

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.932 + 004.62

Харлов  
Артём Андреевич

Система автоматизации проведения бумажного тестирования

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание академической степени  
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель  
Парамонов А.И.  
к.т.н., доцент

Минск 2020

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Проведение тестирования все чаще применяется в самых различных сферах деятельности человека. В настоящее время многие учебные заведения начинают переходить на тестирование как одно из основных средств контроля знаний и умений учащихся и поступающих. В связи с этим разработка информационных систем по сопровождению и автоматизации процессов аттестации в виде тестов становится все более востребованной и актуальной.

Существующие инструментальные средства не позволяют покрыть многообразие вариантов условий проведения тестирования. Применение компьютерного тестирования не всегда технически возможно в следствии отсутствия компьютеризированных рабочих мест, традиционные подходы бумажного тестирования, требуют ручной обработки большого количества информации. Избавившись от недостатков, мы получим систему проведения бумажного тестирования, которая не требует дополнительных трат на оборудование для выполнения. Таким образом, оптимальным в организационном смысле является технология, которая не требовательна к ресурсам на этапе организации процесса тестирования, и автоматизировала бы механическую, рутинную работу проверяющего, агрегируя данные проверки в единую информационную систему.

Традиционные подходы бумажного тестирования требуют ручной обработки большого количества информации, подсчет баллов ведёт преподаватель, на что затрачивается значительное время, так как проверяющему необходимо сверить ответ студента с правильным ответом на каждый тест, подсчитать количество правильных ответов и сумму баллов для определения оценки. Применение компьютерного тестирования не всегда технически возможно в следствии отсутствия компьютеризированных рабочих мест. Таким образом, оптимальным в организационном смысле является технология, которая не требовательна к ресурсам на этапе организации процесса тестирования, и автоматизировала бы механическую, рутинную работу проверяющего, агрегируя данные проверки в единую информационную систему.

Система автоматизации проведения бумажного тестирования должна усовершенствовать процесс проведения тестирования, улучшить показатели обработки информации, повысить степень достоверности, путем уменьшения влияния человеческого фактора в ходе проверки результатов, и уменьшить количество времени, затрачиваемого при проведении тестирования.

В диссертационной работе исследуется проблема проведения бумажного тестирования и шаги по его совершенствованию за счет применения цифровых технологий.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи исследования**

*Целью* диссертационной работы является исследование проблемы автоматизации тестирования и разработка программного обеспечения по автоматизации процессов проведения бумажного тестирования и ее решение в виде информационной системы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ процессов при бумажном тестировании.
2. Исследование методов автоматизации тестирования.
3. Поиск и анализ существующих подходов.
4. Разработка алгоритмов и методов решения поставленной задачи.
5. Реализация программного обеспечения и проведение компьютерного эксперимента.

*Объектом* исследования является бумажное тестирование.

*Предметом* исследования являются задачи автоматизации процессов.

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническим заданием и планом работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработка моделей, методов, алгоритмов, повышающих показатели проектирования, внедрения и эксплуатации программных средств для перспективных платформ обработки информации, решения интеллектуальных задач, работы с большими массивами данных и внедрение в современные обучающие комплексы» (ГБ № 16-2004, № ГР 20163588, научный руководитель НИР – Н. В. Лапицкая).

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Проведение тестирования все чаще применяется в самых различных сферах деятельности человека. В настоящее время многие учебные заведения используют тестирование как одно из основных средств контроля знаний и умений учащихся и поступающих. В связи с этим разработка информационных систем по сопровождению и автоматизации процессов аттестации в виде тестов становится все более востребованной и актуальной.

## **Апробация результатов диссертации**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 55-й юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2018); VIII Международной научно-практической конференции «Вычислительные методы, модели и образовательные технологии» (Брест, Беларусь, 2019); 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2020).

## **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 3 печатных работы в сборниках трудов и материалов конференций, включая международные.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложения. В первой главе представлен обзор предметной области, выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, определены шаги их решения, проведен анализ существующих решений, рассмотрены средства идентификации бланков. Вторая глава посвящена разработке математических и алгоритмических моделей автоматизации, определена модель бланка, описаны методы автоматической обработки изображений, разработаны алгоритмы распознавания бланков и проверки результатов тестирования. В третьей главе произведено моделирование предметной области, разработаны функциональные требования и спецификации к программному средству. В четвертой главе выполнено проектирование программного средства для автоматизации проведения бумажного тестирования, выбраны средства разработки, разработана схема базы данных, выполнено проектирование необходимых классов, проведено тестирование программного средства. В пятой главе описана методика использования системы автоматизации, проведен компьютерный эксперимент.

Общий объем работы составляет 97 страниц, из которых основного текста – 71 страница, 53 рисунка на 23 страницах, 13 таблиц на 8 страницах, список использованных источников из 42 наименований на 3 страницах и 1 приложения на 23 страницах.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В первой главе был выполнен обзор вопроса бумажного тестирования, в рамках которого изучены все проблемы и достижения этого подхода. Это позволило определить основные процессы, которые требуют автоматизации и сформулировать шаги по их выполнению.

Проведен анализ существующих подходов, в результате которого была составлена сравнительная таблица, выявлены все достоинства и недостатки рассматриваемых систем. На основе анализа были выделены проблемы существующих подходов и систем.

Основными требованиями к системе автоматизации проведения бумажного тестирования являются:

- минимальное количество необходимой ручной работы;
- достоверность результатов;
- уменьшение влияния человеческого фактора на результаты;
- возможность ежедневного использования;
- автоматическое распознавание ответов.

Выделена задача разработать систему, удовлетворяющую основным требованиям, при этом имея интуитивно понятный интерфейс взаимодействия и высокий уровень быстродействия.

Во второй главе разработан формат бланка для проведения бумажного тестирования, который включает в себя: QR-код, часть с вопросами и отрывную часть сетки ответов. QR-код позволит идентифицировать тест при проверке, а так же, благодаря наличию выравнивающих узоров в QR-коде, поможет верно позиционировать бланк во время распознавания изображения.

Обработка изображений бланков бумажного тестирования включает в себя следующие этапы:

- определение формы бланка на изображении;
- выравнивание изображения по осям  $x$ ,  $y$ ;
- распознавание QR-кода;
- распознавание ответов.

Перед процессом распознавания ответов с изображения его необходимо обработать с целью удаления лишних шумов, коррекции цвета и контраста. Для этих целей можно использовать методы линейного усреднения точек по соседям, медианной фильтрации, морфологических преобразований, линеаризации.

Алгоритм проверки результатов тестирования позволяет корректировать результаты, полученные автоматическим распознаванием, с целью исправления ошибок распознавания. Для ведения статистики экзаменатор имеет возможность указать экзаменуемого, при наличии информации о нем и проведении тестирования в открытом виде, в противном случае данная информация может быть введена позже.

В третьей главе разработана бизнес-модель процесса тестирования, которая предполагает использование системы, автоматизирующей некоторые действия подготовки проведения бумажного тестирования и подсчета результатов его проведения, тем самым упрощая труд экзаменатора, уменьшая при этом человеческий фактор.

Построенная функциональная модель показывает возможности использования программного средства и включает в себя редактирование вопросов, создание тестов, вывод результатов и загрузку изображений для проверки.

Информационная модель базы данных представляет набор необходимых сущностей для реализации системы автоматизации проведения бумажного тестирования. Основными сущностями которой являются: Subjects, Questions, Answers и Tests.

Спецификация к программному средству включает в себя требования применимые к базе данных, логике работы программного средства, графическому отображению, запуску, работе и разработки в целом. Следование необходимым параметрам запуска позволит программному средству работать с учетом всех перечисленных требований.

В четвертой главе были выбраны средства разработки. Использование .NET-фреймворка для разработки совместно с MSSQL в качестве сервера баз данных позволит удовлетворить поставленные цели и задачи, а также соответствовать спецификациям, предъявляемым к системе. Сервер приложения будет работать на платформе ASP.NET.

Построенная логическая модель базы данных учитывает сущности, определенные в информационной модели и показывает связи, необходимые для реализации реляционной базы данных.

Физическая модель базы данных отражает сущности и связи, построенные ранее, а также достоверно позволяет определить используемые типы данных для хранения информации.

На этапе разработки созданы классы программного средства. Классы объединены в сборки согласно своему логическому назначению. Разделение на сборки позволило выделить части кода, работающие непосредственно с базой данных, логикой работы программного средства и отображения конечному пользователю системы.

Программное средство реализует 3-х уровневую архитектуру, которая включает в себя следующие уровни: сервер баз данных, сервер приложений и клиентская часть.

В пятой главе описана методика использования программного средства. Она включает в себя описание запуска веб-сервера в локальной сети, включая настройку подключения к базе данных и ее создание, которое выполняется в автоматическом режиме.

Проведение эксперимента над программным средством с использованием 3 бланков разного заполнения и параметрами сканирования показало, что система успешно обрабатывает изображения, полученные со сканера, а результат распознавания ожидаем и показывает высокую точность.

Библиотека БГУИР

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты магистерского исследования можно сформулировать следующим образом:

– Проведено исследование проблемы и анализ существующих решений, что позволило определить основные процессы, которые требуют автоматизации и сформулировать шаги по их выполнению, выделены основные требования к системе автоматизации проведения бумажного тестирования.

– Изучен вопрос маркировки документов и построение бланков тестирования, что позволило создать модель бланка с использованием QR-кода, которая позволяет проводить автоматическую обработку изображений.

– Исследованы методы автоматической обработки изображений, что позволило разработать алгоритм, включающий в себя обработку цифровых изображений с целью устранения шумов, выравнивания цветового диапазона и тем самым увеличивая точность распознавания ответов.

– Моделирование предметной области и построение моделей бизнес-процессов показало возможность использования системы автоматизации проведения тестирования на этапах подготовки бланков и подсчета результатов, тем самым упрощая труд экзаменатора, уменьшая при этом человеческий фактор.

– В ходе разработки функциональных требований были определены варианты использования программного средства, построена информационная модель базы данных с выделением основных сущностей, а также составлена спецификация к программному средству, включающая в себя требования применимые к базе данных, логике работы программного средства, графическому отображению, запуску, работе и процессу разработки.

– Логическая и физическая модели базы данных построены опираясь на информационную модель, составленную в ходе разработки функциональных требования.

– На этапе разработки созданы классы программного средства. Классы объединены в сборки согласно своему логическому назначению. Разделение на сборки позволило выделить части кода, работающие непосредственно с базой данных, логикой работы программного средства и отображения конечному пользователю системы.

– Проведение компьютерного эксперимента помогло проверить систему с использованием различных символов в качестве обозначения ответа, определить рекомендуемое качество загружаемого изображения и удостоверится в работе алгоритма по распознаванию бланков тестирования.



## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Харлов, А. А. Обзор решений по автоматизации проведения бумажного тестирования / А. А. Харлов // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 157 – 159.

2. Парамонов А.И. Программное обеспечение для автоматизации проведения бумажного тестирования / А.И. Парамонов, А.А. Харлов // Вычислительные методы, модели и образовательные технологии: сб. материалов VIII междунар. НПК, Брест, 18 октября 2019 г.; под общ. ред. А.А.Козинского. – Брест: БрГУ, 2019. – С. 188-190.

3. Харлов, А. А. Обзор решений по автоматизации проведения бумажного тестирования / А. А. Харлов // Компьютерные системы и сети: 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18-20 мая 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020.