

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.42:378

Матвеев  
Андрей Владимирович

Алгоритмы и средства мониторинга и моделирования индивидуальной  
траектории обучения в системах адаптивного образования

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени магистра

по специальности 1-40 80 04 – Информатика и технологии программирования

Минск 2024

Работа выполнена на кафедре информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ПАРАМОНОВ Антон Иванович,**  
кандидат технических наук, заведующий  
кафедрой информационных систем и технологий,  
доцент «Институт информационных технологий  
белорусского государственного университета  
информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ГВАЕВА Ирена Викторовна,**  
кандидат экономических наук, доцент кафедры  
управления информационными ресурсами  
Академии управления при Президенте РБ

Защита диссертации состоится «28» июня 2024 г. года в 10<sup>00</sup> часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. Платонова, 39, копр. 5, ауд. 308, тел. 293-85-91, e-mail: [inform@bsuir.by](mailto:inform@bsuir.by)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## ВВЕДЕНИЕ

Широкое распространение цифровых технологий в образовательном процессе является одним из важнейших трендов в мировой системе образования. Они предоставляют многочисленные возможности для эффективного обучения различным дисциплинам. На сегодняшний день, электронное обучение является неотъемлемой частью повседневной жизни и играет ключевую роль в развитии цифровой образовательной среды. В связи с этим возникает потребность в новых образовательных технологиях, способных адаптироваться под индивидуальные потребности каждого обучающегося. В современном информационно-образовательном пространстве, где формируются профессиональные компетенции студентов, особую актуальность и ценность приобретает развитие у обучаемых навыков самостоятельной обработки больших объемов информации.

Развитие этих навыков следует осуществлять уже при подготовке к обучению в вузе, так как это позволит не только увеличить адаптированность учащегося к условиям обучения в вузе, но и существенно повысить уровень образовательной подготовки.

В настоящее время активно разрабатывается новый подход к созданию образовательных систем: обучение рассматривается как управление знаниями учащегося. В рамках этого подхода проводятся исследования по созданию интеллектуальных систем управления обучением. Наиболее соответствующими современным принципам образования и перспективными с точки зрения поддержки обучения являются адаптивные образовательные системы, то есть системы, которые адаптируются к индивидуальным потребностям в обучении. Отсюда возникает необходимость создания алгоритмов, которые могут адаптировать индивидуальные траектории обучения в режиме реального времени, учитывая изменения знаний обучаемых.

Целью данной работы является разработка алгоритмов и средств мониторинга и моделирования индивидуальных траекторий обучения в системах адаптивного образования. Эти алгоритмы должны обеспечивать высокую степень адаптивности учебного процесса, способствуя повышению успеваемости и мотивации учащихся.

## **Актуальность темы исследования**

Внедрение информационных технологий во все области человеческой деятельности требует современных методов подготовки квалифицированных специалистов. Развитие веб-технологий сделало обучение более доступным, позволяя человеку моментально получать доступ к нужной информации. Однако, помимо повышения доступности, прогресс в технологиях также улучшил сам процесс обучения. Одним из таких улучшений является внедрение адаптивности в образовательные системы. Адаптивное обучение представляет собой подход, при котором образовательные программы динамически адаптируются под потребности и способности каждого учащегося, что позволяет достичь лучших результатов в обучении. Таким образом, разработка алгоритмов и средств мониторинга и моделирования индивидуальной траектории обучения в системах адаптивного образования становится крайне актуальной.

## **Цель и задачи исследования**

Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов и средств мониторинга и моделирования индивидуальной траектории обучения в системах адаптивного образования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ существующих методов и технологий адаптивного обучения;
- определение концептуальной модели индивидуальной траектории обучения;
- разработка алгоритмов построения индивидуальной траектории обучаемого на основе анализа данных об обучающихся;
- разработка программного средства, реализующего предложенные алгоритмы.

Объектом исследования являются индивидуальные траектории обучения в системах адаптивного образования, которые используют технологии и методы для персонализации учебного процесса в зависимости от особенностей и уровня знаний обучающихся.

Предметом исследования являются алгоритмы моделирования индивидуальной траектории обучения, которые включают:

- методы сбора данных об обучающихся (например, результаты тестов);
- алгоритмы построения индивидуальных траекторий;

— средства мониторинга и оценки прогресса (например, система уведомлений для информирования о прогрессе);

— методы коррекции траекторий, которые включают тестирование и оценку (переоценку) уровня знаний обучающихся.

### **Основная гипотеза**

Основной гипотезой положенной в основу диссертационной работы, является возможность использования алгоритмов построения индивидуальной траектории в системах адаптивного образования. Разработка этих алгоритмов позволит значительно повысить эффективность и персонализацию образовательного процесса, что в свою очередь приведет к улучшению успеваемости и мотивации учащихся.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на I Международной научно-методической конференции «Обеспечение качества образования: состояние, проблемы и перспективы» (Минск, 2 февр. 2023 г.), IV Международной научно-практической конференции «Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями» (Минск, 2021), V Международной научно-практической конференции «Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями» (Минск, 2023), XXIX Международной научно-методической конференции «Современное образование: содержание, технологии, качество» (Санкт-Петербург, 2023)

### **Публикации результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в сборниках материалов международных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений.

В первой главе представлен анализ предметной области, рассмотрены основные понятия в направлении исследования, проведен обзор технологий и методов адаптивного обучения.

Вторая глава посвящена разработке алгоритмов построения индивидуальной траектории обучаемого. Рассмотрены модели обучаемого и забывания информации.

В третьей главе реализованы разработанные в главе 2 алгоритмы в виде плагина для LMS Moodle. Проведена разработка функциональной модели, проектирование архитектуры, описана организация хранения данных, а также представлено руководство по эксплуатации разработанного плагина.

Общий объем работы составляет 65 страниц, из которых основного текста – 46 страниц, 24 рисунка на 20 страницах, 2 таблицы на 1 странице, список использованных источников из 30 наименований на 3 страницах, 3 приложения на 15 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

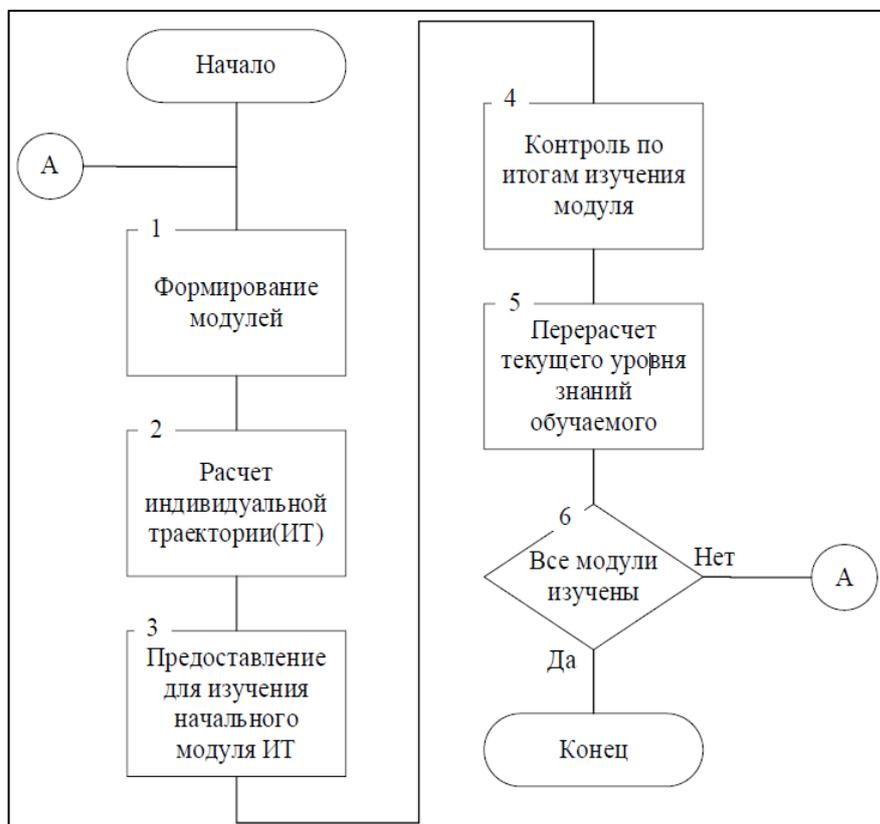
Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы обучения, обозначена потребность в новых технологиях, которые могут адаптироваться под индивидуальные потребности учащихся. Также обозначена важность развития навыков самостоятельной обработки информации у студентов для их успешной адаптации к вузовскому обучению, что в свою очередь, указывает на актуальность темы.

В **общей характеристике работы** показана актуальность проводимых исследований, степень разработанности проблемы, сформулированы цель и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная (теоретическая и практическая) значимость исследований, а также апробация работы.

В **первой главе** рассматривается основная концепция адаптивного обучения. Основная идея заключается в предоставлении каждому учащемуся уникальной траектории обучения, соответствующей его потребностям и целям. Методы включают анализ данных, алгоритмы машинного обучения и персонализированные материалы. Это способствует улучшению вовлеченности, повышению результатов и снижению времени на достижение целей, что особенно важно в условиях разнообразия уровней знаний и предпочтений в учебных группах. Также выделены основные понятия в контексте адаптивного обучения. Проанализированы основные технологии адаптивного обучения, в большинстве которых используется древовидные структуры. Определена важность объективной системы оценки знаний обучаемого. Проанализированы существующие программные решения для реализации адаптивного обучения, такие как САО «Knewton», САО «Alex» и САО «Smart Sparrow». Также рассмотрено понятие индивидуальной траектории в системах адаптивного обучения и проведено сравнение линейной и адаптивной траектории обучения.

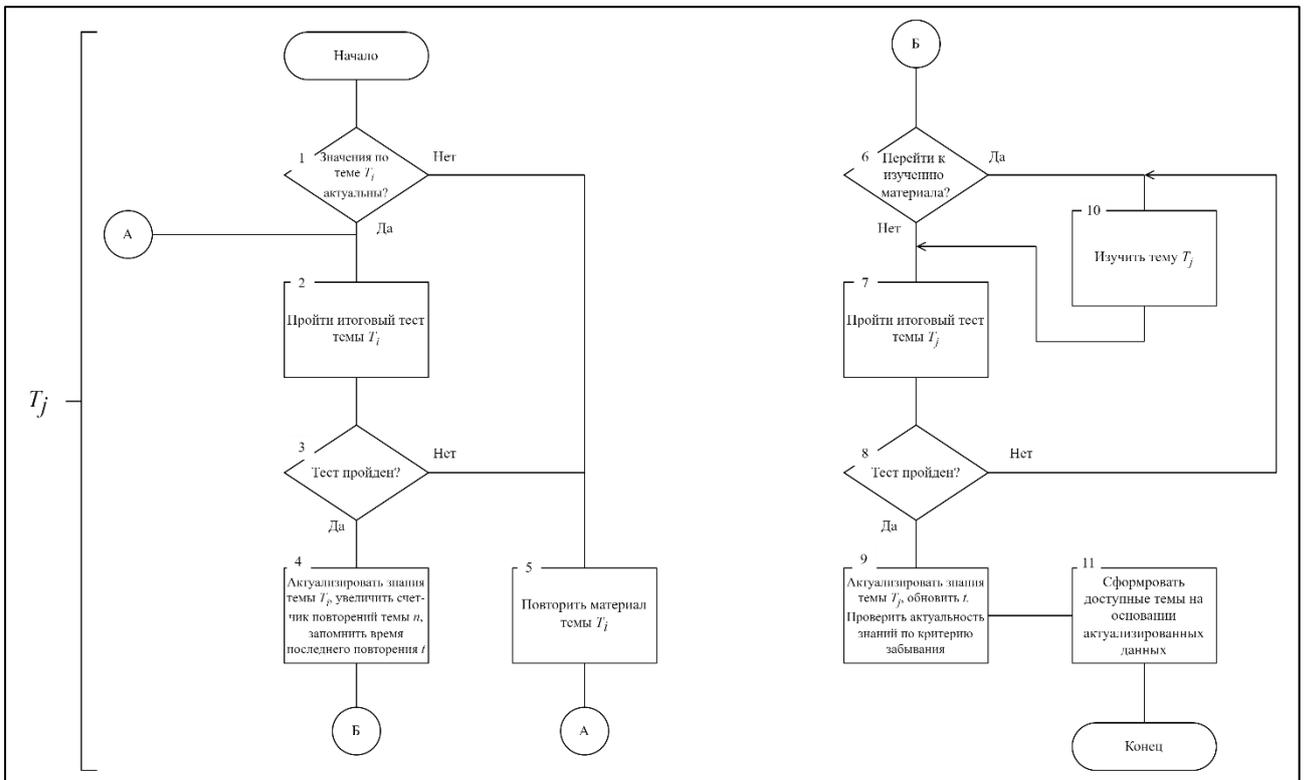
Рассмотрена система LMS Moodle, и приведены преимущества ее использования.

Во **второй** главе представлены алгоритмы построения индивидуальной траектории. Для которых приведена модель обучаемого и модель забывания информации на основе исследований Эббингауза. Также представлен обобщенный алгоритм системы адаптивного обучения (рисунок 1)



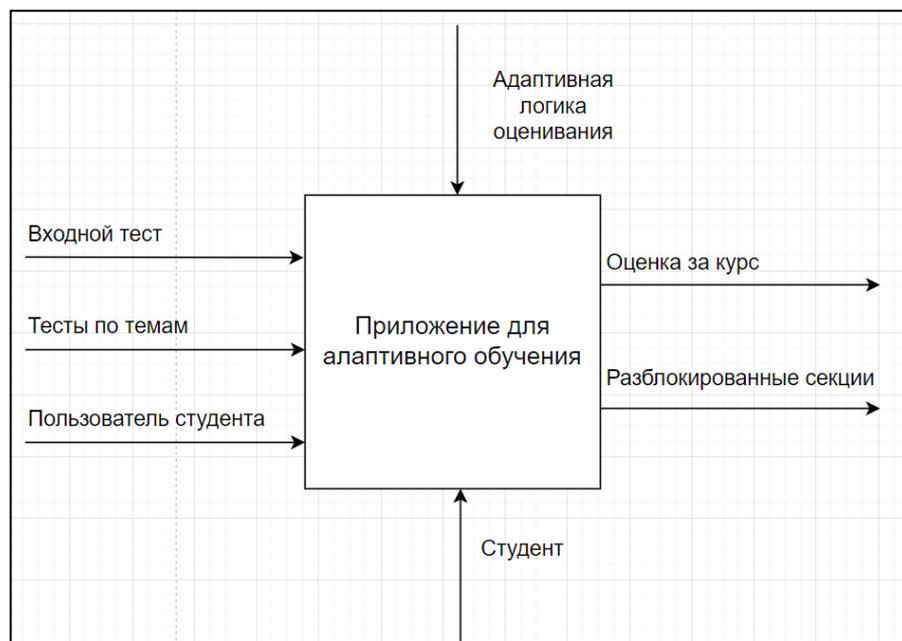
**Рисунок 1 – Обобщенный алгоритм работы системы адаптивного обучения**

Описан алгоритм изучения каждой отдельной темы (ТО, которая предполагает входной порог знаний по заданной теме  $T_i$ . Схема алгоритма представлена на рисунке 2. Предложенный алгоритм реализует процесс изучения любой доступной обучаемому темы и позволяет определить расширенную зависимость тематического блока  $T_j$  от множества тем, которые могут быть представлены в виде структуры  $a.j = \{Tk\}$ , где  $k$  - количество тем от которых зависит тема  $T_j$ .

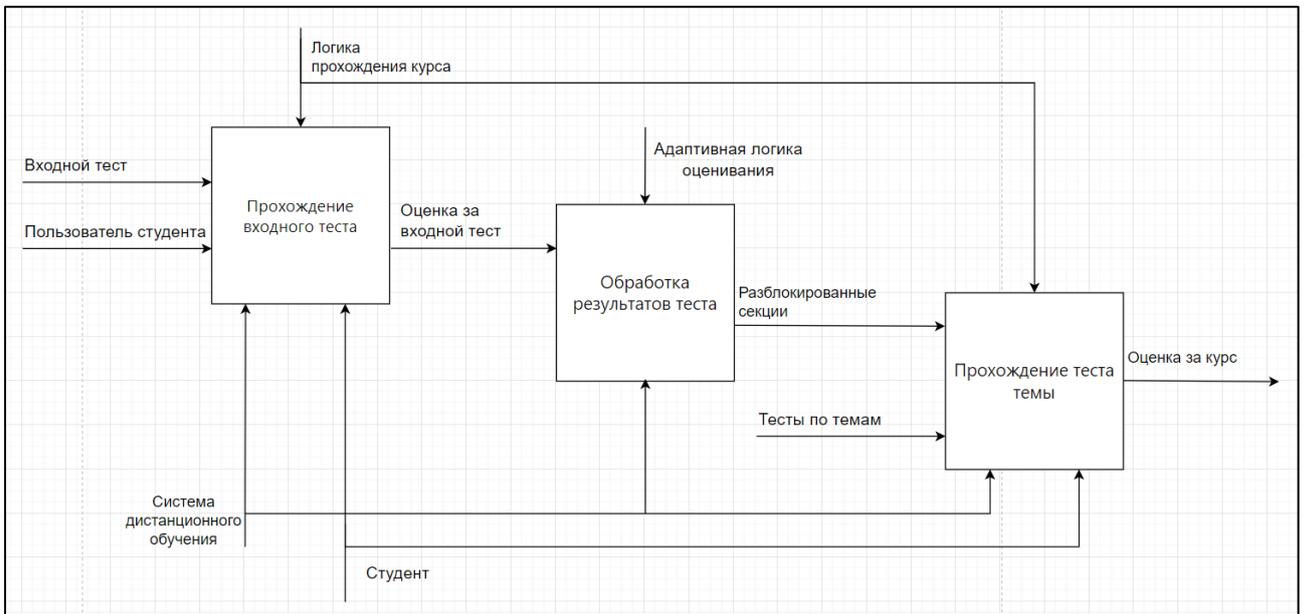


**Рисунок 2 – Алгоритм изучения отдельной темы  $T_j$  с учетом знаний по теме  $T_i$**

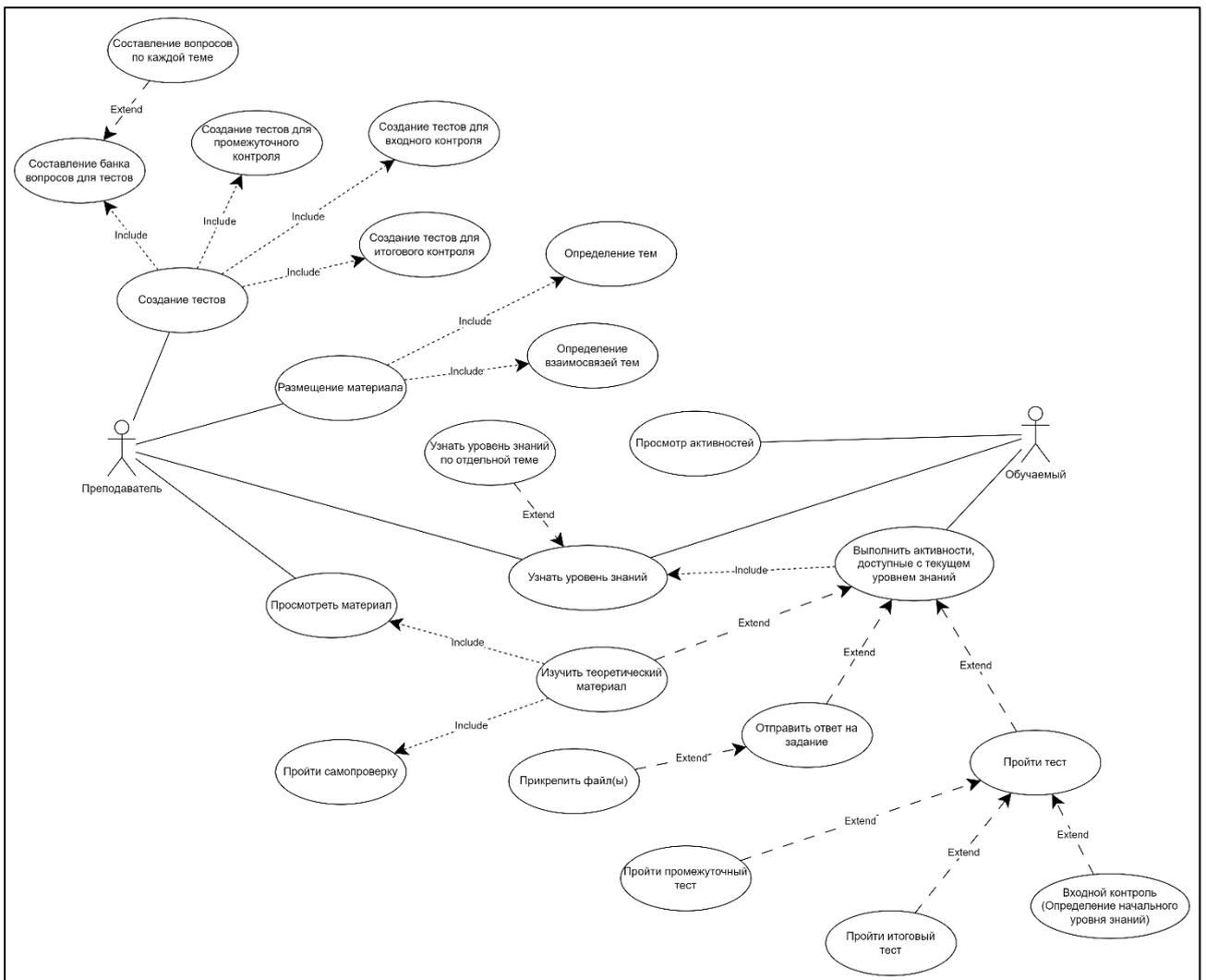
В третьей главе представлена реализация алгоритмов главы 2 в виде плагина для LMS Moodle. В результате, разработана функциональная модель, представленная контекстной диаграммой (рисунок 3), ее декомпозицией первого уровня (рисунок 4), а также диаграммой вариантов использования (рисунок 5)



**Рисунок 3 – Контекстная диаграмма**



**Рисунок 4 – Декомпозиция первого уровня**

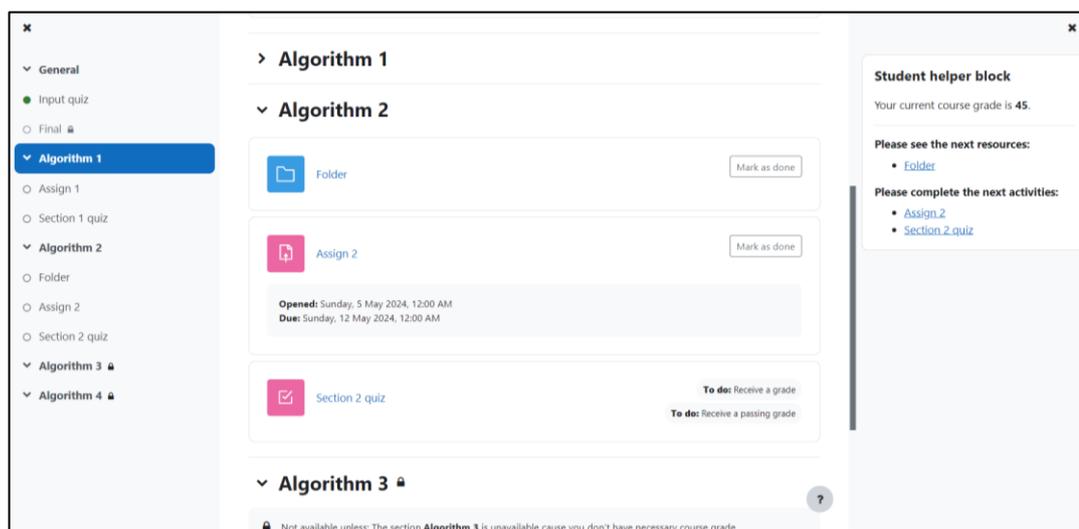


**Рисунок 5 – Диаграмма вариантов использования**

Произведено проектирование архитектуры, в рамках которого определяющим фактором стал выбор платформы LMS Moodle и соответственно клиент-серверной архитектуры.

Проектирование организации хранения данных, в рамках которого описаны таблицы БД, задействованных для работы плагина.

А также описана работа разработанного плагина для LMS Moodle с демонстрацией основных форм. На рисунке 6 представлена форма страницы курса в процессе обучения.



**Рисунок 3.8 – Страница курса в процессе обучения**

На рисунке видно, что в блоке справа отображается текущая оценка, а также список активностей и ресурсов, которые необходимо изучить обучаемому. По центру же отображаются основные активности, предусмотренные курсом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общие результаты диссертационного исследования можно сформулировать следующим образом:

1. Проведен анализ предметной области, проблематики и существующие решения, применяемые в системах адаптивного обучения. Рассмотрены основные компоненты структурной модели системы управления обучением и обозначена роль модели обучаемого в данной структуре. Проведен патентный поиск по теме исследования и определены подходы для последующей разработки алгоритмов и средств мониторинга и моделирования индивидуальной траектории обучения в системах адаптивного образования.

2. Выдвинута гипотеза по применению алгоритмов построения индивидуальной траектории обучения в системах адаптивного обучения. Предложено в основе алгоритмов использовать модель обучаемого и модель забывания информации, что позволило разработать комплексное решение в виде алгоритма построения индивидуальной траектории обучаемого.

3. Предложено проектное решение по реализации алгоритмов и средств мониторинга и моделирования индивидуальной траектории обучения в системах адаптивного образования, которые включают функциональную модель предметной области, архитектуру и основные компоненты системы, модель базы данных и технологический стек для реализации программного средства

4. Опубликовано 4 статьи по результатам докладов основных положений магистерской диссертации на международных научно-методических и научно-практических конференциях.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1] Парамонов, А.И. Обеспечение организации адаптивного образовательного процесса высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием / А.И. Парамонов, А.В. Матвеев, С.М. Климов // Обеспечение качества образования: состояние, проблемы и перспективы: материалы I Междунар. науч.метод. конф., Минск, 2 февр. 2023 г. / редкол.: О.З. Рыбаключева (отв. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – С. 73–77

[2] Матвеев, А. В. Обзор и анализ электронных средств обучения для реализации адаптивного образовательного процесса / А. В. Матвеев, А. Г. Савенко // Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями : сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Минск, 9-10 декабря 2021 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: А. А. Охрименко [и др.]. – Минск, 2021. – С. 175–179.

[3] Матвеев, А. В. Обеспечение современного адаптивного образовательного процесса подготовки специалистов на основе моделирования индивидуальной траектории обучения = Provision of modern adaptive educational process of training specialists based on individual learning trajectory modeling / А. В. Матвеев, А. И. Парамонов, С. А. Медведев // Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями : сборник статей V Международной научно-практической конференции, Минск, 14 декабря 2023 / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: А. А. Охрименко [и др.]. – Минск, 2023. – С. 183–188.

[4] Матвеев, А. В. Алгоритм работы системы адаптивного образования на основе выбора индивидуальной траектории=Algorithm of the system of adaptive education based on the choice of an individual trajectory / А. И. Парамонов, А. В. Матвеев // Современное образование: содержание, технологии, качество : материалы XXIX Международной научно-методической конференции, Санкт-Петербург, 19 апреля 2023 г. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 450-452.