

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

Институт математики, физики и информационных технологий

(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

(наименование кафедры)

09.03.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Разработка социальных и экономических информационных систем

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка интеллектуального тренажера для подготовки к
основному государственному экзамену по информатике»

Обучающийся

В.А. Широков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.В. Дружинкин

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

Тольятти 2023

Аннотация

Тема бакалаврской работы «Разработка интеллектуального тренажера для подготовки к основному государственному экзамену по информатике».

Объектом исследования бакалаврской работы является процесс подготовки школьников к ОГЭ по информатике.

Предметом исследования является интеллектуальный тренажер для подготовки к ОГЭ по информатике.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике, позволяющего повысить эффективность процесса подготовки.

Данная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы и источников.

Первая глава посвящена анализу предметной области автоматизации и постановке задачи на разработку интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Вторая глава посвящена разработке интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

В третьей главе описан процесс реализации и оценки эффективности предлагаемых проектных решений.

В заключении описываются результаты выполнения выпускной квалификационной работы.

Бакалаврская работа состоит из 41 страницы текста, 19 рисунков, 11 таблиц и 22 источников.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Анализ предметной области автоматизации и постановка задачи на разработку интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике	6
1.1 Характеристика деятельности предприятия	6
1.2 Анализ предметной области исследования.....	8
1.3 Разработка требований к тренажеру для подготовки к ОГЭ по информатике.....	12
1.4 Обзор и анализ аналогов интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике	14
Глава 2 Проектирование интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике	18
2.1 Разработка логической модели интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике	18
2.2 Выбор алгоритма классификации для интеллектуального тренажера.....	24
Глава 3 Реализация интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике и оценка эффективности проектных решений	29
3.1 Реализация интеллектуального тренажера.....	29
3.2 Оценка экономической эффективности проекта разработки.....	33
Заключение	37
Список используемой литературы и используемых источников.....	39

Введение

Одним из приоритетных направлений процесса информатизации современного общества является внедрение новых информационных технологий в том числе технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в систему образования [5].

Так, для повышения эффективности подготовки к сдаче различных государственных экзаменов используются тренажеры [8].

В этой связи представляет научно-практический интерес разработка интеллектуального тренажера для подготовки к основному государственному экзамену (ОГЭ) по информатике.

Объектом исследования бакалаврской работы является процесс подготовки школьников к ОГЭ по информатике.

Предметом исследования является интеллектуальный тренажер для подготовки к ОГЭ по информатике.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- «произвести анализ предметной области автоматизации и выполнить постановку задачи на разработку интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике;
- разработать интеллектуальный тренажер для подготовки к ОГЭ по информатике;
- выполнить реализацию проектных решений и оценить их эффективность.

Методы исследования – методы и технологии проектирования и социальных и экономических информационных систем» [4].

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике, позволяющего повысить эффективность процесса подготовки.

Данная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы и источников.

Первая глава посвящена анализу предметной области автоматизации и постановке задачи на разработку интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Вторая глава посвящена разработке интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

В третьей главе описан процесс реализации и оценки эффективности предлагаемых проектных решений.

В заключении описываются результаты выполнения выпускной квалификационной работы.

Бакалаврская работа состоит из 41 страницы текста, 19 рисунков, 11 таблиц и 22 источников.

Глава 1 Анализ предметной области автоматизации и постановка задачи на разработку интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

1.1 Характеристика деятельности предприятия

Учебный центр (УЦ) ДПО осуществляет образовательную деятельность по:

- дополнительным профессиональным программам;
- основным программам профессионального обучения;
- дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам.

Образовательные программы реализуются в очной, очно-заочной и заочной с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. 100% численности обучающихся по реализуемым образовательным программам за счёт средств физических и (или) юридических лиц.

Виды образовательных услуг УЦ ДПО:

- профессиональное обучение;
- дополнительное профессиональное образование;
- дополнительное образование детей и взрослых;
- предаттестационная подготовка, предэкзаменационная подготовка, обучение.

Дополнительные общеобразовательные общеразвивающие программы (ДООП) для детей и взрослых, реализуемые в УЦ, в большей степени имеют техническую направленность и ориентированы на формирование грамотности в области информационно-коммуникационных технологий, робототехники, программирования.

Организационная структура УЦ ДПО представлена на рисунке 1.

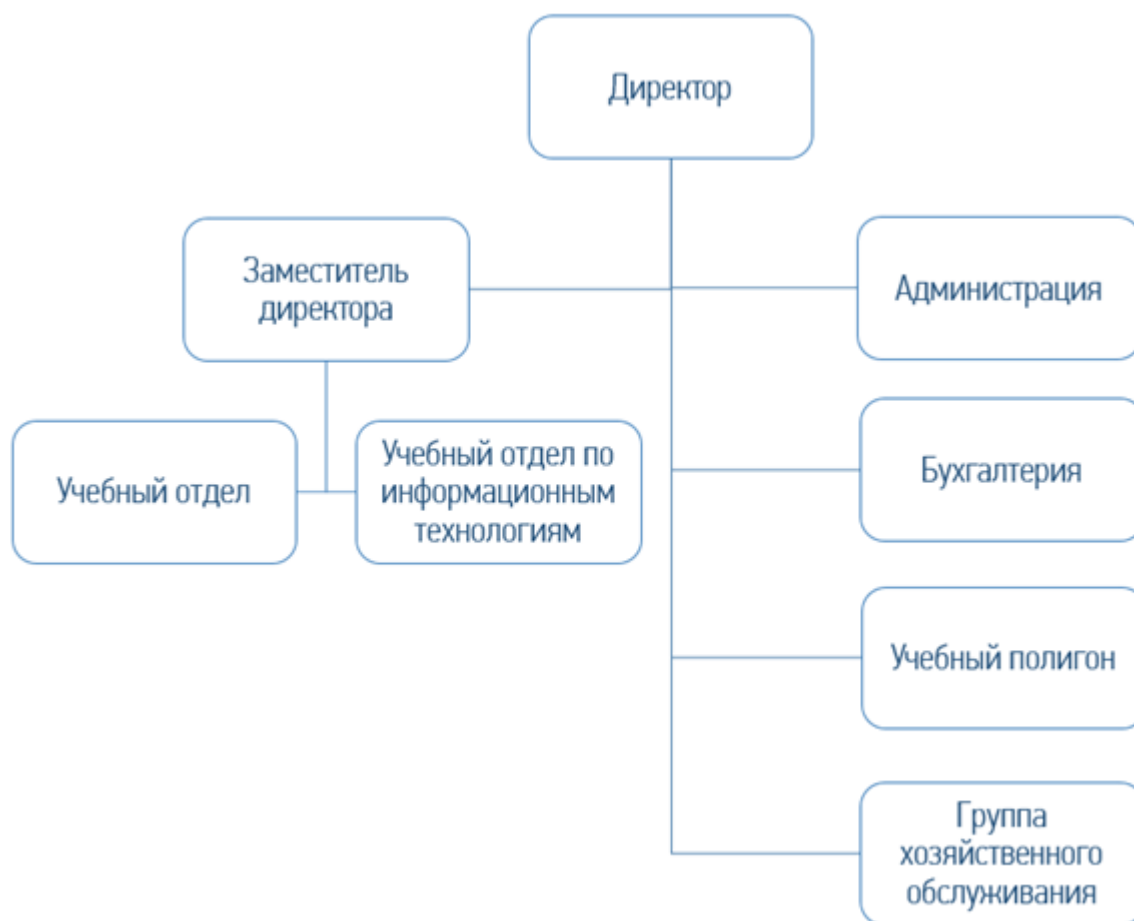


Рисунок 1 – Организационная структура УЦ ДПО

Руководство УЦ ДПО инициировало проект по внедрению в учебный процесс центра новых цифровых технологий в особенности технологий ИИ и МО.

Одним из направлений цифровизации УЦ ДПО является внедрение в процессы предэкзаменационной подготовки интеллектуальных тренажеров, обеспечивающих повышение эффективности данных процессов.

Объектом исследования бакалаврской работы является процесс учёта подготовки ОГЭ по информатике.

1.2 Анализ предметной области исследования

«ОГЭ - итоговый экзамен за курс основного общего образования. Служит для контроля знаний, полученных учащимися за 9 лет, а также для приёма колледжи и техникумы. ОГЭ состоит из четырёх экзаменов — русского языка, математики и двух предметов по выбору. ОГЭ сдается в своей родной школе.

ОГЭ оценивается по 5-балльной шкале» [15].

Тренажер для обучения информатике – это онлайн-сервис или приложение, которое позволяет проверять и улучшать свои знания и навыки в области информатики и программирования. С помощью тренажера вы можете решать различные задачи по темам школьной программы или подготовиться к экзаменам, таким как ЕГЭ или ОГЭ [11].

Тренажеры для обучения информатике могут быть интерактивными, адаптивными и геймифицированными, чтобы сделать процесс обучения более интересным и эффективным.

Архитектура типового тренажера показана на рисунке 2 [19].

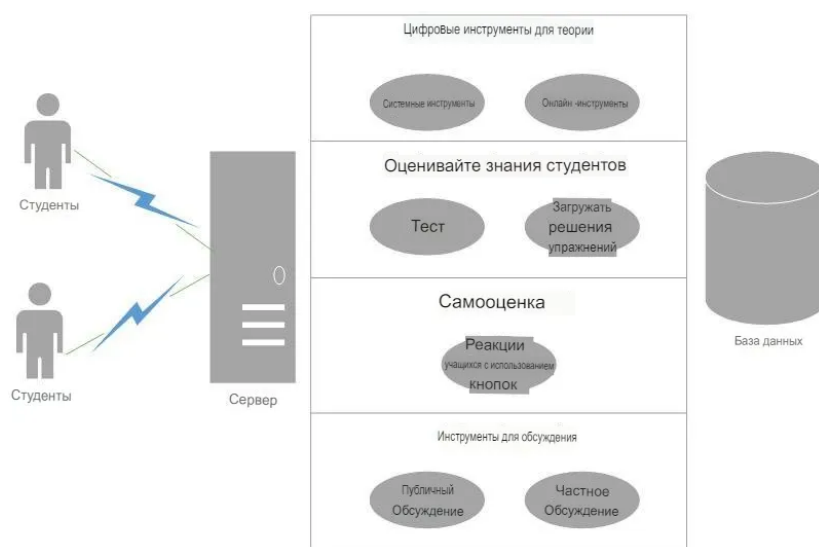


Рисунок 2 – Архитектура типового тренажера

Проанализируем бизнес-процесс использования тренажера для подготовки к сдаче ОГЭ, используя методологию реинжиниринга [10]

Предварительно необходимо разработать диаграмму бизнес-процесса.

«Для этого используем нотацию BPMN и бесплатный онлайн-сервис BPMN.Studio.

BPMN (Business Process Model and Notation) – это нотация и модель бизнес-процессов. Это система условных обозначений, которая позволяет создавать и обмениваться диаграммами бизнес-процессов, отображающими их логику, последовательность и взаимодействие.

BPMN используется для анализа, дизайна, оптимизации и автоматизации бизнес-процессов в разных сферах деятельности» [16].

BPMN имеет много преимуществ для моделирования бизнес-процессов.

Вот некоторые из них:

- BPMN понятна и стандартизована. Это означает, что она может быть использована для общения и согласования процессов между различными заинтересованными сторонами, такими как бизнес-аналитики, разработчики, менеджеры и заказчики.
- BPMN гибкая и масштабируемая. Она позволяет описывать процессы разной сложности и детализации, от высокоуровневых схем до низкоуровневых диаграмм. BPMN также поддерживает разные уровни абстракции, такие как коллаборация, хореография и оркестрация.
- BPMN совместима с другими нотациями и технологиями. Она может быть легко интегрирована с другими стандартами, такими как UML, XML, VPEL и др. BPMN также может быть использована для автоматизации бизнес-процессов с помощью специальных программных продуктов.

На рисунке 3 показана BPMN-диаграмма бизнес-процесса подготовки к ОГЭ «Как есть» (с использованием обычного тренажера.

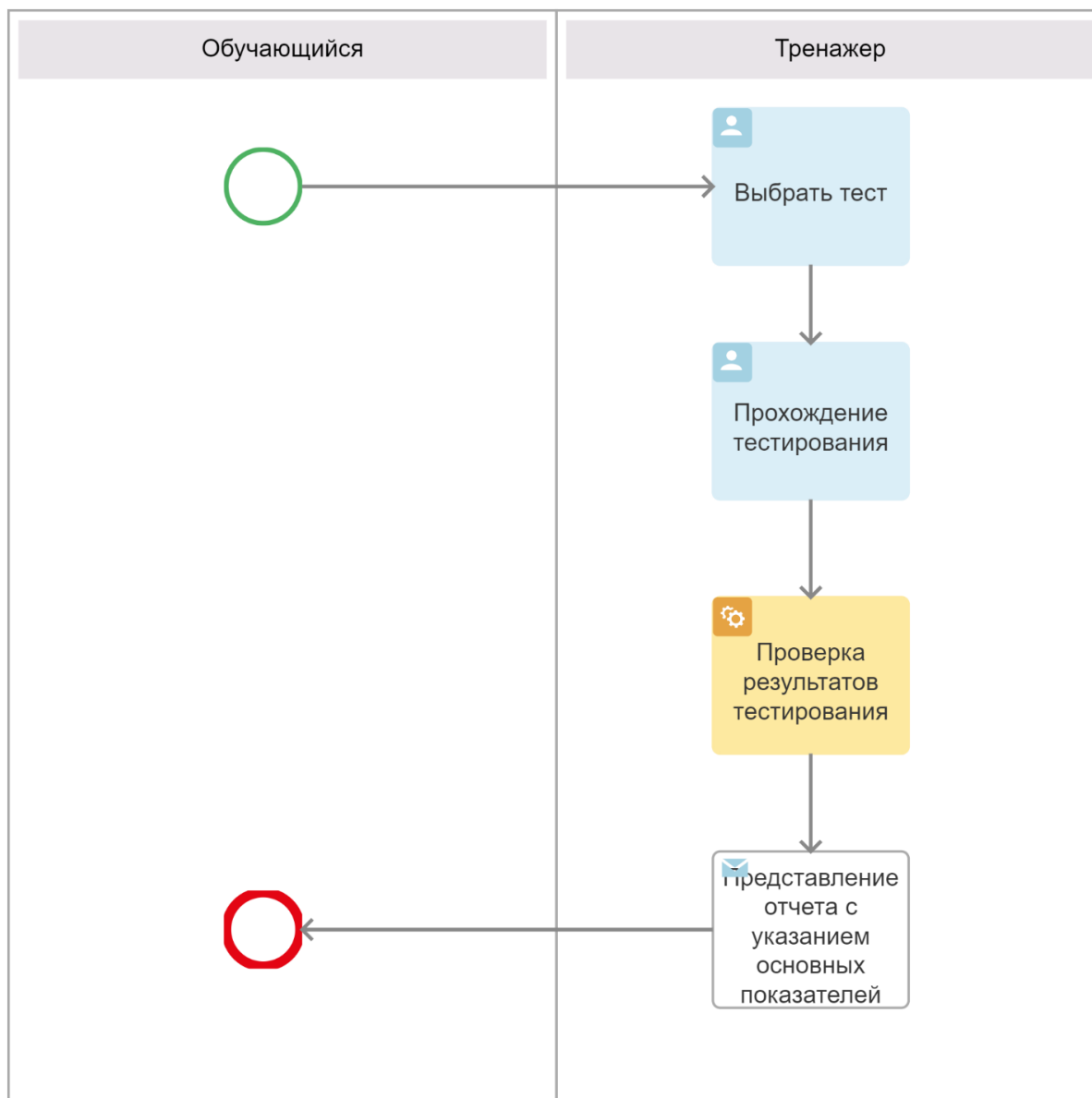


Рисунок 3 – VRMN-диаграмма бизнес-процесса подготовки к ОГЭ «Как есть»

Основным недостатком обычного тренажера является его ограниченные дидактические возможности, так как он указывает на пробелы в знаниях обучаемого, но не предлагает конкретные информационные ресурсы для изучения с учетом его уровня подготовки по информатике. Это снижает эффективность процесса подготовки к ОГЭ.

Для решения данной проблемы предлагается использовать интеллектуальный тренажер.

На рисунке 4 показана BPMN-диаграмма бизнес-процесса подготовки к ОГЭ «Как должно быть» (с использованием интеллектуального тренажера).

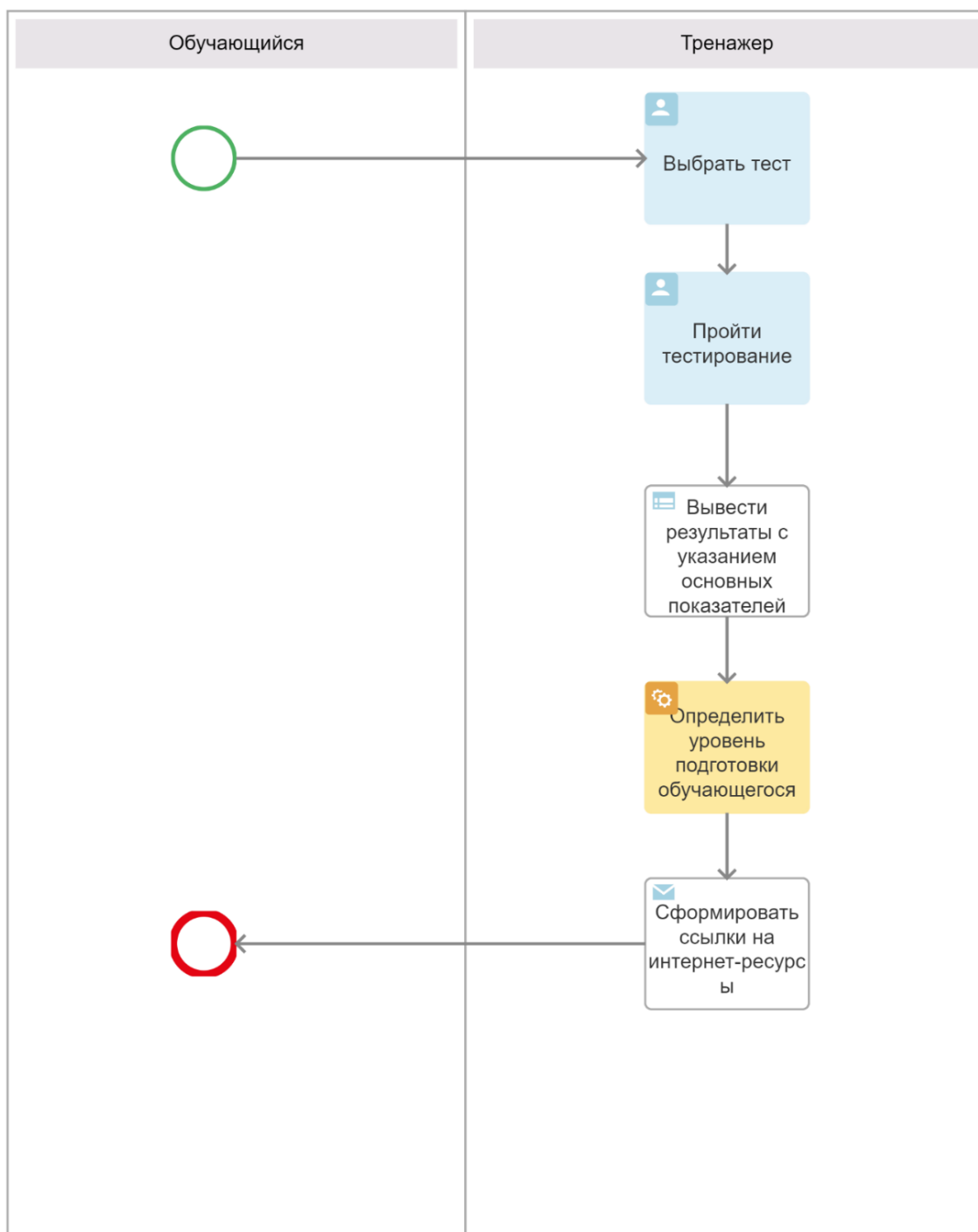


Рисунок 4 – BPMN-диаграмма бизнес-процесса подготовки к ОГЭ «Как должно быть»

Применение интеллектуального тренажера позволит повысить эффективность подготовки школьников к ОГЭ по информатике, что подтверждает актуальность его разработки.

1.3 Разработка требований к тренажеру для подготовки к ОГЭ по информатике

«Для разработки требований к тренажеру для подготовки к ОГЭ по информатике используем методологию FURPS+. Модель FURPS+ является одной из часто используемых моделей для классификации атрибутов качества программного обеспечения (ПО).

Аббревиатура FURPS означает функциональность, удобство использования, надежность, производительность и возможность поддержки» [6].

На основании проведенного анализа выработаны требования к тренажеру для подготовки к ОГЭ по информатике:

- поддержка процесса подготовки к ОГЭ с помощью средств ИИ и МО;
- работа в режиме онлайн;
- низкая стоимость владения.

В таблице 1 представлены основные требования к тренажеру по модели FURPS+.

Требования согласованы с методистом УЦ ДПО.

Таблица 1 – Требования к интеллектуальному тренажеру для подготовки к ОГЭ по информатике

«Требование	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Functionality — Функциональные требования				
Интеллектуальная поддержка процесса подготовки к ОГЭ	одобренное	критическая	средний	Низкая» [18]

Продолжение таблицы 1

Требование	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
«Предоставление доступа к информационным ресурсам по информатике	одобренное	критическая	средний	низкая
Работа в режиме онлайн	одобренное	критическая	средний	низкая
Usability— Требования к удобству использования				
Современный дизайн	одобренное	критическая	средний	низкая
Дружественный интуитивный интерфейс	одобренное	критическая	средний	низкая
Reliability— Требования к надежности				
Допустимая частота/периодичность сбоев: 1 раз в 300 часов	одобренное	важная	средний	средняя
Среднее время сбоев: 1 раб. день	одобренное	важная	средний	средняя
Возможность восстановления системы после сбоев: 1 раб. день	одобренное	важная	средний	средняя
Режим работы: 7/24/385	одобренное	важная	средний	средняя
Performance — Требования к производительности				
Допустимое количество одновременно работающих пользователей: 10	предложенное	важная	средний	средняя
Время реакции на возникновение аварийной ситуации: 10 с	предложенное	важная	средний	средняя
Supportability — Требования к поддержке				
Время устранения критических проблем: в течение рабочего дня	предложенное	важная	средний	средняя
Проектные ограничения				
Разработка с помощью технологий ИИ и МО	предложенное	важная	средний	средняя
Отсутствие избыточного функционала	предложенное	важная	средний	средняя
Низкая совокупная стоимость владения	предложенное	критическая	средний	низкая» [18]

Разработанный перечень требований является основой для разработки интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

1.4 Обзор и анализ аналогов интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

1.4.1 Тренажер по информатике skills4u.ru

Тренажер создан на базе интеллектуальной образовательной платформы Skills4u. В него вошли задания на все разделы школьной программы: логику, системы счисления и количество информации.

Задания постепенно усложняются. Они разбиты на несколько отдельных тем, сгруппированных по разделам. Обучаемый может пройти тестирование по информатике, выбрав тему, которая ему тяжело дается, или ответить на все вопросы. В этом случае пользователь узнает, насколько подготовлен к экзамену, а также поймет, какие темы необходимо подтянуть [13].

Главная страница тренажера показана на рисунке 5

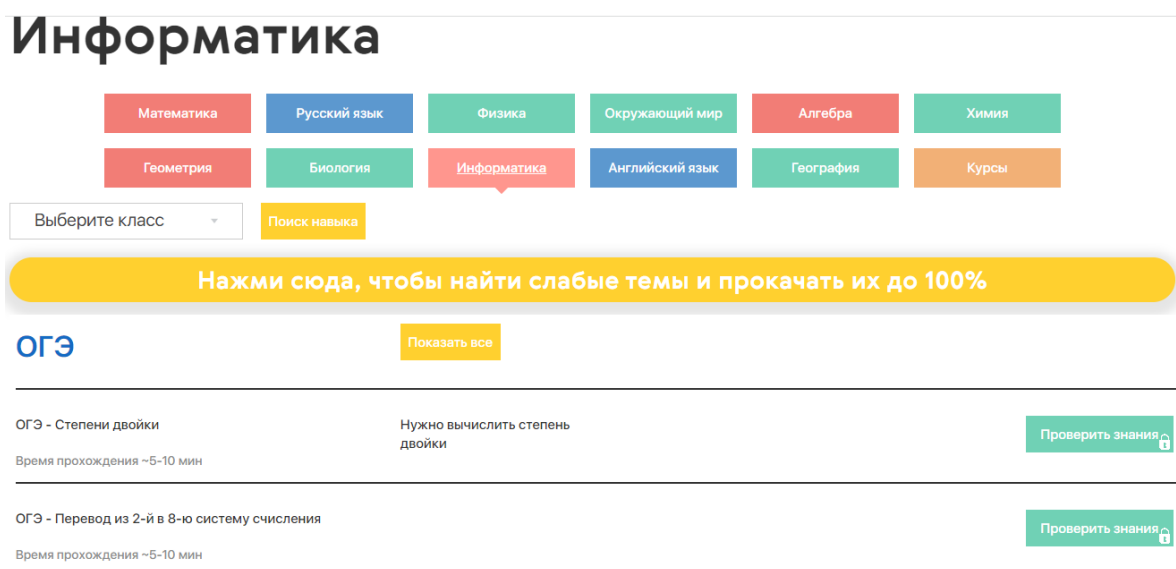


Рисунок 5 – Главная страница тренажера Skills4u

По мнению разработчиков, важна особенность, которой отличается тренажер по информатике, – это персонализированный подход и формирование устойчивых учебных навыков за счет повторения однотипных заданий.

1.4.2 Веб-тренажер ОГЭ kogesimulator.myskills.ru

Данное решение представляет собой эмулятор станции КОГЭ, который позволяет проводить тренировку экзамена по Информатике в компьютерной форме [2].

Главная страница тренажера представлена на рисунке 6.

Демонстрационная версия прохождения экзамена в компьютерной форме

Выбор экзамена

 Физика Продолжительность: 180 минут Количество заданий: 25	 Информатика и ИКТ Продолжительность: 150 минут Количество заданий: 17	 География Продолжительность: 150 минут Количество заданий: 30
 Иностранные языки Продолжительность: 135 минут Количество заданий: 38		

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из 15 заданий. На выполнение работы по информатике отводится 2,5 часа (150 минут).

В заданиях 1–12 запишите в ответе число, слово, последовательность букв или цифр.

Результатом выполнения каждого из заданий 13–15 является отдельный файл. Формат файла, его имя и каталог для сохранения Вам сообщат организаторы экзамена.

 В режиме демонстрации присутствуют подсказки по работе в демонстрационной версии.

 Содержит дополнительную информацию об элементах Станции "ОГЭ в компьютерной форме".

НАЧАТЬ

Рисунок 6 – Главная страница тренажера kogesimulator.myskills.ru

Демонстрационная версия тренажера позволяет ознакомиться с основными приемами работы с программным обеспечением "Станция ОГЭ в компьютерной форме", применяемым при проведении основного государственного экзамена (ОГЭ) по предметам: Физика, Информатика и ИКТ, Иностранные языки, География в городе Москве.

В настоящее время отсутствует рабочая версия тренажера

1.4.3 Тренажёры по информатике VIDEOUROKI

Тренажёры по информатике предназначены для проверки знаний у учащихся 5–9 классов. Они содержат не только тестовые задания, но и многие другие, например, найти ошибку в коде, ответить, для чего служат определённые операторы, правильно сопоставить. Тренажёры можно использовать в конце учебного года или в начале — для проверки знаний за предыдущий класс. Также их можно применять в течение года, указав учащимся вопросы, на которые они должны ответить [14].

Тренажеры представляют собой PPTX-презентации (рисунок 7).

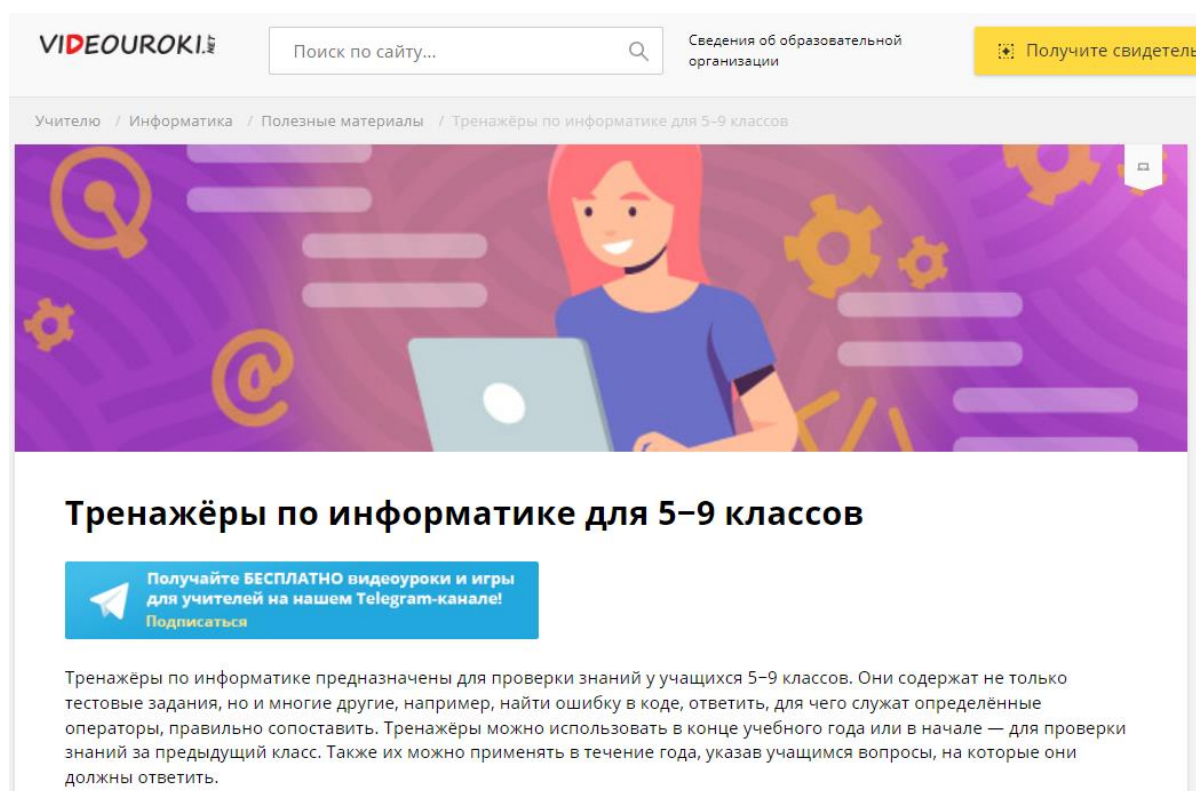


Рисунок 7 – Фрагмент тренажера VIDEOUROKI

Тренажёр за 9 класс содержит задания по всем главам учебника по информатике. Для сравнения характеристик рассмотренных тренажеров разработана таблица 2.

Таблица 2 – Сравнение характеристик тренажеров для подготовки к ОГЭ по информатике

Характеристика/балл	skills4u.ru	kogesimulator.myskills.ru	VIDEOUROKI
Интеллектуальная поддержка процесса подготовки к ОГЭ	2	0	0
Предоставление доступа к информационным ресурсам по информатике	1	0	0
Работа в режиме онлайн	3	3	0
Низкая совокупная стоимость владения	1	1	3
Итого	7	4	3

Таким образом, ни одно из рассмотренных решений не соответствует заданным требованиям. В этой связи представляет актуальность разработка интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Выводы к главе 1

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы:

- для повышения эффективности процесса подготовки к ОГЭ по информатике необходимо использовать интеллектуальный тренажер;
- как показал сравнительный анализ, ни одно из рассмотренных решений не соответствует заданным требованиям.

В этой связи представляет актуальность разработка интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Глава 2 Проектирование интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

2.1 Разработка логической модели интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

Для разработки интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике используем технологию машинного обучения.

«Логическая модель тренажера состоит из базовых диаграмм UML, отражающих отдельные аспекты системы: диаграммы вариантов использования, диаграммы классов и диаграммы деятельности.

Для разработки логической модели используем бесплатный онлайн-сервис Visual Paradigm» [21].

Для создания функциональной модели тренажера необходимо разработать ее диаграмму вариантов использования.

Диаграмма вариантов использования – это диаграмма UML, которая используется для выявления требований к системе. Она показывает, какие цели хотят достичь пользователи системы (называемые актерами) и какие функции системы (называемые вариантами использования) им для этого нужны.

Диаграмма вариантов использования также отображает отношения и зависимости между актерами и вариантами использования.

На диаграмме вариантов использования актеры изображаются в виде человечков, а варианты использования - в виде овалов. Актеры и варианты использования соединяются линиями, показывающими, как они взаимодействуют.

Варианты использования могут быть связаны друг с другом разными типами связей, такими как включение, расширение, обобщение и т.д.

Диаграмма вариантов использования обычно помещается внутри прямоугольника, который представляет границу системы

В результате анализа диаграммы «Как должно быть» бизнес-процесса подготовки к ОГЭ выделены следующие акторы: Обучающийся, Администратор, Классификатор, Блок вывода результатов, Блок тестирования.

Последние три актора являются компонентами интеллектуального тренажера.

Описание вариантов использования интеллектуального тренажера представлено в таблицах 3-8.

Таблица 3 – Описание прецедента: Обучить классификатор

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Обучить классификатор
ID	1
Краткое описание	Обучение классификатора
Главный актер	Администратор
Второстепенный актер	Классификатор
Предусловие	нет
Основной поток	Администратор обучает Классификатор
Постусловие	нет
Альтернативные потоки	нет» [20]

Таблица 4 – Описание прецедента: Выбрать тест

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Выбрать тест
ID	2
Краткое описание	Выбор теста
Главный актер	Обучающийся
Второстепенный актер	Блок тестирования
Предусловие	нет
Основной поток	Обучающийся выбирает тест
Постусловие	нет
Альтернативные потоки	нет» [20]

Таблица 5 – Описание прецедента: Пройти тестирование

«Элемент диаграммы»	Описание
Прецедент	Пройти тестирование
ID	3
Краткое описание	Прохождение тестирования по выбранной теме
Главный актер	Обучающийся
Второстепенный актер	Блок тестирования
Предусловие	Выбор теста
Основной поток	Обучающийся проходит тестирование
Постусловие	нет
Альтернативные потоки	нет» [20]

Таблица 6 – Описание прецедента: Сформировать контрольную выборку

«Элемент диаграммы»	Описание
Прецедент	Сформировать контрольную выборку
ID	4
Краткое описание	Формирование контрольной выборки для классификатора
Главный актер	Блок тестирования
Второстепенный актер	нет
Предусловие:	Прохождение теста
Основной поток	Блок тестирования формирует контрольную выборку для классификатора
Постусловие	нет
Альтернативные потоки	нет» [20]

Таблица 7 – Определить уровень подготовки

«Элемент диаграммы»	Описание
Прецедент	Определить уровень подготовки
ID	5
Краткое описание	Определить уровень подготовки Обучающегося
Главный актер	Классификатор
Второстепенный актер	нет
Предусловие	Обучение классификатор, Формирование контрольной выборки
Основной поток	Классификатор определяет уровень подготовки Обучающегося
Постусловие	нет
Альтернативные потоки	нет» [20]

Таблица 8 – Описание прецедента: Вывести результаты и ссылки на обучающие интернет-ресурсы

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Вывести результаты и ссылки на обучающие интернет-ресурсы
ID	6
Краткое описание	Вывести результаты и ссылки на обучающие интернет-ресурсы
Главный актер	Блок вывода результатов
Второстепенный актер	нет
Предусловие	Определение уровня подготовки Обучающегося
Основной поток	Блок вывода результатов выводит на дисплей результаты и ссылки на обучающие интернет-ресурсы
Постусловие:	нет
Альтернативные потоки	нет» [20]

Диаграмма вариантов использования интеллектуального тренажера показана на рисунке 8.

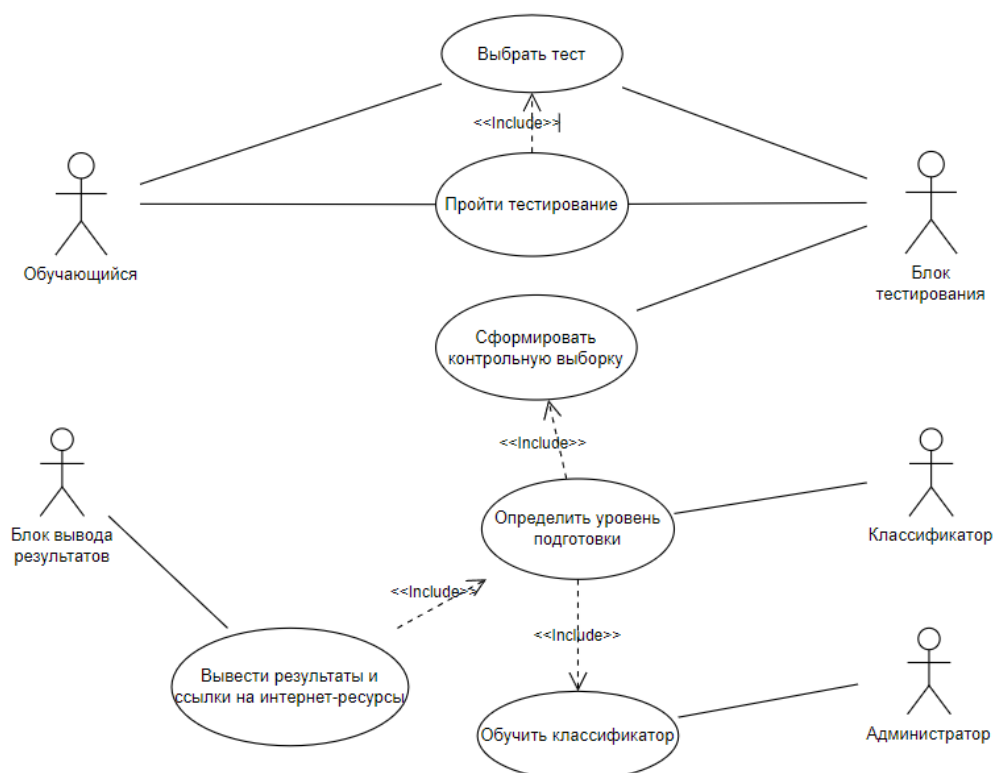


Рисунок 8 – Диаграмма вариантов использования интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

Разработанная диаграмма вариантов использования отражает функциональный аспект интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Диаграмма классов — это диаграмма, которая показывает структуру системы, состоящей из классов, их атрибутов, методов и связей между ними.

Диаграмма классов используется для моделирования объектно-ориентированных систем с разных точек зрения: концептуальной, спецификации и реализации.

Диаграмма классов является одним из типов структурных диаграмм в языке моделирования UML.

Диаграмма классов интеллектуального тренажера представлена на рисунке 9.

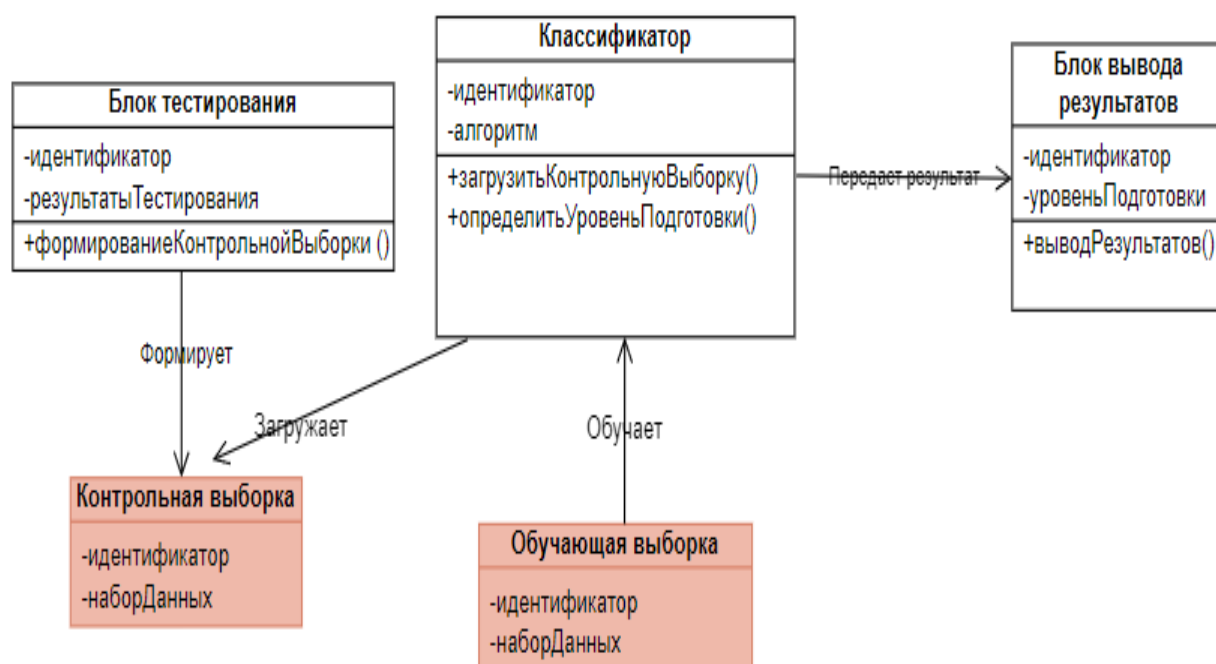


Рисунок 9 – Диаграмма классов интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

Спецификация диаграммы классов интеллектуального тренажера представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Спецификация диаграммы классов интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

«Класс	Описание
Классификатор	Класс объектов, моделирующих на логическом уровне классификатор тренажера
Блок тестирования	Класс объектов, моделирующий на логическом уровне блок тестирования тренажера
Блок вывода результатов	Класс объектов, моделирующий на логическом уровне блок вывода результатов тренажера
Обучающая выборка	Класс объектов, моделирующий на логическом уровне обучающую выборку для классификатора
Контрольная выборка	Класс объектов, моделирующий на логическом уровне контрольную выборку для классификатора» [7]

Диаграмма деятельности UML - это вид диаграммы, которая показывает, какие действия выполняются в системе или бизнес-процессе.

Она состоит из разных фигур, соединенных стрелками, которые обозначают поток управления или данных.

Диаграмма деятельности UML может быть полезна для визуализации конкретных случаев использования, параллельных или условных действий, отправки и получения сигналов и т.д.

На рисунке 10 показана диаграмма деятельности интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

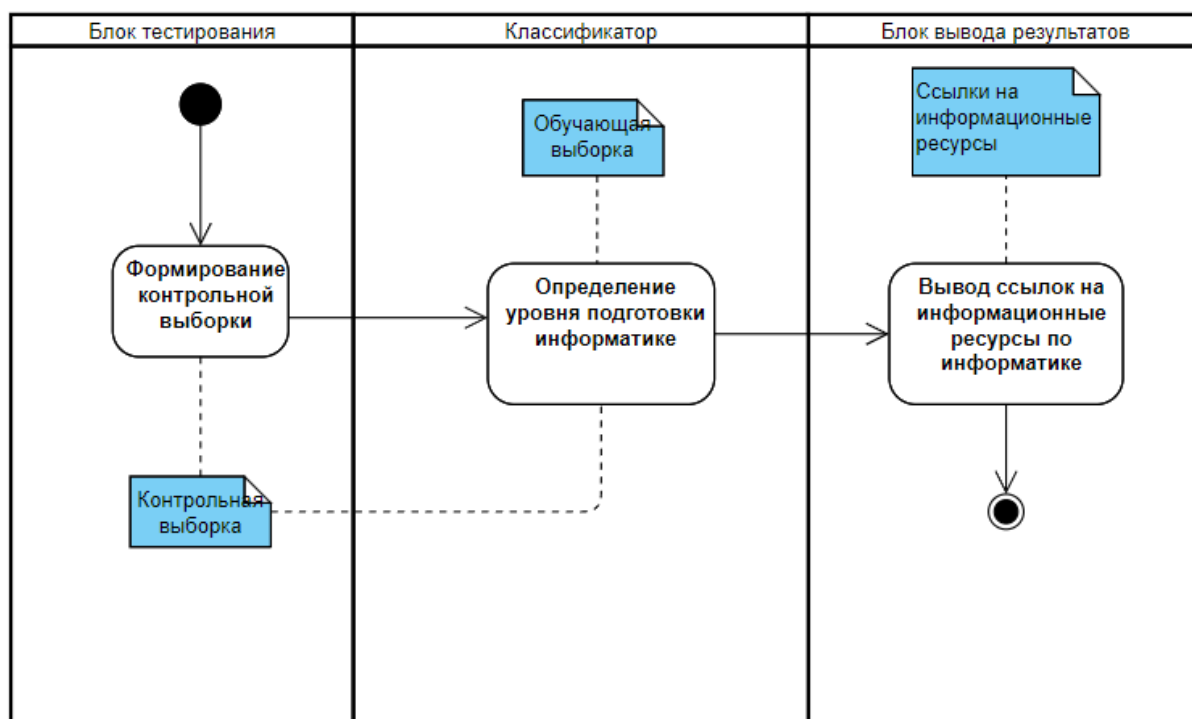


Рисунок 10 – Диаграмма деятельности интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

Диаграмма последовательности отражает динамический аспект интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

2.2 Выбор алгоритма классификации для интеллектуального тренажера

Для выбора алгоритма классификации для интеллектуального тренажера рассмотрены характеристики наивного байесовского алгоритм, алгоритма SVM и алгоритма KNN.

Наивный байесовский алгоритм - это алгоритм классификации, который использует теорему Байеса для вычисления вероятности принадлежности объекта к определенному классу на основе его признаков. Он называется наивным, потому что он делает предположение, что все признаки независимы друг от друга при заданном классе, что может быть не всегда верно на практике.

Алгоритм SVM (Support Vector Machines) - это алгоритм машинного обучения, который используется для решения задач классификации и регрессии. Он строит гиперплоскость в n-мерном пространстве, которая разделяет объекты двух или более классов с максимальным зазором. Зазор - это расстояние между ближайшими точками разных классов к гиперплоскости. Чем больше зазор, тем лучше обобщающая способность классификатора.

Блок-схема алгоритм SVM показана на рисунке 11.

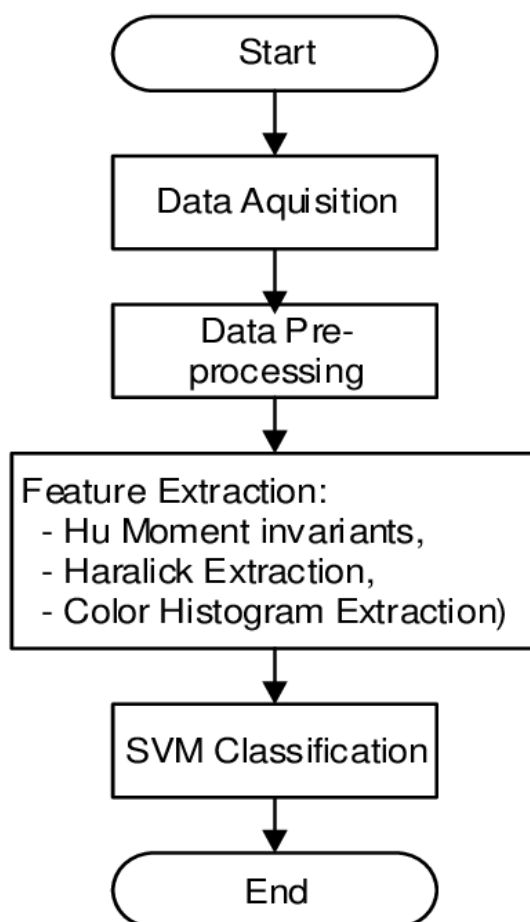


Рисунок 11 – Блок-схема алгоритма SVM

Однако, не все данные можно разделить линейно. В таких случаях, SVM использует ядра - специальные функции, которые позволяют перевести исходные данные в пространство более высокой размерности, где они становятся линейно разделимыми. Существуют разные виды ядер, такие как

полиномиальное, радиально-базисное, сигмоидальное и т.д.

Алгоритм KNN (K-ближайших соседей) - это один из самых простых алгоритмов машинного обучения, который используется для решения задач классификации и регрессии. Он основан на идее, что объекты одного класса находятся ближе друг к другу, чем к объектам других классов. Алгоритм KNN относит объект к тому классу, который является наиболее частым среди его k ближайших соседей.

Блок-схема алгоритма KNN показана на рисунке 12.

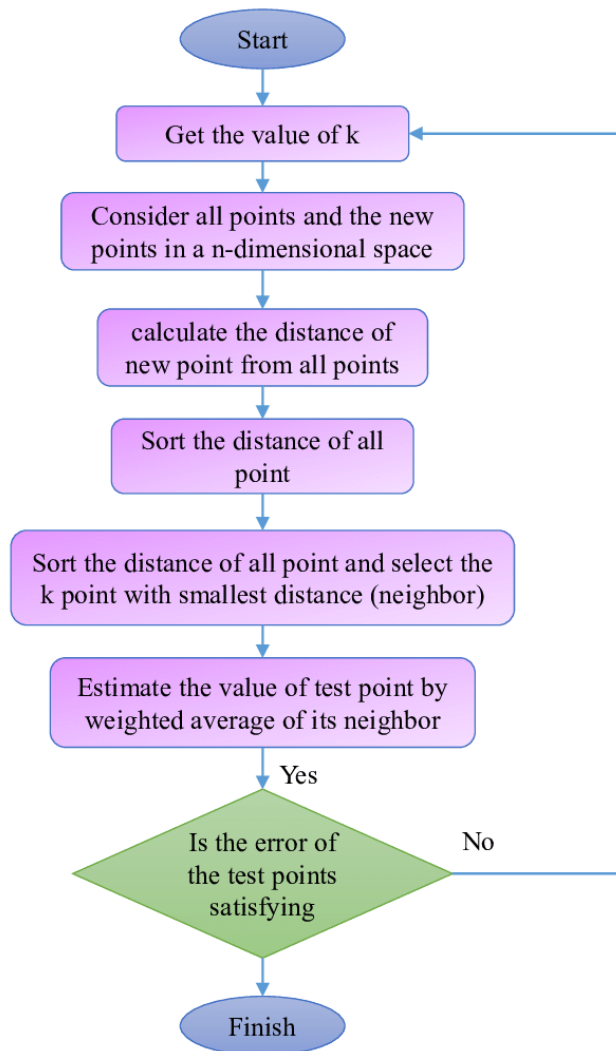


Рисунок 12 – Блок-схема алгоритма KNN

Алгоритм KNN работает следующим образом:

- выбирается число k - количество соседей, которые будут учитываться;
- для каждого объекта из тестовой выборки вычисляется расстояние до всех объектов из обучающей выборки по заданной метрике (например, евклидова или манхэттенская);
- отбираются k объектов из обучающей выборки, которые имеют минимальное расстояние до тестового объекта;
- если задача классификации, то тестовому объекту присваивается тот класс, который встречается чаще всего среди его k соседей. Если задача регрессии, то тестовому объекту присваивается среднее или медианное значение целевой переменной среди его k соседей.

Для выбора алгоритма классификации составлена таблица 10.

Таблица 10 – Сравнение алгоритмов классификации

Алгоритм	Преимущества	Недостатки
Наивный байесовский алгоритм	Простота и скорость обучения и предсказания. Низкие требования к объему и качеству данных. Хорошая работа с категориальными и текстовыми данными. Возможность учитывать априорную информацию о классах	Низкая точность на данных с сильной зависимостью между признаками. Проблема нулевых вероятностей при отсутствии некоторых комбинаций классов и признаков в обучающих данных. Чувствительность к несбалансированности классов
SVM	Высокая точность и устойчивость к шуму Способность работать с данными большой размерности Возможность использовать разные ядра для разных задач	Высокая вычислительная сложность и требовательность к памяти Чувствительность к выбору параметров и ядра Сложность интерпретации результата

Продолжение таблицы 10

KNN	<p>Простота и интуитивность алгоритма Не требует сложных вычислений при обучении Способность адаптироваться к нелинейным границам классов Возможность использовать разные метрики расстояния и веса соседей</p>	<p>Высокая вычислительная сложность и требовательность к памяти при предсказании Чувствительность к выбору параметра k и масштабированию признаков Проблема проклятия размерности при большом количестве признаков Низкая эффективность при наличии шума и выбросов в данных</p>
-----	--	--

На основании результатов анализа характеристик алгоритмов классификации выбираем алгоритм KNN как наиболее простой для реализации и не требующий сложных вычислений при обучении.

Выводы к главе 2

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы:

- для разработки интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике используется технология машинного обучения;
- для выбора алгоритма классификации для интеллектуального тренажера рассмотрены характеристики наивного байесовского алгоритм, алгоритма SVM и алгоритма KNN.

На основании результатов анализа характеристик алгоритмов классификации выбран алгоритм KNN как наиболее простой для реализации и не требующий сложных вычислений при обучении.

Глава 3 Реализация интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике и оценка эффективности проектных решений

3.1 Реализация интеллектуального тренажера

Для представления программной и технической архитектур тренажера разработаны диаграмма компонентов и диаграмма развертывания системы, соответственно.

Диаграмма компонентов — это диаграмма, которая показывает структуру и взаимодействие компонентов в системе. Компоненты — это части системы, которые имеют определенную функцию и могут быть заменены на другие. Компоненты могут быть программными или аппаратными, и они связаны друг с другом через интерфейсы.

Диаграмма компонентов используется для моделирования архитектуры системы с разных точек зрения: логической, физической или реализации. Диаграмма компонентов является одним из типов структурных диаграмм в языке моделирования UML.

Диаграмма компонентов интеллектуального тренажера показана на рисунке 13.

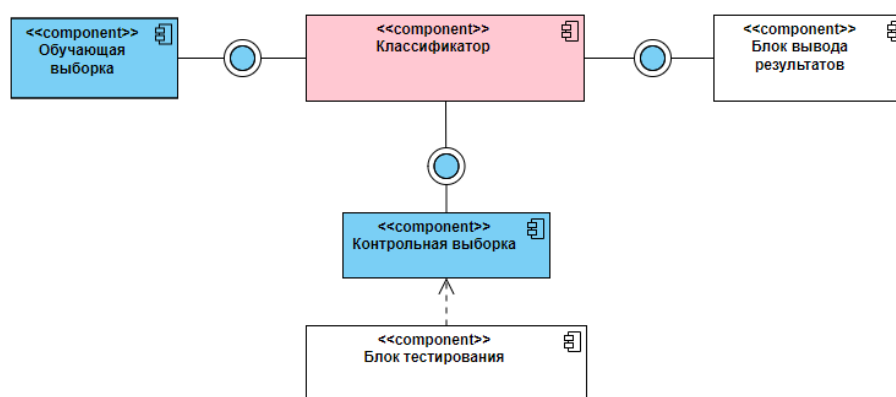


Рисунок 13 – Диаграмма компонентов интеллектуального тренажера

Диаграмма развертывания — это диаграмма, которая показывает, какие программные и аппаратные компоненты системы связаны друг с другом и как они распределены в пространстве. Диаграмма развертывания используется для моделирования физической архитектуры системы с разных точек зрения: логической, физической или реализации. Диаграмма развертывания является одним из типов структурных диаграмм в языке моделирования UML.

Диаграмма развертывания интеллектуального тренажера показана на рисунке 14.

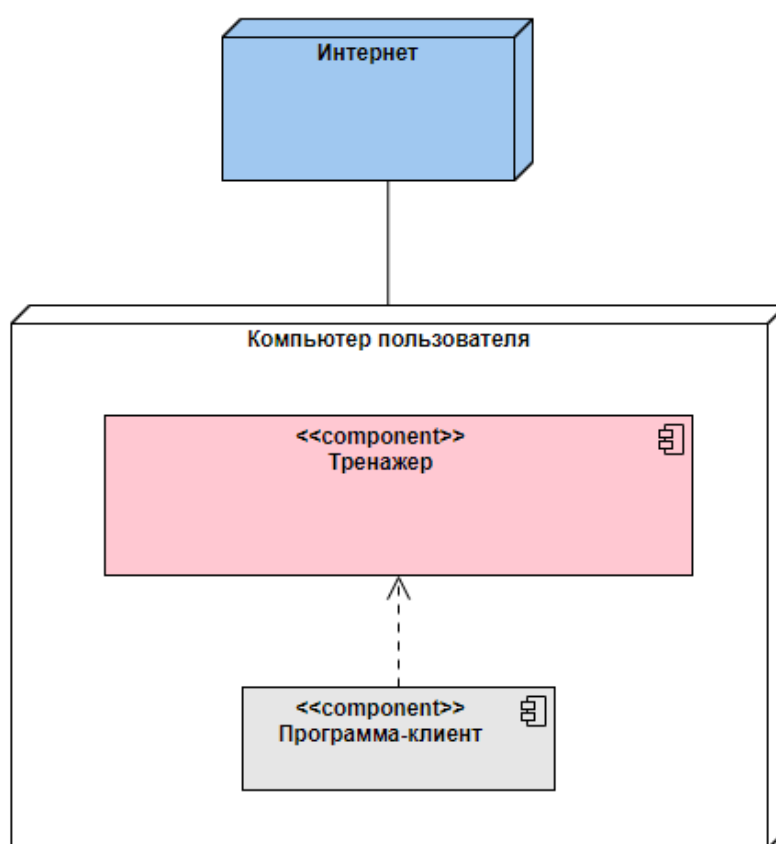


Рисунок 14 – Диаграмма развертывания интеллектуального тренажера

Для реализации классификатора тренажер использована среда Python 3 Jupyter Notebook (anaconda) с пакетом MO Scikit-learn [12, 17].

На рисунке 15 показан программный код классификатора и результаты его работы.

```

1 # Загружаем данные
2 import pandas as pd
3 train_df = pd.read_csv('E:\\vkr\LeanSet.csv')
4 test_df = pd.read_csv('E:\\vkr\ContrSet.csv')
5 from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
6 predictors = ['x1', 'x2', 'x3', 'x4', 'x5']
7 outcome = 'y'
8 new_record = test_df.loc[0:4, predictors]
9 print('Обучающая выборка:')
10 #print(new_record)
11 x = train_df.loc[0:, predictors]
12 #print(x)
13 y = train_df.loc[0:, outcome]
14 #print(y)
15 kNN = KNeighborsClassifier(n_neighbors=1)
16 kNN.fit(x, y)
17 print(x)
18 gr=kNN.predict(new_record)
19 print('')
20 print('Контрольная выборка',kNN.predict_proba(new_record))
21 print('Уровень подготовки:',gr)
22
23
24
25

```

Обучающая выборка:

	x1	x2	x3	x4	x5
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	1
4	0	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1

Контрольная выборка [[0. 0. 0. 0. 1. 0.]]

Уровень подготовки: [5]

Рисунок 15 – Программный код и результаты работы классификатора

Обучающая выборка сформирована из файла рабочей книги Excel, фрагмент которого показан на рисунке 16 [9].

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	x1	x2	x3	x4	x5	y											
2	0	0	0	0	0	1											
3	0	0	0	0	1	2											
4	0	0	0	1	1	3											
5	0	0	1	1	1	4											
6	0	1	1	1	1	5											
7	1	1	1	1	1	6											

Рисунок 16 – Фрагмент XLSX- файла обучающей выборки

В таблице:

x1-x5 – результаты прохождения теста обучаемым;

y – уровень подготовки обучаемого.

Далее с помощью онлайн-конвертора данный файл был преобразован в формат CSV (рисунок 17) [22].

```
x1,x2,x3,x4,x5,y
0,0,0,0,0,1
0,0,0,0,1,2
0,0,0,1,1,3
0,0,1,1,1,4
0,1,1,1,1,5
1,1,1,1,1,6
```

Рисунок 17 – Данные CSV-файла обучающей выборки

Данный файл использован в качестве обучающей выборки для классификатора.

В качестве контрольной выборки используется последовательность, показанная на рисунке 18.

	A	B
1	x1,x2,x3,x4,x5,y	
2	0,1,1,1,1	

Рисунок 18 – Данные CSV-файла контрольной выборки

После предсказания уровня подготовки обучаемого, кроме результатов тестирования он получает ссылки на доступные обучающие ресурсы по разделам информатики, по которым у него обнаружены проблемы в подготовке.

3.2 Оценка экономической эффективности проекта разработки

«Для оценки экономической эффективности интеллектуального тренажера выбрана методика сравнения затрат на аренду обычного тренажера (базовый вариант) и использование интеллектуального тренажера (проектный вариант).

В калькуляцию себестоимости базового варианта проекта разработки тренажера включаются следующие статьи затрат» [4]:

- затраты на покупку обычного тренажера (ЗБ₁);
- затраты на услуги репетитора (ЗБ₂).

В базовом варианте проекта для подготовки к ОГЭ по информатике использован тренажер VIDEOUROKI.

Средняя цена тренажера составляет 3000 руб [14].

Как показывает практика, работа с такими тренажерами неэффективна без участия репетитора.

Средняя стоимость услуг репетитора по информатике составляет 700 руб/час [1].

Если предположить, что занятие проводятся еженедельно в течение 6

мес., то затраты базового варианта $C_{\text{баз}}$ составят (1):

$$C_{\text{баз}} = 3B_1 + 3B_2 = 3000 + 700 \cdot 24 = 3000 + 16800 \approx 20000 \text{ руб.} \quad (1)$$

В проектном варианте разработки для подготовки к ОГЭ по информатике используется интеллектуальный тренажер.

В калькуляцию себестоимости проектного варианта входят затраты на аренду интеллектуального тренажера $3П_1$.

Средняя стоимость аренды такого тренажера за 6 мес. составляет 5000 руб [13]:

$$C_{\text{пр}} = 3П_1 = 5000 \text{ руб.} \quad (2)$$

Сформируем таблицу и диаграмму показателей экономической эффективности применения (таблица 11, рисунок 19).

Таблица 11 – Показатели эффективности применения интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике

«Затраты»		Абсолютное изменение затрат	Коэффициент относительного снижения затрат	Индекс снижения затрат
Базовый вариант	Проектный вариант			
$C_{\text{баз}}$ (руб.)	$C_{\text{пр}}$ (руб.)	$\Delta C = C_{\text{баз}} - C_{\text{пр}}$ (руб.)	$K_C = \Delta C / C_{\text{баз}} \times 100\%$	$Y_C = C_{\text{баз}} / C_{\text{пр}}$
20000	5000	15000	75	4» [4]

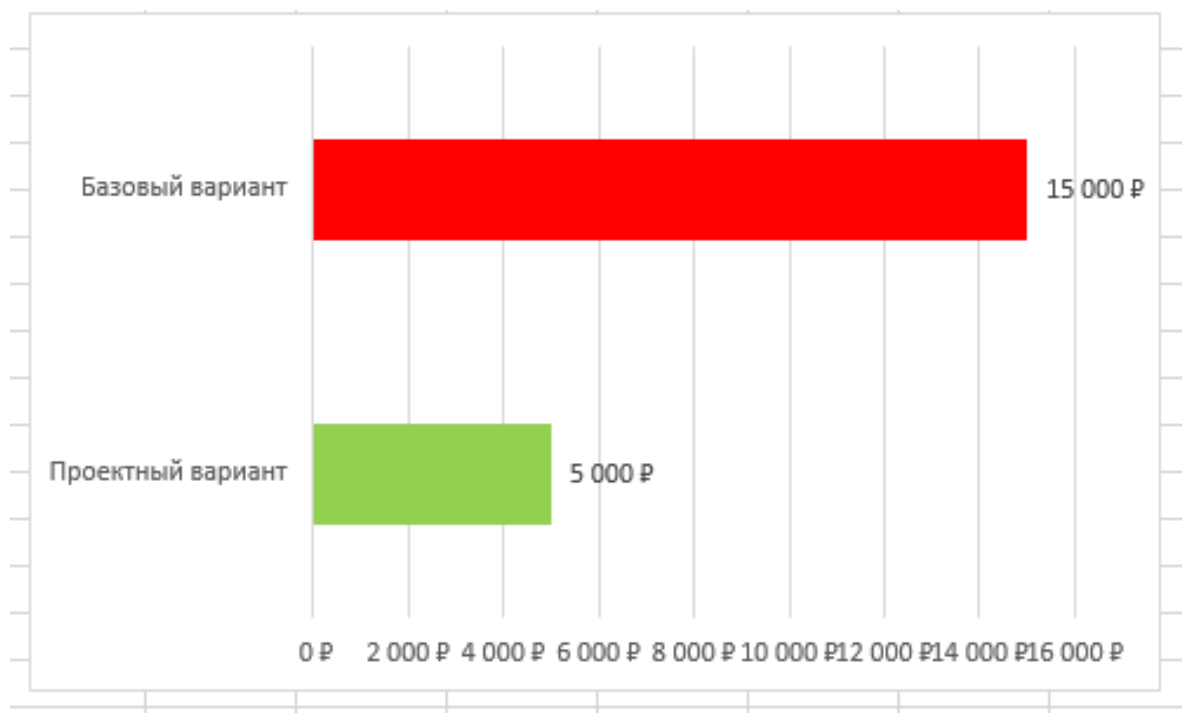


Рисунок 19 – Диаграмма сравнения затрат на применение тренажеров для подготовки к ОГЭ по информатике

«Таким образом, затраты при применении интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике затраты сократились в 4 раза.

Срок окупаемости затрат на проектный вариант ($T_{ок}$) определяется по формуле (3):

$$T_{ок} = K_{п} / \Delta C \text{ (мес.)}, \quad (3)$$

где $K_{п} = C_{пр}$ – затраты на реализацию проектных решений (применение интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике).

Следовательно, срок окупаемости проектного решения равен (4):

$$T_{ок} = 5000 / 15000 \approx 0,5 \text{ мес.} \quad (4)$$

Представленные расчеты подтвердили существенное снижение затрат на подготовку к ОГЭ по информатике, и, следовательно, эффективность

проектного решения.

На основании представленных расчетов можно сделать вывод об эффективности проекта разработки интеллектуального тренажера» [4].

Выводы по главе 3

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы:

- для разработки классификатора прототипа тренажера использован язык Python и пакет МО Scikit-learn;
- функционал интеллектуального тренажера отвечает сформулированным требованиям;
- применение интеллектуального тренажера позволит сократить затраты по подготовке к ОГЭ по информатике в 4 раза.

Представленные расчеты позволяют сделать вывод об эффективности проектного решения.

Заключение

Бакалаврская работа посвящена актуальной проблеме разработки интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.

Выполненные в работе научные и практические исследования представлены следующими основными результатами:

- произведен анализ предметной области автоматизации и выполнена постановка задачи на разработку интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике. Одним из направлений цифровизации УЦ ДПО является внедрение в процессы предэкзаменационной подготовки интеллектуальных тренажеров, обеспечивающих повышение эффективности данных процессов. Разработаны требования к интеллектуальному тренажеру. Как показал сравнительный анализ, ни одно из рассмотренных решений не соответствует заданным требованиям. В этой связи представляет актуальность разработка интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике.
- выполнено проектирование интеллектуального тренажера. «Логическая модель интеллектуального тренажера состоит из базовых диаграмм UML, отражающих отдельные аспекты системы: диаграммы вариантов использования, диаграммы классов и диаграммы деятельности» [7]. Для разработки диаграммы вариантов использования применяется концептуальная модель бизнес-процесса подготовки к ОГЭ «Как должно быть». Для разработки интеллектуального тренажера для подготовки к ОГЭ по информатике используется технология машинного обучения. Для выбора алгоритма классификации для интеллектуального тренажера рассмотрены характеристики наивного байесовского алгоритм, алгоритма SVM и алгоритма KNN. На основании результатов анализа характеристик алгоритмов классификации выбран алгоритм

KNN как наиболее простой для реализации и не требующий сложных вычислений при обучении;

- выполнена реализация проектных решений и произведена оценка их эффективности. Для разработки классификатора прототипа тренажера использован язык Python и пакет МО Scikit-learn. Как показало тестирование, функционал интеллектуального тренажера отвечает сформулированным требованиям. Как показал анализ эффективности, применение интеллектуального тренажера позволит сократить затраты по подготовке к ОГЭ по информатике в 4 раза. Представленные расчеты позволяют сделать вывод об эффективности проектного решения.

«Результаты бакалаврской работы представляют практический интерес и могут быть рекомендованы разработчикам, которые занимаются разработкой информационных систем для автоматизации деятельности предприятий социально-экономической сферы» [3].

Список используемой литературы и используемых источников

1. Ваш репетитор [Электронный ресурс]. URL: <https://smr.repetitors.info/> (дата обращения: 10.10.2023).
2. Веб-тренажер ОГЭ [Электронный ресурс]. URL: <https://kogesimulator.myskills.ru/> (дата обращения: 10.10.2023).
3. Грекул В. И. Проектирование информационных систем : учебное пособие / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. URL: <https://www.iprbookshop.ru/97577.html> (дата обращения: 14.10.2023).
4. Гущина О.М., Очеповский А.В., Рогова Н.Н. Прикладная информатика. Бизнес-информатика. Выполнение бакалаврской работы: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск.
5. Иорданский М. А., Мухин Н. А. Учебные компьютерные тренажеры - важный класс новых образовательных продуктов // Вестник Мининского университета. 2016. №2 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchebnye-kompyuternye-trenazhery-vazhnyy-klass-novyh-obrazovatelnyh-produktov> (дата обращения: 10.10.2023).
6. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Методы оценки и измерения характеристик информационных систем. Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. 264 с.
7. Леоненков А. В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с использованием UML и IBM Rational Rose : учебное пособие. М. : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. 317 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/97554.html> (дата обращения: 13.03.2023).
8. Ликсина Е. В., Смирнова А. А. Применение программы-тренажера для подготовки будущих абитуриентов к ЕГЭ по информатике и ИКТ // Евразийский Союз Ученых. 2015. №5-4 (14). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-programmy-trenazhera-dlya-podgotovki-buduschih-abiturentov-k-ege-po-informatike-i-ikt> (дата обращения: 10.10.2023).

9. Моделирование информационного обеспечения [Электронный ресурс]. URL: <https://intuit.ru/studies/courses/2195/55/lecture/1636?page=3> (дата обращения: 13.03.2023).

10. Молоткова Н. В., Хазанова Д.Л. Реинжиниринг бизнес-процессов: учебное пособие. Тамбов : ТГТУ. 81 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/99785.html> (дата обращения: 12.03.2023).

11. Романова Ю.В. Использование тренажеров на уроке информатики [Электронный ресурс]. URL: <https://urok.1sept.ru/articles/677048> (дата обращения: 10.10.2023).

12. Среда разработки Anaconda [Электронный ресурс]. URL: <https://www.anaconda.com/> (дата обращения: 10.10.2023).

13. Тренажер по информатике [Электронный ресурс]. URL: <https://skills4u.ru/school/informatika/> (дата обращения: 10.10.2023).

14. Тренажёры по информатике VIDEOUROKI [Электронный ресурс]. URL: <https://videouroki.net/blog/trienazhiory-po-informatikie-dlia-5-9-klassov.html> (дата обращения: 10.10.2023).

15. Что такое ЕГЭ, ОГЭ, ГВЭ и ГИА? [Электронный ресурс]. URL: <https://v-insayte.ru/egeoge> (дата обращения: 10.10.2023).

16. BPMN.Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://bpmn.studio/> (дата обращения: 10.10.2023).

17. Scikit-learn. Машинное обучение в Python [Электронный ресурс]. URL: <https://scikit-learn.ru/> (дата обращения: 10.10.2023).

18. Software Requirements [Электронный ресурс]. URL: <http://beervolume.com/oop/2020/software-requirements/> (дата обращения: 12.09.2023).

19. Troussas C. et al. Using Hierarchical Modeling of Thinking Skills to Lead Students to Higher Order Cognition and Enhance Social E-Learning [Электронный

ресурс]. URL:https://www.researchgate.net/figure/Overview-of-this-e-learning-systems-architecture_fig1_330878038 (дата обращения: 10.10.2023).

20. UML 2.ru – Сообщество Аналитиков [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uml2.ru/> (дата обращения: 13.03.2023).

21. Visual Paradigm [Электронный ресурс]. URL: <https://online.visual-paradigm.com/> (дата обращения: 10.10.2023).

22. XLSX to CSV Converter [Электронный ресурс]. URL: <https://cloudconvert.com/xlsx-to-csv> (дата обращения: 10.10.2023).