и определены направления моделирования и проектирования адаптивной системы обучения детей. Главное, была разработана функциональная модель предметной области адаптивного дополнительного образования детей. Действия адаптации происходит вокруг двух основных участников, это пользователь и администратор. Все действия пользователя связаны только с процессом обучения, в то время как у администратора имеется возможность управления курсом обучения.

Была разработана архитектура программного обеспечения на основе моделей и алгоритмов. Были показаны основные части этой модели, API, общая архитектура, серверная и клиентская часть.

В практической части была получена модель системы адаптивного обучения. Используя данные материалы, методы и модели, разработчику можно будет приступить к созданию системы адаптации. Также была разработана, функциональная модель предметной области, подробно указана необходимая архитектура адаптивной системы обучения.

Была разработана структура базы данных, при помощи которой можно будет масштабировать систему по необходимости роста продукта. В основе лежит MySQL для хранения большого объема данных, и Elasticsearch для оптимизации поиска информации и анализа данных.

В заключение можно сказать, что внедрение адаптивных обучающих систем в учреждениях дополнительного образования детей и подростков открывает новые возможности для повышения качества и эффективности образовательного процесса. Разработанная в рамках данной работы модель системы является важным шагом на пути к созданию инновационных образовательных технологий, которые отвечают современным вызовам и потребностям общества.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Бубнов, В.А. Социальные аспекты информатизации общества Текст. / В.А. Бубнов // Вестн. Московск. городск. педагогич. ун-та. - 2006. - № 6. - с. 32-36
2. 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.
3. 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.
4. Воробкалов, П.Н. Управление качеством электронных обучающих систем: автореф. дис. канд. тех. наук / П.Н. Воробкалов. – Волгоград, 2008. - 20 с.
5. Громова, Т.В. Основы тьюторской деятельности Текст. / : учеб. пособие / Т.В. Громова Самара : Изд-во «Глагол», 2009. - 256 с.
6. Кабальнов, Ю.С., Тархов, С.В., Миначов, Ш.М. Информационно-обучающие среды образовательных систем // Вестник УГАТУ. Т.3, № 2, Уфа, 2002. - с. 187-196.
7. Карпенко, А.П. Модельное обеспечение автоматизированных обучающих систем. Обзор / А.П. Карпенко, А.А. Добряков // Машиностроение и компьютерные технологии. 2011. по. 7.
8. Коробкин, А.А. Разработка моделей и методов принятия решений с применением искусственного интеллекта для организации учебного процесса: автореф. дис. канд. техн. наук / А.А. Коробкин. – Воронеж, 2009. - 26 с.
9. Кольцов, Ю.В. Нейросетевые модели в адаптивном компьютерном обучении / Ю.В. Кольцов, Н.Ю. Добровольская // Образовательные технологии и общество. 2002. Т. 5, № 2. - с. 213–216.

10. Кривошеев, А.О. Разработка и использование компьютерных обучающих программ // Информационные технологии, 2006. № 2. - с. 14-18.
11. Кудрявцев, Е.М. Методы сетевого планирования и управления проектом. Учебное пособие / Е.М. Кудрявцев. 2007. - 52 с.
12. 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.
13. 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).
14. Околелов, О.П. Процесс обучения в системе дистанционного образования Текст. / О.П. Околелов // Дистанц. образование. 2000. - № 3. - С. 37-43.
15. Полонский, В.М. Словарь по образованию и педагогике Текст. / В.М. Полонский. М.: Высш. шк., 2004. - 512 с.
16. Принципы дистанционного обучения Электронный ресурс. / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – URL: <http://www.iet.mesi.ru/dis/14o.htm> (дата обращения: 26.03.2009).
17. Растрин, Л.А. Адаптивное обучение с моделью обучаемого / Л.А. Растрин, М.Х. Эренштейн. Рига: Зинатне, 1988.
18. Рыбина, Г.В. Обучающие интегрированные экспертные системы: некоторые итоги и перспективы / Г.В. Рыбина // Искусственный интеллект и принятие решений. 2008. - № 1. - С. 22-46.
19. Талызина, Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. Изд. 2-е / Н.Ф. Талызина // Москва. 1984. - 30 с.

20. Теоретические основы разработки модели специалиста: В помощь слушателям факультета новых методов и средств обучения при Политехническом музее / Н.Ф. Талызина [и др.]. Знание, 1986.
21. Тихомирова, Н.В. Проблемы оценки качества электронного образования // Открытое образование, № 1, 2004 г., с. 27-32.
22. Ульянов, Д.А. Марковская модель адаптивного тестирования и её программная реализация в условиях дистанционного обучения: дис. канд. техн. наук. Иркутский государственный технический университет / Д.А. Ульянов. - Иркутск, 2005 - 119 с.
23. **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
24. Филинов, Е.Н. Программная инженерия и педагогические программные средства. Системы и средства информатики // Системы и средства информатики. М.: Наука; Физматлит; ИПИ РАН. 1996. Вып. 8.
25. Шабалина, О.А. Модели и методы для управления процессом обучения с помощью адаптивных обучающих систем: Дис. канд. техн. наук / О.А. Шабалина // Астрахань. 2005.
26. Boyle, Craig, Encarnacion, Antonio O. MetaDoc: An Adaptive Hypertext Reading System / Craig Boyle, Antonio O Encarnacion // Adaptive Hypertext and Hypermedia. Springer Netherlands, 1998. P. 71–89.
27. Bra, Paul De, Houben, Geert-Jan, Wu, Hongjing. ANAM: a Dexter-based reference model for adaptive hypermedia / Paul De Bra, Geert-Jan Houben, Hongjing Wu // Proceedings of the tenth ACM Conference on Hypertext and hypermedia: returning to our diverse roots: returning to our diverse roots. 1999. P. 147–156.
28. Bra, Paul De, Ruiters, Jan-Peter. ANA! Adaptive Hypermedia for All / Paul De Bra, Jan-Peter Ruiters // Proceedings of the AACE WebNet Conference. 2001. P. 262–268.

29. Campbell, Brad, Goodman, Joseph M. HAM: a general purpose hypertext abstract machine / Brad Campbell, Joseph M Goodman // Communications of the ACM. 1988. Vol. 31, no. 7. P. 856–862.
30. Chen, Weiqin [et al.] An ontology-based intelligent authoring tool / Weiqin Chen [et al.] // Proceedings of ICCE'98. 1998. P. 41–49.
31. Chua, Bee Bee, Dyson, Laurel Evelyn. Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an e-learning system / Bee Bee Chua, Laurel Evelyn Dyson // Proc. of ASCILITE. 2004. P. 5–8.
32. Fitzgerald, M. Toward a model of distributed learning / M. Fitzgerald. *Философские проблемы образования*, 2002.
33. Finin, Tim, Drager, David. GUMS: A general user modeling system / Tim Finin, David Drager // Proceedings of the workshop on Strategic computing natural language / Association for Computational Linguistics. 1986. P. 224–230.
34. Furuta, Richard. The Trellis hypertext reference model / Richard Furuta // Proc. Hypertext Standardization Workshop / National Institute of Standards and Technology. 1990. P. 83–94.
35. Halasz, Frank, Schwartz, Mayer. The Dexter hypertext reference model / Frank Halasz, Mayer Schwartz // Communications of the ACM. 1994. Feb. Vol. 37, no. 2. P. 30–39.
36. Henze Nicola, Nejd, Wolfgang. Bayesian modeling for adaptive hypermedia systems / Nicola Henze, Wolfgang Nejd // ABIS 99, 7. GI-Workshop Adaptivität und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen / Citeseer. 1999.
37. Herder, Eelco. Utility-based evaluation of adaptive systems / Eelco Herder // The proceedings of the Second Workshop on Empirical Evaluation of Adaptive Systems, at the 9th International Conference on User Modeling, UM2003, Pittsburg, USA. 2003. P. 25–30.
38. Rosis, Fiorella de, De Carolis, Berardina, Pizzutilo, Sebastiano. User tailored hypermedia explanations / Fiorella de Rosis, Berardina De Carolis, Sebastiano Pizzutilo // INTERCHI. Vol. 93. 1993. P. 169–170.

39. Weber, Gerhard. Adaptive learning systems in the World Wide Web / Gerhard Weber // In J. Kay (Ed.), User modeling: Proceedings of the Seventh International Conference, UM99 / Citeseer. Vienna: Springer, 1999.

40. Elasticsearch [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elastic.co/> - Дата доступа: 05.03.2020.