

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Система видеомониторинга и идентификации обучающегося в дистанционном обучении

УДК 004-028.23-047.36:004.056.523:378.662.018.43

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ71	Виноградов Кирилл Геннадьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеев А.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Алексеев Н.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Е.А.	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Общепрофессиональные компетенции
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
	Профессиональные компетенции
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
	Общекультурные компетенции
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
Уровень образования магистратура
Отделение школы (НОЦ) информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ71	Виноградов Кирилл Геннадьевич

Тема работы:

Система видеомониторинга и идентификация обучающегося в дистанционном обучении

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ №1325/с от 20.02.2019г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

01.06.2019

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<ol style="list-style-type: none">1. Система управления обучением «Moodle»2. Требования разработать видеомониторинга и идентификации обучающихся в дистанционном обучении
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">3. Обзор аналогов системы видеомониторинга и идентификации обучающихся4. Технологии разработки системы видеомониторинга и идентификации обучающихся5. Проектирование системы видеомониторинга и идентификации обучающихся6. Реализация системы видеомониторинга и идентификации обучающихся7. Результаты разработки системы

	видеомониторинга и идентификации обучающихся
Перечень графического материала	<i>Презентация в формате *.pptx.</i>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е.В.
Социальная ответственность	Алексеев Н.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение
Обзор аналогов системы видеомониторинга и идентификации обучающихся
Технологии разработки системы видеомониторинга и идентификации обучающихся

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.03.2019 г
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеев А.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM71	Виноградов К.Г.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Уровень образования магистратура
 Отделение школы (НОЦ) информационных технологий
 Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.09.2018	Получение задания	0
12.02.2019	Исследование темы, выбор методов и средств разработки	30
15.05.2019	Разработка системы видеомониторинга и идентификации обучающегося в дистанционном обучении	30
05.06.2019	Оформление пояснительной записки	20
05.06.2019	Социальная ответственность	10
05.06.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеев А.С.,	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Е.А.	к.т.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа 8ВМ71	ФИО Виноградов Кирилл Геннадьевич
-----------------	--------------------------------------

Школа Уровень образования	ИШИТР магистратура	Отделение школы (НОЦ) Направление/специальность	ОИТ 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
------------------------------	-----------------------	--	--

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Оклад доцента – 33664Р 2. Оклад инженера – 12663Р 3. Стоимость услуг Internet– 12Р/дн. 4. Стоимость одного кВт/час – 5,8 Р 5. Стоимость оборудования – 40000Р
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	6. 6-часовой рабочий день 7. 6-ти дневная рабочая неделя
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	8. Единый социальный налог – 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	9. Потенциальные потребители результатов исследования 10. SWOT-анализ
2. Разработка устава научно-технического проекта	11. Цели и результат проекта 12. Организационная структура проекта 13. Ограничения и допущения проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	14. План проекта 15. Бюджет научного исследования 16. Реестр рисков проекта
4. Оценка сравнительной эффективности исследования	17. Определение эффективности с позиции финансовой и ресурсной эффективности

Перечень графического материала

1. Матрица SWOT 2. Диаграмма Ганта 3. Потенциальные риски	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ71	Виноградов Кирилл Геннадьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8BM71	Виноградов Кирилл Геннадьевич

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, рабочая зона) и области его применения	Система видеомониторинга и идентификации обучающегося в дистанционном обучении
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	1. Специальные правовые нормы трудового законодательства; 2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	Вредные факторы: 1. Отклонения показателей микроклимата; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Превышение уровня шума; 4. Повышенный уровень электромагнитных излучений; Опасные факторы: 1. Электрический ток 2. Опасность возникновения пожара
3. Экологическая безопасность	Источники выбросов в атмосферу; Образование сточных вод и отходов. Мероприятия по снижению вредного воздействия на ОС
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Вероятные ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения и меры по их предупреждению

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Алексеев Н.А.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8BM71	Виноградов Кирилл Геннадьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа с. 103., рис. 22, табл. 22, источников 25, прил. 3.

Ключевые слова: прокторинг, видеомониторинг, идентификация, Moodle, WebRTC.

Объектом исследования является: задача повышения доверия к результатам оценивающих мероприятий, проводимых в дистанционной форме.

Цель работы – решение задачи повышения доверия к результатам оценивающих мероприятий, проводимых в дистанционной форме путем внедрения системы видеомониторинга и идентификации обучающихся в образовательную платформу Moodle.

В результате данной работы разработана система видеомониторинга и идентификации обучающихся.

Область применения: дистанционное тестирование.

В будущем планируется усовершенствование реализованного в работе системы, путем реализации отслеживания поведенческих трекеров.

Определения, обозначения, сокращения

Прокторинг – это процедура верификации личности испытуемого и дистанционного сопровождения онлайн экзаменов под контролем удаленного наблюдателя, который также именуется проктором, целью которой является повышение уровня доверия к результатам оценивающих мероприятий.

Автоматизированный прокторинг – это реализованная программными средствами система контроля за процессом дистанционного тестирования, основными функциями которой является верификация испытуемого и отслеживания нарушений во время прохождения экзаменов без участия наблюдателя.

NAT – это механизм в сетях TCP/IP, позволяющий преобразовывать IP-адреса транзитных пакетов.

UDP – один из ключевых элементов TCP/IP, набора сетевых протоколов для Интернета.

API – описание способов, которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой.

Firewall – технологический барьер, предназначенный для предотвращения несанкционированного или нежелательного сообщения между компьютерными сетями или хостами.

ПО – программа или множество программ, используемых для управления компьютером.

RTP – протокол передачи данных, работает на прикладном уровне и используется при передаче трафика реального времени.

JSON – текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript.

ГОСТ – Межгосударственный стандарт.

ПЭВМ – персональная электронно-вычислительная машина.

СанПиН – Санитарные нормы и правила.

1 Оглавление	
Реферат	8
Введение.....	14
1.1 Анализ задачи повышения доверия к результатам дистанционного образования.....	15
1.2 Цель работы и задачи	19
1 Обзор аналогов системы видеомониторинга и идентификации обучающихся	20
1.1 Система прокторинга «ProctorEdu»	20
1.2 Система прокторинга «Examus».....	21
2 Технологии разработки системы видеомониторинга и идентификации обучающихся	23
2.1 Система управления обучением «Moodle»	23
2.2 WebRTC	23
2.3 Janus WebRTC Server	27
2.4 face-api.js	28
3 Проектирование системы видеомониторинга и идентификации обучающихся	30
3.1 Требования к системе видеомониторинга и идентификации обучающихся	30
3.2 Описание инфраструктуры проектируемой системы	30
3.3 Описание процесса тестирования после внедрения системы видеомониторинга и идентификации обучающихся.....	31
4 Реализация системы видеомониторинга и идентификации обучающихся	35
4.1 Реализация системы видеомониторинга	35
4.2 Реализация идентификации обучающихся	37

5	Результаты разработки системы видеомониторинга и идентификации обучающихся	38
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	42
6.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности.....	42
6.2	Потенциальные потребители результатов исследования	42
6.3	Анализ конкурентных технических решений.....	42
6.4	SWOT-анализ.....	44
6.5	Оценка готовности проекта к коммерциализации	49
6.6	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	50
6.7	Инициация проекта.....	51
6.8	Цели и результат проекта.....	51
6.9	Организационная структура проекта.....	52
6.10	Ограничения и допущения проекта.	53
6.11	Планирование управления научно-техническим проектом ...	54
6.12	План проекта	54
6.13	Бюджет научного исследования.....	55
6.13.1	Материальные затраты на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;	55
6.13.2	Затраты на специальное оборудование для научных работ;	56
6.13.3	Заработная плата исполнителей проекта;	57
6.13.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);	59

6.13.5	Затраты на научные и производственные командировки; 60	60
6.13.6	Контрагентные расходы;	60
6.13.7	Накладные расходы.	60
6.13.8	Прочие прямые затраты	61
6.13.9	Формирование бюджета затрат проект	61
6.14	Реестр рисков проекта	62
6.15	Заключение	63
7	Социальная ответственность	64
7.1	Производственная безопасность	64
7.2	Анализ выявленных вредных факторов при разработке программного продукта.	65
7.2.1	Отклонение показателей микроклимата (температуры и влажности воздуха)	65
7.2.2	Недостаточная освещенность рабочей зоны	67
7.3	Анализ выявленных опасных факторов при разработке программного продукта	73
7.3.1	Опасность поражения электрическим током	73
7.3.2	Пожар	74
7.4	Экологическая безопасность	76
7.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	78
7.6	Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения	78
7.7	Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	80

7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	83
7.9 Заключение	85
Заключение	86
Список публикаций.....	87
Список используемых источников.....	88
Приложение А	91
Приложение Б.....	101
Приложение В	103

Введение

В процессе своего развития информационные технологии все глубже внедряются во все сферы общественной жизни. Внедрение информационных технологий в традиционные сферы бизнеса привело к созданию одних из самых удобных для потребителей сервисов начиная от онлайн банкинга заканчивая агрегацией такси и доставкой еды по всему миру. Так же информационные технологии не обошли стороной и образование. Современные технологии позволили преодолеть один из важнейших барьеров между людьми – расстояние. Теперь для получения образования необходим лишь доступ к интернету.

Дистанционное образование позволяет студенту самому выбирать время для обучения, ведь лекции и тестирования можно пройти в удобное для студента время. Дистанционное образование позволяет студенту легче совмещать учебу и работу, благодаря гибкому графику, а также позволяет ему при желании спокойно переехать в другой город.

Однако, дистанционное образование уступает очной форме обучения, когда речь идет о доверии к результатам оценивающих мероприятий и выданным по этим результатам дипломам, свидетельствам и сертификатам. Связано это со сложностью идентификации обучающихся. Сложно уследить самостоятельно ли студент выполняет задания или тестирования.

Таким образом, возникает задача повышения доверия к результатам оценивающих мероприятий, проводимых в дистанционном образовании. Данная работа направлена на решение выявленной задачи.

1.1 Анализ задачи повышения доверия к результатам дистанционного образования

Иногда обучающиеся, не желающие самостоятельно проходить тестирование по какой-либо дисциплине, прибегают к помощи людей или организаций, которые за деньги проходят различные формы контроля вместо студентов. Такие ситуации понижают качество дистанционного образования и, следовательно, уровень доверия к нему.

Для подтверждения актуальности задачи повышения доверия к результатам дистанционного образования было проведено исследование в формате анонимного опроса среди 50 студентов очной формы обучения Национального исследовательского Томского политехнического университета.

На Рисунок 1 представлена статистика по ответам на вопрос о желании студентов пользоваться дистанционным образованием.

Хотели бы вы сдать письменные экзамены и итоговые тесты дистанционно и в удобное время?

50 ответов

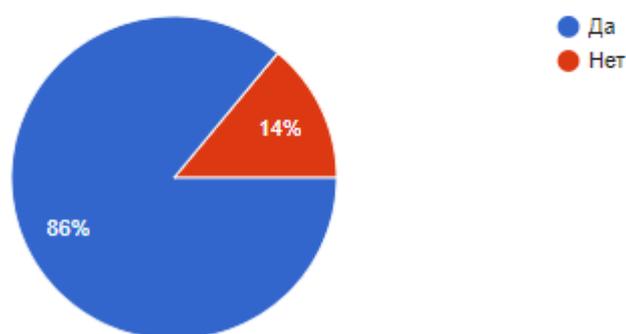


Рисунок 1 – Статистика ответов на вопрос №1

Лишь 14% студентов хотели бы сдавать различные формы итоговой аттестации в традиционной форме, когда студенты и преподаватель собираются в одно время в аудитории и начинается долгий процесс сдачи экзамена или зачета. Остальные же 86% студентов хотели бы сдавать экзамены в комфортной обстановке и в любое удобное для них время. Люди по разному

организовывают свое время и, можно предположить, что у каждого есть свое наиболее благоприятное для прохождения важного теста время.

Статистика о среднем количестве дисциплин на платформе Moodle в семестр представлена на Рисунок 2.

Сколько в среднем дисциплин в семестр включают в себя тестирование на платформе Moodle(stud.lms.tpu.ru)?

50 ответов

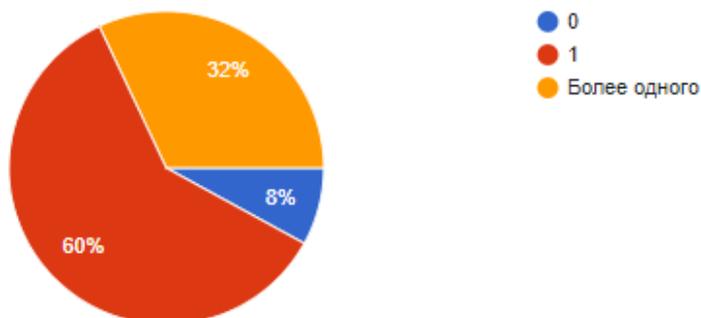


Рисунок 2 – Статистика ответов на вопрос №2

Исходя из ответов на этот вопрос можно сделать вывод, что у каждого второго студента в семестре есть минимум один предмет который требует прохождения тестирований на образовательной платформе, а у каждого третьего два и более предметов.

На Рисунок 3 приведено соотношение студентов, которые опираются только на свои знания во время тестирования, и студентов, которые пользуются дополнительными источниками информации.

Во время тестирования вы опираетесь только на собственные знания?

48 ответов

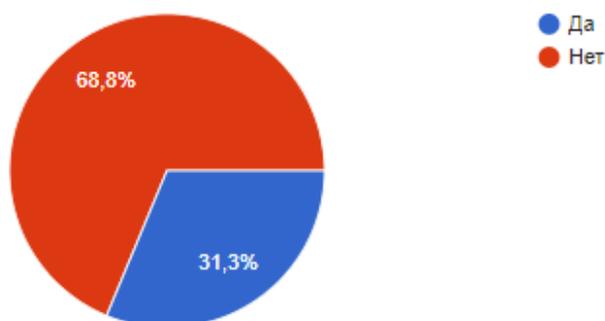


Рисунок 3 – Статистика ответов на вопрос №3

Анализ результатов опроса показывает, что две трети студентов пользуются дополнительными источниками, что во время обычного экзамена, что некоторые преподаватели считают нарушением.

Статистика о действиях к которым прибегают студенты во время тестирования представлена на Рисунок 4.

К каким действиям вы прибегали во время тестирования

50 ответов

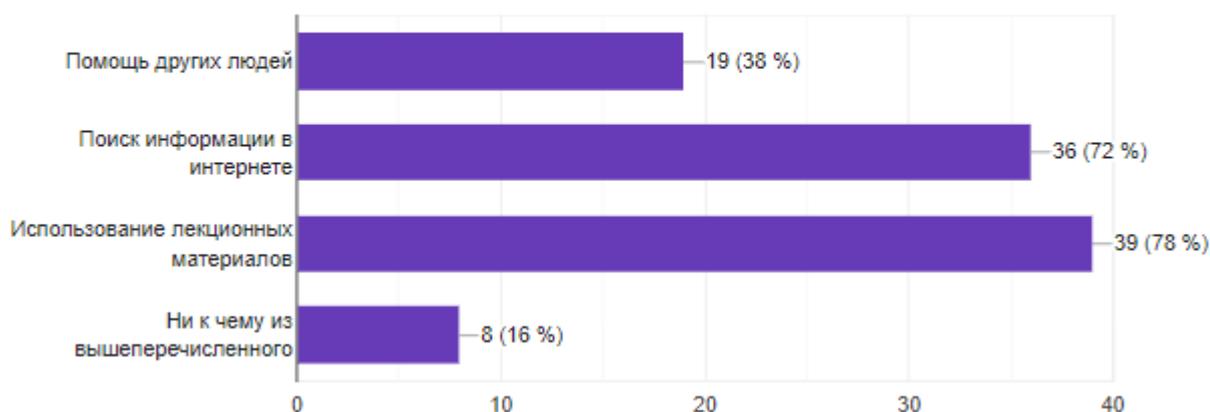


Рисунок 4 – Статистика ответов на вопрос №4

На данной диаграмме представлен следующая статистика: 38% опрошенных студентов прибегали к помощи других людей во время тестирования, 72% пользуются интернетом во время тестирования для поиска ответов на вопросы и 78% опрошенных пользуются лекционными материалами. Все эти действия обычно являются нарушениями правил поведения на традиционном экзамене. Лишь 16% ответили, что не прибегали не к одному из ранее перечисленных действий.

На Рисунок 5 приведена статистика о соблюдении студентами правил прохождения дистанционного тестирования, при условии, что за ними будет проводится видеонаблюдение.

Следовали бы вы правилам прохождения дистанционного тестирования, если бы за вами велось видеонаблюдение во время тестирования?

50 ответов

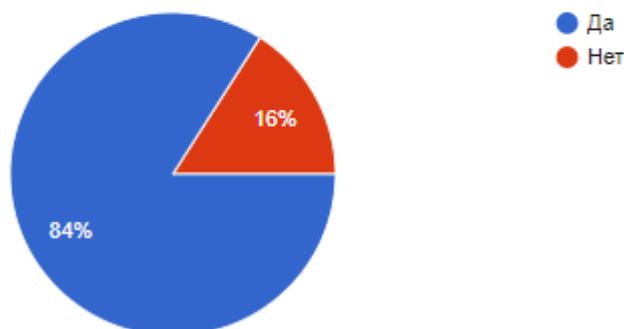


Рисунок 5 – Статистика ответов на вопрос №5

Статистика, представленная на диаграмме, позволяет сделать вывод, что 84% опрошенных студентов, понимая, что за ними ведется видеонаблюдение, не будут предпринимать действий, которые являются нарушениями правил проведения тестирования.

После проведенного опроса можно сделать вывод, что на данный момент оценочные мероприятия дистанционного обучения не достигают ожидаемых результатов, так как большинство студентов нарушают правила проведения процедуры дистанционного тестирования. Это связано с проблемами верификации обучающегося и распознавания его поведения в ходе тестирования. Эти проблемы призваны решить системы прокторинга.

Прокторинг – это процедура верификации личности испытуемого и дистанционного сопровождения онлайн экзаменов под контролем удаленного наблюдателя, который также именуется проктором, целью которой является повышение уровня доверия к результатам оценивающих мероприятий.

Существует два типа прокторинга. Первый тип является синхронным, то есть проктор и испытуемые находятся онлайн в один момент времени и проктор наблюдает за ходом процедуры тестирования. Другой тип прокторинга является асинхронным. Испытуемый самостоятельно проходит процедуру верификации и тестирования, но все его действия записываются на

камеру, после чего проктор в любой момент времени может проверить имеющиеся записи, выявить возможные нарушения и оценить степень доверия к полученным во время тестирования результатам.

Более современными в сфере дистанционного обучения являются частично или полностью автоматизированные системы прокторинга, в которых функции проктора переключаются на программное обеспечение. Автоматизация таких систем повышает эффективность работы наблюдателя, а в некоторых случаях может полностью заменить его.

Автоматизированный прокторинг – это реализованная программными средствами система контроля за процессом дистанционного тестирования, основными функциями которой является верификация испытуемого и отслеживания нарушений во время прохождения экзаменов без участия наблюдателя.

Важнейшим элементом автоматизированного прокторинга является идентификация обучающихся. Она должна решать вопрос определения обучающегося во время тестирования.

1.2 Цель работы и задачи

Целью магистерской диссертационной работы является решение задачи повышения доверия к результатам оценивающих мероприятий, проводимых в дистанционной форме путем внедрения системы видеомониторинга и идентификации обучающихся в образовательную платформу Moodle.

Для достижения этой цели были сформулированы следующие задачи:

- Изучение технологий передачи видео с веб-камеры компьютера.
- Обзор программных продуктов, реализующих прокторинг.
- Проектирование системы видеомониторинга и идентификации обучающихся.
- Реализация спроектированной системы.

1 Обзор аналогов системы видеомониторинга и идентификации обучающихся

Для разработки собственного программного продукта сначала необходимо изучить уже готовые аналоги.

Прокторинг не является чем-то новым. На рынке уже существуют несколько программных продуктов, реализующих прокторинг, такие как системы прокторинга «ProctorEdu» и «Examus».

1.1 Система прокторинга «ProctorEdu»

Система прокторинга «ProctorEdu» была разработана для обеспечения контроля онлайн тестов в ситуациях найма сотрудников или аттестации персонала, решая проблемы подмены личности, утечки внутренних материалов и списывания.

Доверие к результатам достигается через распознавание лица на протяжении сеанса и умный анализ поведения во время тестирования.

Система прокторинга поддерживает два основных варианта прокторинга и их комбинацию

Автопрокторинг – автоматическое наблюдение и подтверждение личности, оценка доверия выставляется системой автоматически.

«Живой» прокторинг – присутствие наблюдателя во время экзамена, взаимодействие с участником, заключение выставляется проктором.

Особенности системы:

1. Автоматическая оценка доверия к результатам тестирования и биометрическая верификации личности.
2. Поддержка работы прокторинга на мобильных устройствах Android и iOS.
3. Бесшовная интеграция с системой тестирования, работает в браузере и не требует установки расширений, плагинов и стороннего ПО.
4. Связь с проктором по видео- и аудиосвязи, чат.
5. Подключение дополнительной мобильной камеры для улучшения обзора.

6. Минимальные требования к сети – 128 Кбит/с (50 МБ/ч), автоматическое восстановление после обрывов связи [1].

Стоимость лицензии на год составляет 680 тысяч рублей.

Лицензия на данный продукт является не постоянной и, следовательно, цена может ежегодно повышаться. Система прокторинга «ProctorEdu» является слишком дорогим решением.

1.2 Система прокторинга «Examus»

Examus – это сервис онлайн–прокторинга. Автоматические алгоритмы идентифицируют поведение студента и анализируют его поведение с точки зрения угроз нарушения норм проведения экзамена, и сообщают о результатах проверки проктору – человеку, который контролирует и корректирует работу автоматике. Идентификация пользователя строится на алгоритмах распознавания лиц. Полученное с веб–камеры студента изображение сравнивается системой одним из эталонных изображений или их комбинаций. Затем проктор проводит визуальное сравнение.

Преимущества сервиса «Examus»:

1. Комплексное использование нескольких методов идентификации позволяет достичь 99,9% точности.
2. Получение клиентом в удобном виде весь набор материалов, записанных во время экзамена: видео, скриншоты, лог чата с проктором. Встроенная система скоринга позволяет автоматически вычислять вероятность честной сдачи.
3. Наличие гибкого API позволяет оперативно интегрировать прокторинг практически с любой LMS.
4. Во взаимодействии со студентами прокторы будут действовать точно в соответствии с вашими инструкциями для конкретного экзамена.
5. Точная система идентификации и неусыпный контроль за поведением студентов со стороны прокторов не оставляют шанса мошенникам.

6. Удобная система просмотра архива и отчетности позволяет нашим клиентам проводить комплексный анализ поведения студентов во время экзаменов [2].

Стоимость данной услуги составляет 150 рублей за один экзамен для одного человека.

Описанный программный продукт обладает меньшим функционалом чем предыдущий, но при большом количестве студентов может сравниться с ним в стоимости. Если 10 тысяч студентов сдадут по 1 часовому тестированию, использование данного продукта обойдется в 150 тысяч рублей. Данный продукт является слишком дорогим решение.

2 Технологии разработки системы видеомониторинга и идентификации обучающихся

Разработка системы видеомониторинга и идентификации обучающихся будет проводиться для системы Moodle с помощью языков программирования PHP, JavaScript, языком разметки HTML, с помощью технологии WebRTC, проекта Janus WebRTC Server и библиотеки face-api.js.

2.1 Система управления обучением «Moodle»

Moodle (модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда) – это свободная система управления обучением, ориентированная прежде всего на организацию взаимодействия между преподавателем и учениками, хотя подходит и для организации традиционных дистанционных курсов, а также поддержки очного обучения.

Используя Moodle преподаватель может создавать курсы, наполняя их содержимым в виде текстов, вспомогательных файлов, презентаций, опросников и т.п. Для использования Moodle достаточно иметь любой web-браузер, что делает использование этой учебной среды удобной как для преподавателя, так и для обучаемых. По результатам выполнения учениками заданий, преподаватель может выставлять оценки и давать комментарии. Таким образом Moodle является и центром создания учебного материала и обеспечения интерактивного взаимодействия между участниками учебного процесса [3].

Система Moodle известна во всем мире, распространена более чем в 100 странах и переведена на несколько десятков языков.

Система написана на языке PHP, а манипуляции DOM-объектами используется библиотека YUI.

2.2 WebRTC

Для передачи видео с различных браузеров и с минимальной задержкой была выбрана технология WebRTC.

WebRTC (Web Real Time Communications) – это бесплатный проект с открытым исходным кодом, который предоставляет веб-браузерам и

мобильным приложениям возможности взаимодействия в режиме реального времени через простые интерфейсы прикладного программирования (API) [4].

Эта технология позволяет аудио и видеосвязи работать внутри веб-страниц, позволяя устанавливать прямое одноранговое соединение, устраняя необходимость установки плагинов или загрузки собственных приложений [5].

Этапы работы WebRTC:

- 1) Открытие пользователем страницы, содержащей тег <video>.
- 2) Запрос доступа к веб-камере и микрофону пользователя браузером.
- 3) Параметры соединения для обхода NAT и Firewall, такие как IP-адреса и порты сервера WebRTC и WebRTC клиентов, контролируются на странице пользователя JavaScript кодом
- 4) Начало согласования используемых аудио и видео кодеков, при получении информации о собеседнике
- 5) Начало процесса кодирования и передачи потоковых данных между WebRTC клиентами.

Преимущества стандарта:

- 1) Отсутствие требований к установке дополнительного ПО.
- 2) Использование современных видео и аудиокодеков, автоматического определения качества потока под условия соединения, встроенной системы эхо- и шумоподавления, а также автоматической регулировки уровня чувствительности микрофонов участников.
- 3) Все соединения защищены и зашифрованы согласно протоколам TLS и SRTP, что говорит о высоком уровне безопасности.
- 4) Наличие возможности использования встроенного механизма захвата контента.

- 5) Наличие возможности реализации различных интерфейсов управления на основе HTML5 и JavaScript.
- 6) Наличие возможности внедрения в собственный продукт, так как проект имеет открытый исходный код
- 7) Является кросс-платформенным стандартом, так как необходима лишь поддержка стандарта в браузере, и не важно какая операционная система установлена на устройстве. Это значительно экономит ресурсы на разработку ПО [6].

Недостатком стандарта является необходимость наличия сервера видеоконференцсвязи для организации групповых конференций.

Взаимодействие компьютеров с помощью WebRTC находящихся в сети и находящихся за NAT (Network Address Translation) представлено на рисунках 6 и 7 соответственно. Следовательно, при работе с «сырым» WebRTC необходимо учитывать все тонкости соединения, такие как использование STUN и TURN серверов для обхода NAT.

STUN (Simple Traversal of UDP through NATs или Session Traversal Utilities for NAT) – совокупность техник и средств, в том числе специальный протокол, позволяющих использовать сетевую трансляцию адресов с сетевыми протоколами, которые сами по себе не могут работать с ней, прежде всего протоколов IP-телефонии и интерактивного взаимодействия по IP, работающих поверх UDP [7].

STUN даёт возможность приложениям, которые работают через NAT, обнаруживать факт трансляции адресов и узнавать IP-адрес и порт, который устанавливается в результате трансляции. Для этого используется внешний STUN-сервер.

Сервер STUN позволяет клиентам узнать их общедоступный адрес, тип NAT, за которым они находятся, и порт на стороне Интернета, связанный NAT с конкретным локальным портом. Эта информация используется для настройки связи UDP между клиентом и поставщиком VoIP для установления вызова.

Сервер TURN – это сетевой объект, отвечающий за ретрансляцию мультимедиа в протоколах, связанных с VoIP. Он включает в себя SIP, H.323, WebRTC и другие протоколы.

Когда вы пытаетесь связаться напрямую из одного браузера с другим с помощью голосовых или видеоданных (иногда других произвольных типов данных), вы в конечном итоге проходите через различные сетевые устройства. Некоторые из этих устройств включают в себя межсетевые экраны и NAT, которые могут из-за внутренней политики принять решение не передавать ваши данные.

Использование STUN, который используется для создания точечных отверстий в этих межсетевых экранах и NAT, чтобы пропускать трафик, иногда может не сработать. В этом случае TURN будет служить точкой ретрансляции – через него проходит поток мультимедиа [8].

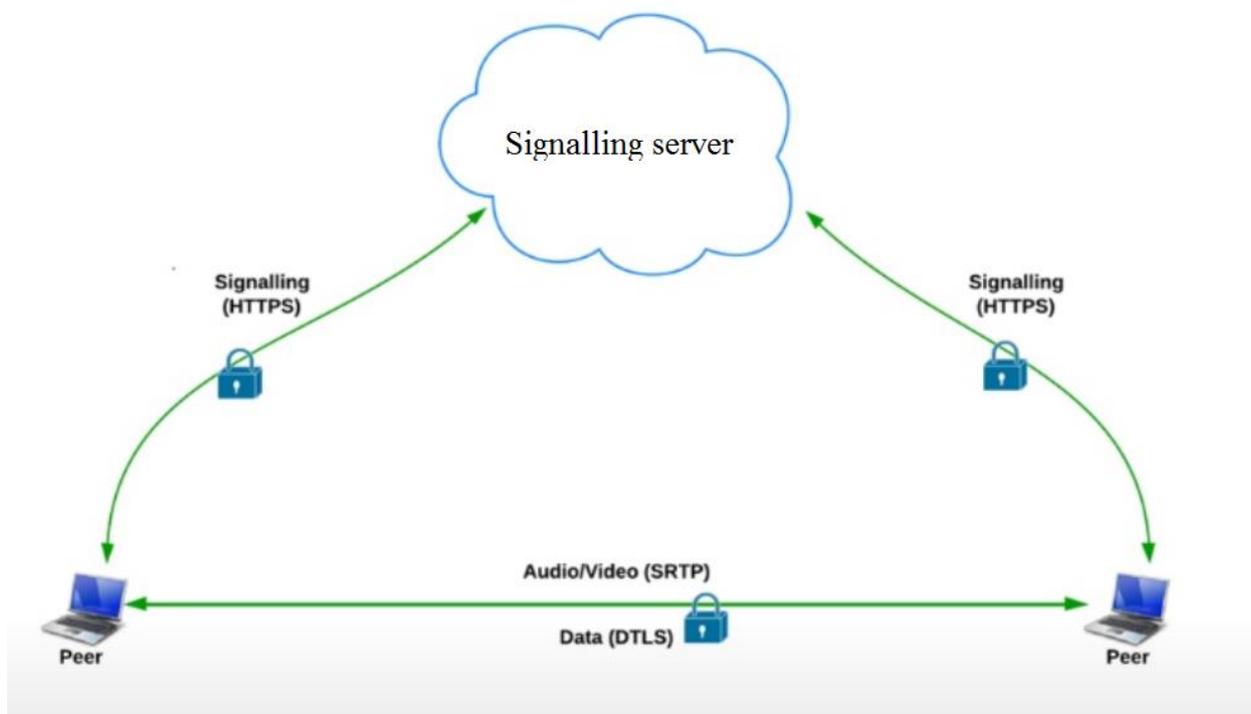


Рисунок 6 – Взаимодействие без NAT

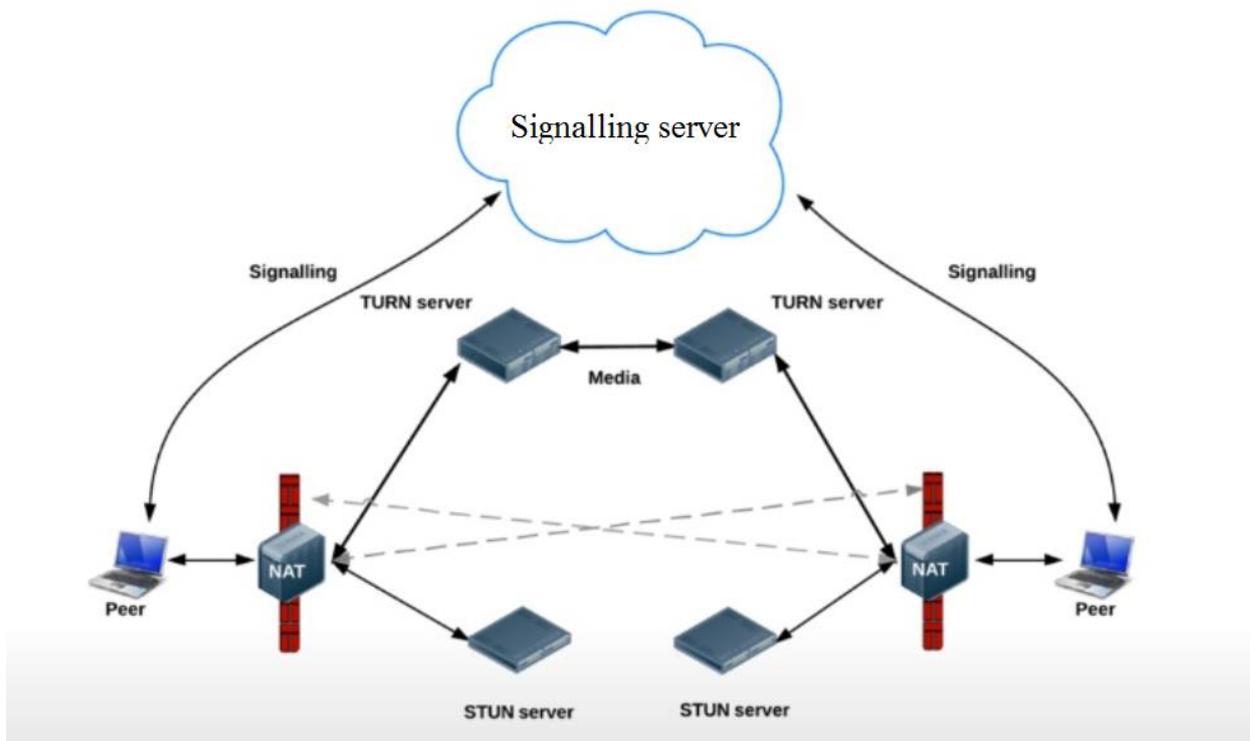


Рисунок 7 – Взаимодействие с NAT

2.3 Janus WebRTC Server

Для того чтобы вручную не настраивать медиа-связь с браузером был использован WebRTC сервер общего назначения – Janus WebRTC Server.

Сервер Janus WebRTC был задуман как сервер общего назначения. Как таковой, он не предоставляет никаких функциональных возможностей, кроме реализации средств для настройки медиа-связи WebRTC с браузером, обмена сообщениями JSON с ним и передачи RTP/RTCP и сообщений между браузерами и логикой приложения на стороне сервера, с которой они связаны. Любая конкретная функция / приложение должно быть реализовано в плагинах на стороне сервера, чтобы затем браузеры могли связываться через ядро Janus, чтобы воспользоваться преимуществами предоставляемых ими функций. Примером таких плагинов могут быть реализации приложений, таких как эхо-тесты, конференц-мосты, медиа-рекордеры, SIP-шлюзы и тому подобное. [9]

Взаимодействие компьютеров при использовании Janus-gateway находящихся в сети и находящихся за NAT представлено на рисунках 8 и 9

соответственно. Из рисунков понятно, что Janus-gateway представляет собой STUN, сигнальный и медиа-сервер, и пользователи уже взаимодействуют не между собой, а через Janus.

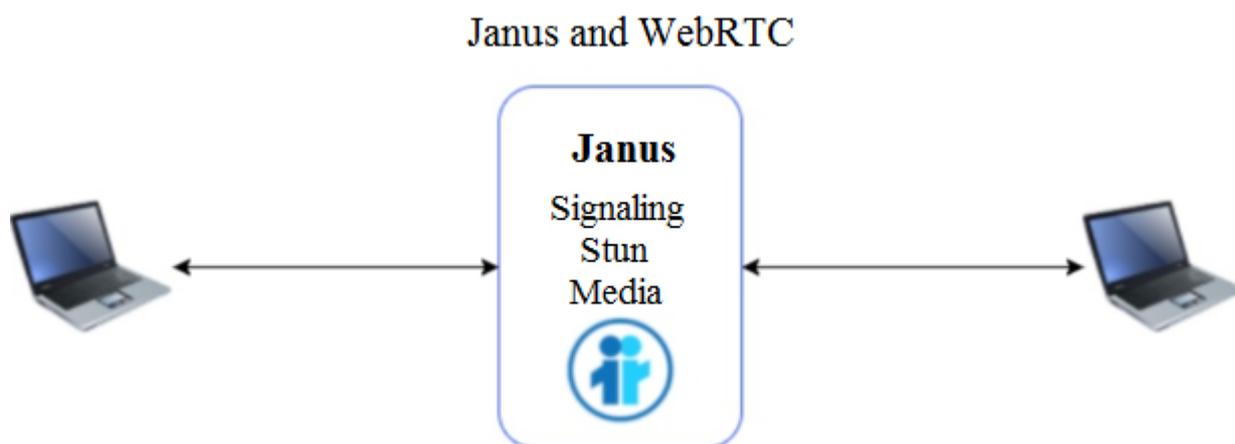


Рисунок 8 – Janus взаимодействие без NAT

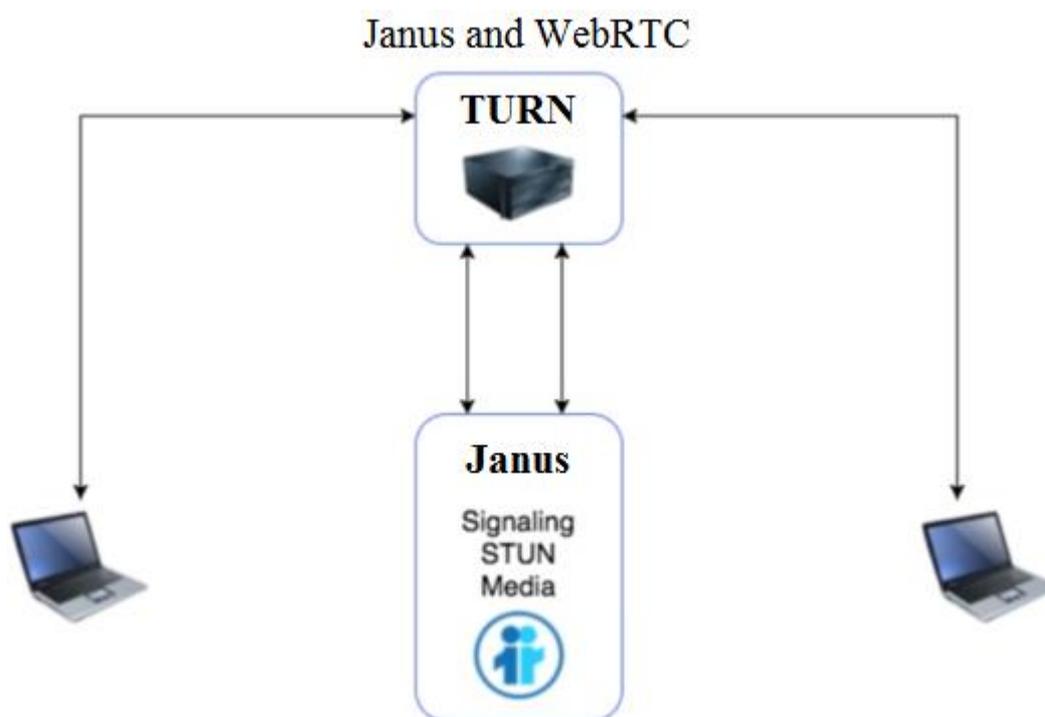


Рисунок 9 – Janus взаимодействие с NAT

2.4 face-api.js

Face-api.js – это API-интерфейс JavaScript для обнаружения и распознавания лиц в браузере, реализованный поверх основного API tensorflow.js. Он реализует серию свёрточных нейронных сетей (CNN), оптимизированных для Интернета и мобильных устройств [10].

Для обнаружения лиц face-api.js реализует модели SSD Mobilenet V1, Tiny Face Detector и экспериментальный MTCNN.

SSD (Single Shot Multibox Detector) MobileNet V1 - это модель, основанная на MobileNet V1, целью которой является получение высокой точности при обнаружении граничных рамок. Эта модель в основном вычисляет местоположения каждого лица на изображении и возвращает ограничивающие рамки вместе с его вероятностью для каждого обнаруженного лица.

Tiny Face Detector - это модель для распознавания лиц в режиме реального времени, которая быстрее, меньше и потребляет меньше ресурсов, чем SSD Mobilenet V1. Эта модель была обучена на пользовательском наборе данных из 14k изображений, помеченных ограничивающими рамками. По словам Мюлера, у клиентов с ограниченными ресурсами не должно быть проблем с использованием этой модели.

MTCNN (многозадачные каскадные сверточные нейронные сети) - это экспериментальная модель, представляющая альтернативный детектор лица для SSD MobileNet V1 и Tiny Yolo V2, который предлагает гораздо больше возможностей для конфигурации.

Для определения ориентира лица в 68 точек есть две облегченные и быстрые модели: face_landmark_68_model, требующий только 350 КБ, и face_landmark_68_tiny_model, требующий 80 КБ. Обе модели используют идеи глубоких отделимых сверток, а также плотно связанных блоков. Модели были обучены на наборе данных из ~ 35k изображений лица, помеченных 68 точками ориентира лица.

Для распознавания лиц в face.js предусмотрена модель, основанная на архитектуре, подобной ResNet-34, для вычисления дескриптора лица из любого изображения лица. Эта модель не ограничена набором лиц, используемых для обучения, то есть разработчики могут использовать ее для распознавания лиц любого человека. Можно определить сходство двух произвольных граней, сравнив их дескрипторы граней.

3 Проектирование системы видеомониторинга и идентификации обучающихся

В данном разделе описываются требования к системе видеомониторинга и идентификации обучающихся, описывается процесс прокторинга и инфраструктура проектируемой системы.

3.1 Требования к системе видеомониторинга и идентификации обучающихся

К проектируемой системе видеомониторинга и идентификации обучающихся предъявляются следующие требования:

- Все действия должны происходить на одной странице.
- Отсутствие установки дополнительного ПО.
- Тестирование требуется снимать на видео
- Запись процесса тестирования должна передаваться на сервер
- Преподаватель должен иметь возможность просмотреть запись тестирования.
- Идентификация пользователя должна проводиться в процессе тестирования.

3.2 Описание инфраструктуры проектируемой системы

Проектируемая система видеомониторинга и идентификации обучающихся создается для интеграции с системой дистанционного обучения Moodle.

Архитектура проектируемой системы и ее взаимодействие с системой дистанционного обучения Moodle представлена на рисунке 10 в виде диаграммы развертывания.

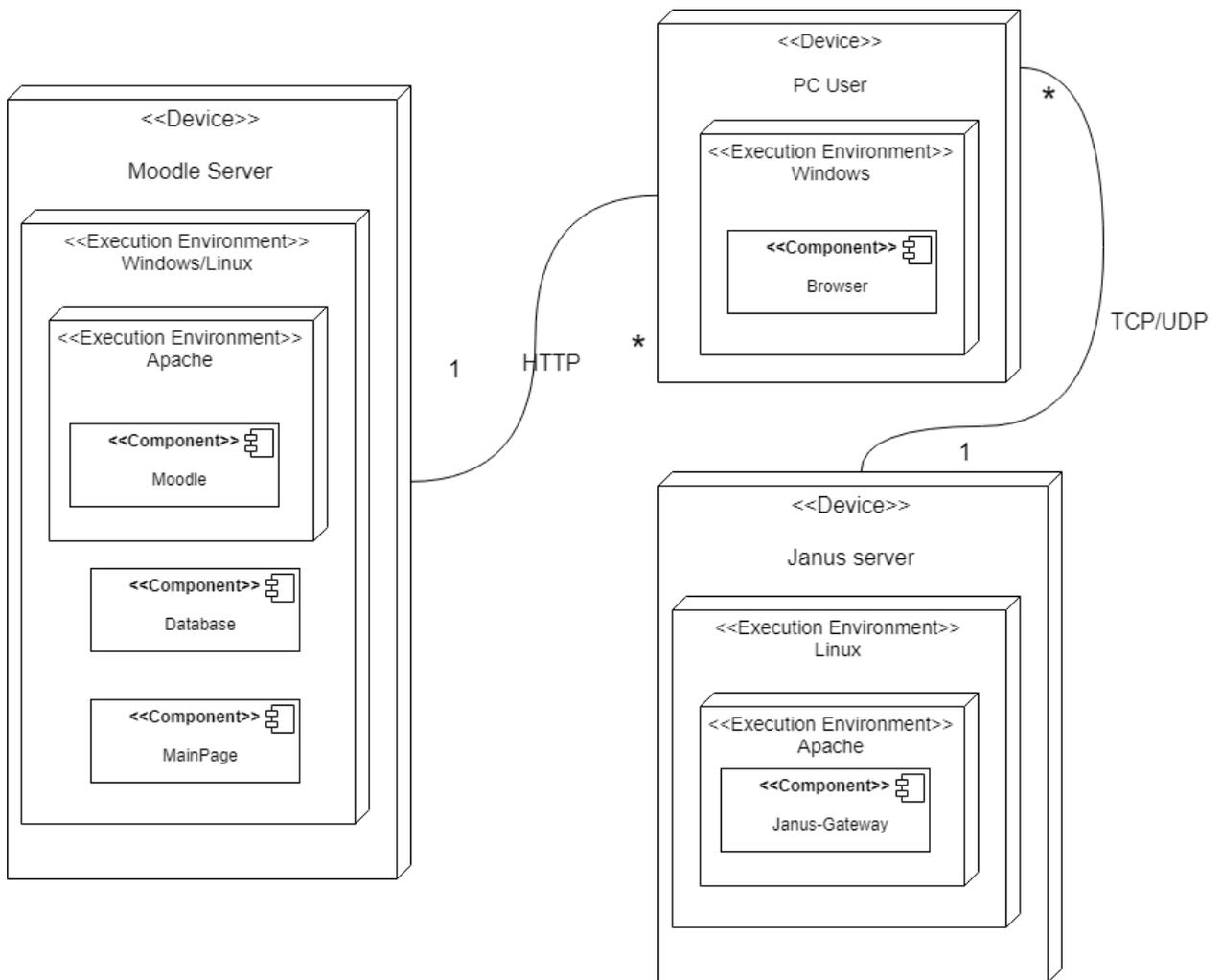


Рисунок 10 – Диаграмма развертывания для пользователя

Компонент MainPage – основная страница, с которой взаимодействует пользователь.

Компонент MainPage взаимодействует с компонентом Moodle по протоколу HTTP. При запуске тестирования MainPage начинает передавать медиа данные компоненту Janus–Gateway по протоколам TCP/UDP. В это же время Компонент MainPage проводит идентификацию пользователя.

3.3 Описание процесса тестирования после внедрения системы видеомониторинга и идентификации обучающихся.

При открытии теста студентом должна начаться инициализация соединения с Janus сервером. Когда студент начнет тестирование должны параллельно начаться передача видео на сервер и процесс идентификации

студента. При завершении тестирования передача видео должна прекратиться и видеофайл должен сохраниться на сервере.

При открытии теста преподавателем должна начаться инициализация соединения с Janus сервером. При нажатии на кнопку «посмотреть видео» видеофайл должен передаваться с сервера, после чего преподаватель мог бы его посмотреть.

Процесс тестирования на платформе дистанционного обучения после внедрения системы видеомониторинга и идентификации пользователя представлен на рисунках 11-12.

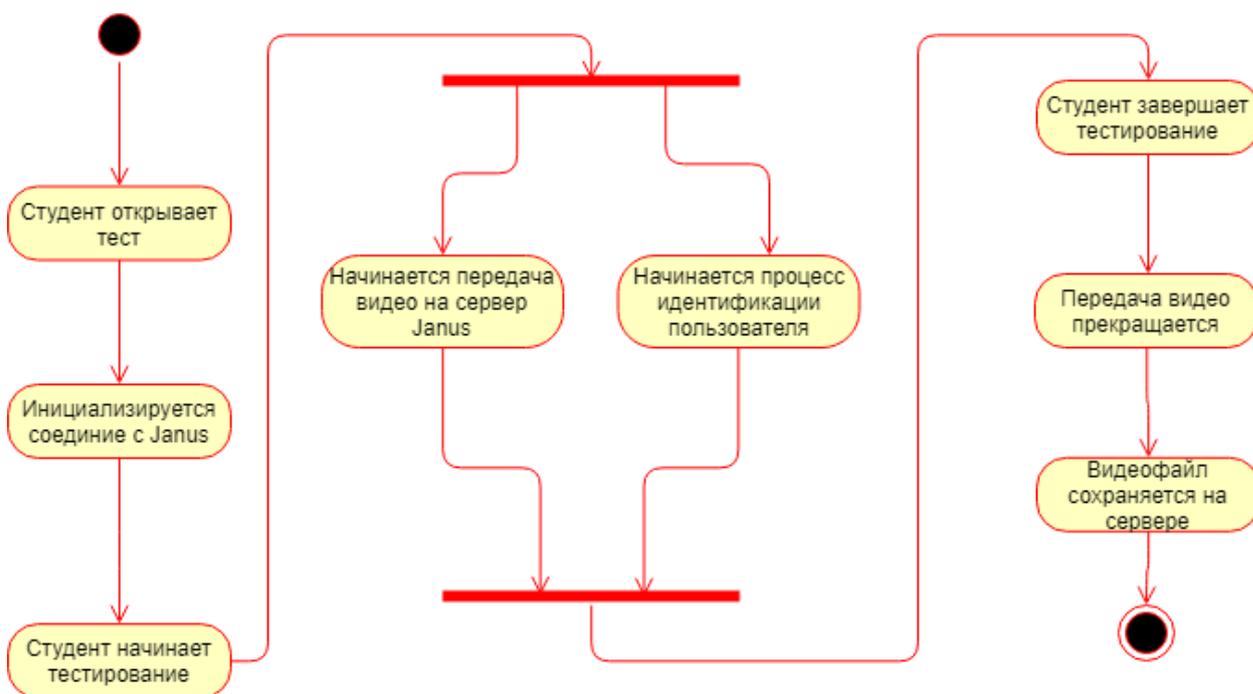


Рисунок 11 – Диаграмма деятельности студента

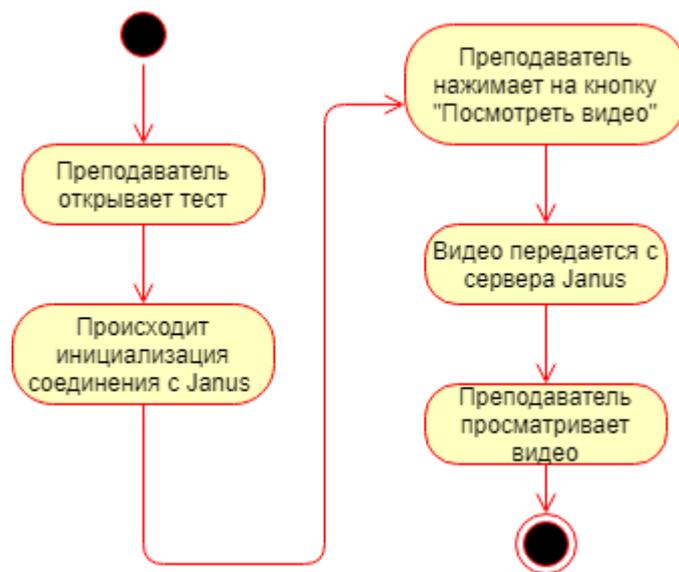


Рисунок 12 – Диаграмма деятельности преподавателя

В процессе тестирования после внедрения системы видеомониторинга и идентификации обучающихся взаимодействуют различные компоненты. Их взаимодействие показано на диаграммах последовательности, которые представлены на рисунках 13 и 14.

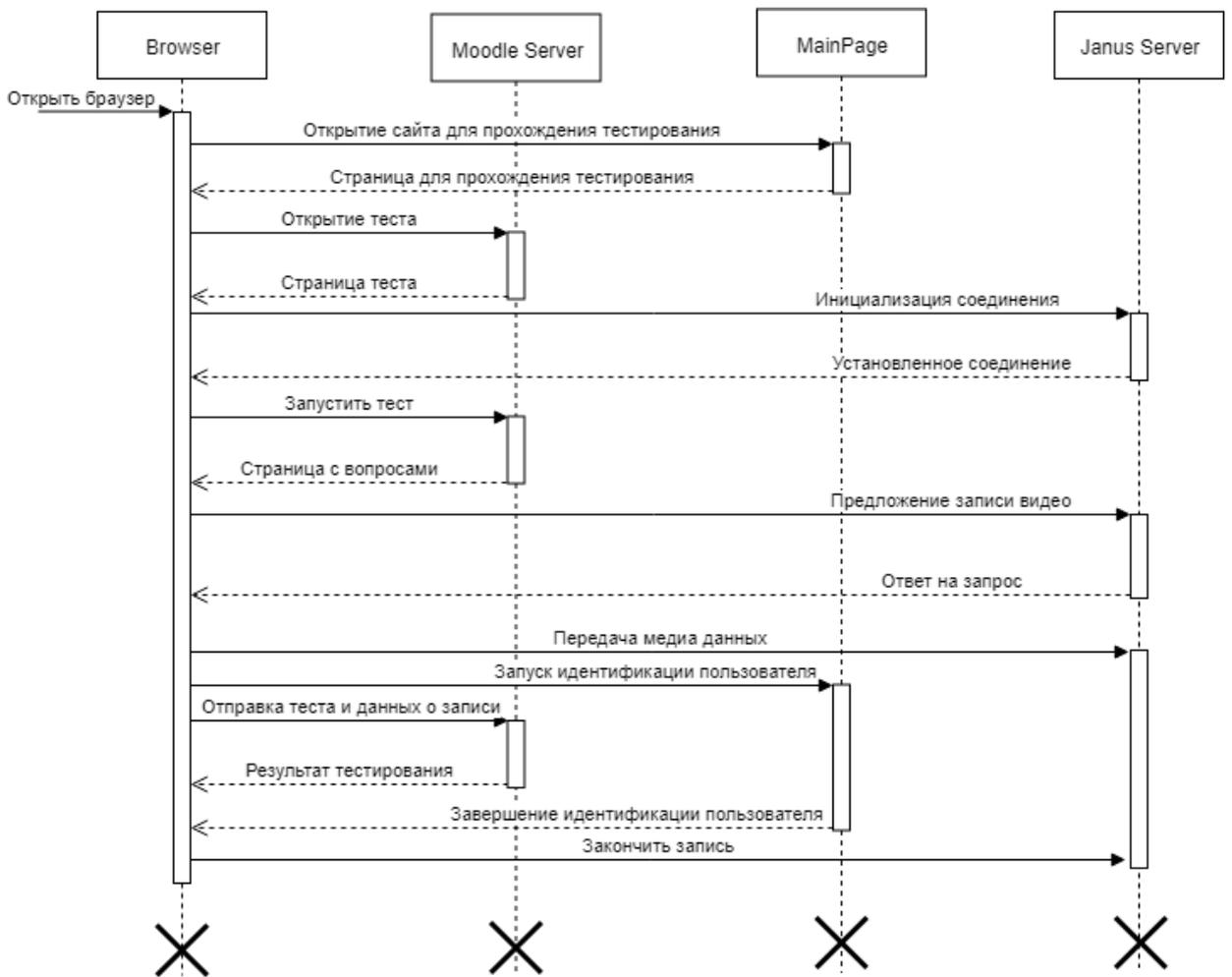


Рисунок 13– Диаграмма последовательности взаимодействия компонентов во время тестирования

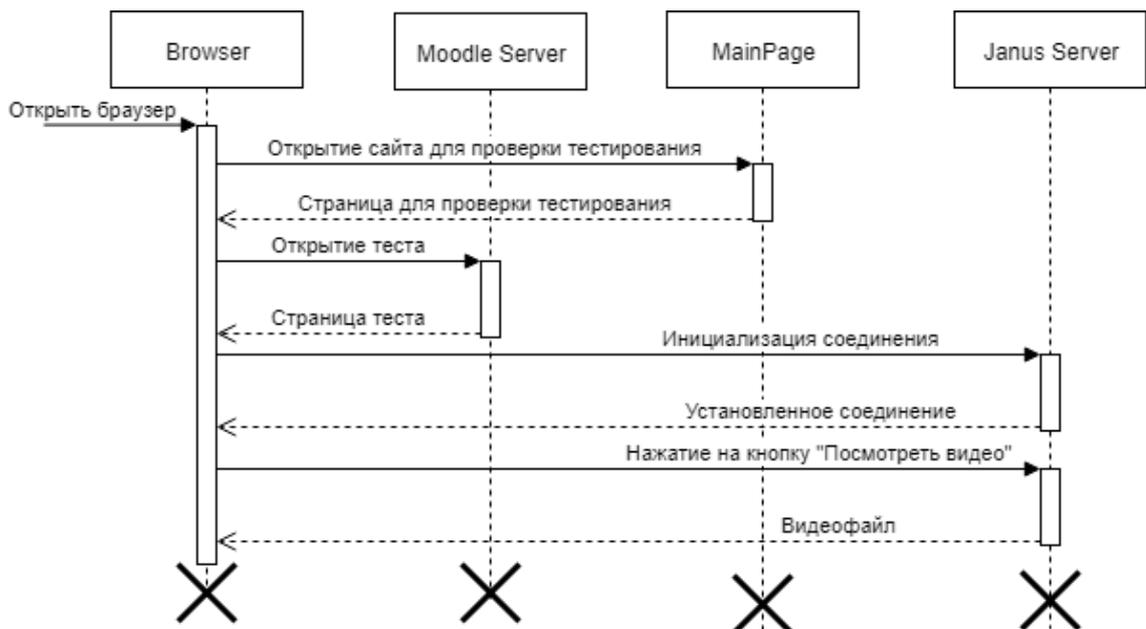


Рисунок 14 – Диаграмма последовательности взаимодействия компонентов во время проверки теста

4 Реализация системы видеомониторинга и идентификации обучающихся

Реализация системы видеомониторинга и идентификации обучающихся проходила в несколько этапов

4.1 Реализация системы видеомониторинга

По первоначальным требованиям было принято решение разработать модуль, который будет с помощью технологии WebRTC записывать видео на сервер.

Захват видео реализовано с помощью метода `getUserMedia()`.

Метод `getUserMedia()` запрашивает у пользователя разрешение использовать до одного устройства ввода видео (например, камеру или общий экран) и до одного устройства ввода звука в качестве источника для `MediaStream`.

Если разрешение предоставлено, видео и звуковые дорожки, поступающие с этих устройств, доставляются на указанный обратный вызов. Если запрос на использование устройств отклонен, не существует совместимых устройств ввода или есть какого-либо другое условие вызывающее ошибку, обратный функции выполняется с `MediaStreamError` объектом, описывающим, что пошло не так [11].

Впоследствии было принято решение работать с проектом Janus для облегчения работы с WebRTC. Для этого был внедрен JavaScript код для взаимодействия с Janus непосредственно в проект Moodle. Оказалось, что Moodle не использует асинхронного взаимодействия с сервером и во время прохождения теста страница постоянно обновляется. Это говорит о невозможности взаимодействия Moodle с Janus напрямую, потому что WebRTC получает видеопоток с веб-камеры с помощью JavaScript, а во время обновления страницы все объекты инициализируются заново, что вызвало бы постоянное переподключение к серверу Janus.

Было принято решение о помещении страницы Moodle в тег `<iframe>`.

Тег `<iframe>` создает плавающий фрейм, который находится внутри обычного документа, он позволяет загружать в область заданных размеров любые другие независимые документы.

Тег `<iframe>` является контейнером, содержание которого игнорируется браузерами, не поддерживающими данный тег. Для таких браузеров можно указать альтернативный текст, который увидят пользователи. Он должен располагаться между элементами `<iframe>` и `</iframe>`[12].

Теперь страница стала статичной и ничего не мешает получению информации с веб-камеры и передаче ее на сервер. Но и это привело к проблеме. В браузерах определена политика безопасности, которая не позволяет главному окну манипулировать DOM-элементами `iframe`, если он ссылается на ресурс с другого домена.

Для решения этой проблемы был реализован обмен сообщениями между главным окном и `iframe`. Реализовать это удалось с помощью функции `window.postMessage()`.

`Window.postMessage()` – этот метод позволяет безопасно отправлять кроссдоменные запросы. Обычно сценариям на разных страницах разрешен доступ друг к другу только если страницы, которые их выполняли, передаются по одному протоколу (обычно это `https`), номер порта (443 — по умолчанию для `https`) и хост (`modulo Document.domain` установленный страницами на одно и тоже значение). `window.postMessage()` предоставляет контролируемый механизм, чтобы обойти это ограничение способом, который безопасен при правильном использовании[].

При вызове метода `window.postMessage()` он вызывает `MessageEvent` для отправки в целевом окне, когда завершается любой ожидающий сценарий, который должен быть выполнен (например, оставшиеся обработчики событий, если `window.postMessage()` вызывается из обработчика событий ранее заданных ожидающих таймаутов). `MessageEvent` имеет тип `message`, `data`-свойство которого устанавливает значение первого аргумента в методе

`window.postMessage()`, свойство `origin` соответствует адресу основного документа в вызове `window.postMessage` во время вызова `window.postMessage()`, свойство `source` указывает на окно, из которого `window.postMessage()` вызвали.

4.2 Реализация идентификации обучающихся

Идентификация обучающихся реализована с помощью библиотеки `face-api.js`.

При реализации идентификации обучающихся были использованы следующие методы библиотеки:

- `detectAllFaces()` – функция определяющая лица на изображении или видео;
- `withFaceLandmarks()` – функция, определяющая ориентиры лица;
- `withFaceDescriptors()` – функция, определяющая дескриптор лица (вектор признаков лица со 128 значениями);
- `findBestMatch()` – функция сравнивающая дескрипторы;
- `drawDetections()` – функция, рисующая рамку вокруг лица;
- `drawFaceLandmarks()` – функция, рисующая ориентиры лица;

Для идентификации человека необходимо его эталонное изображение.

5 Результаты разработки системы видеомониторинга и идентификации обучающихся

Была разработана система видеомониторинга и идентификации обучающихся, удовлетворяющая всем поставленным требованиям:

- Все действия происходят на одной странице.
- Не нужно устанавливать дополнительное ПО.
- Тестирование снимается на видео
- Запись процесса тестирования храниться на сервере
- У преподавателя есть возможность просмотреть запись тестирования.
- Идентификация пользователя проводится в процессе тестирования.

Работа идентификации пользователя представлена на рисунках 15-17.

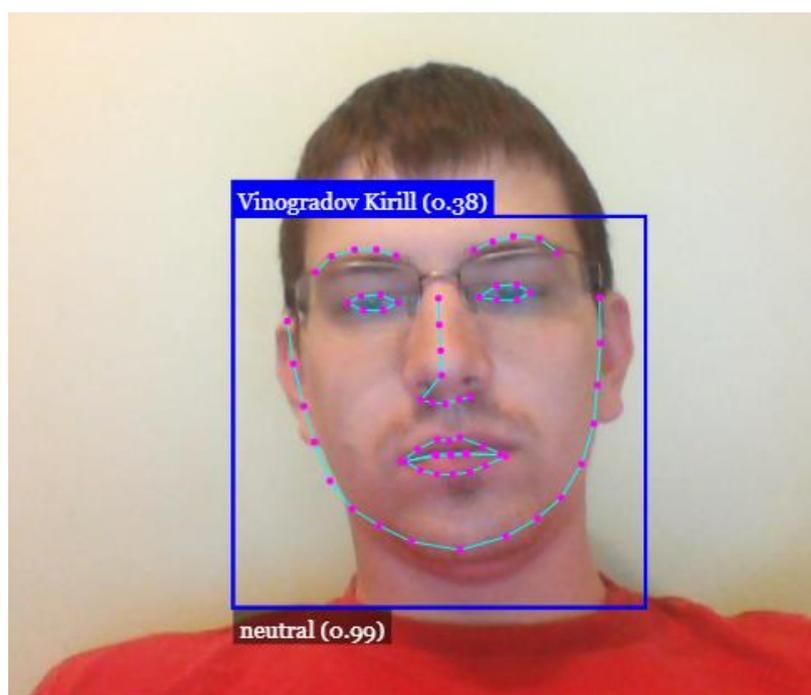


Рисунок 15 – Идентификация пользователя в очках

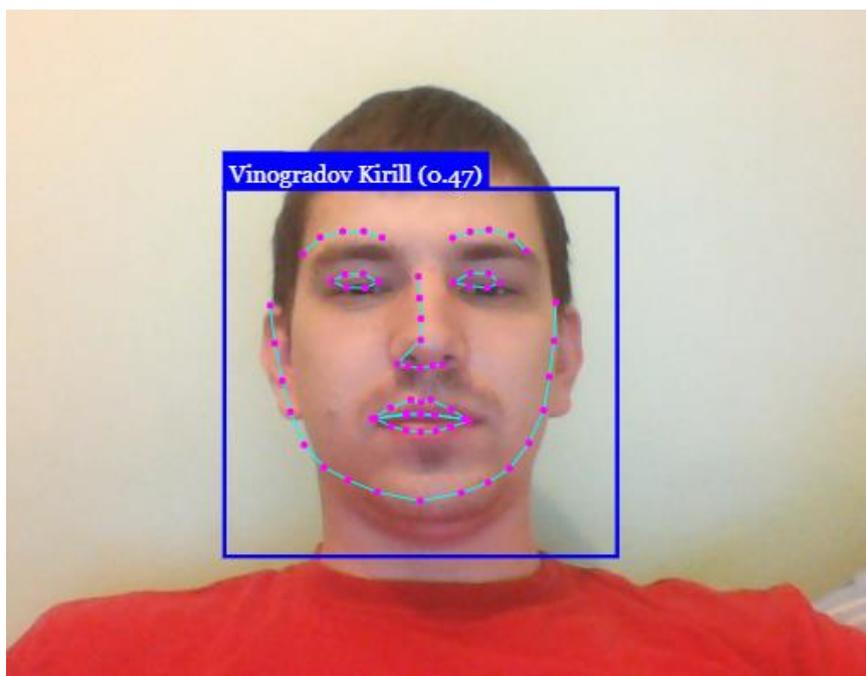


Рисунок 16 – Идентификация пользователя без очков

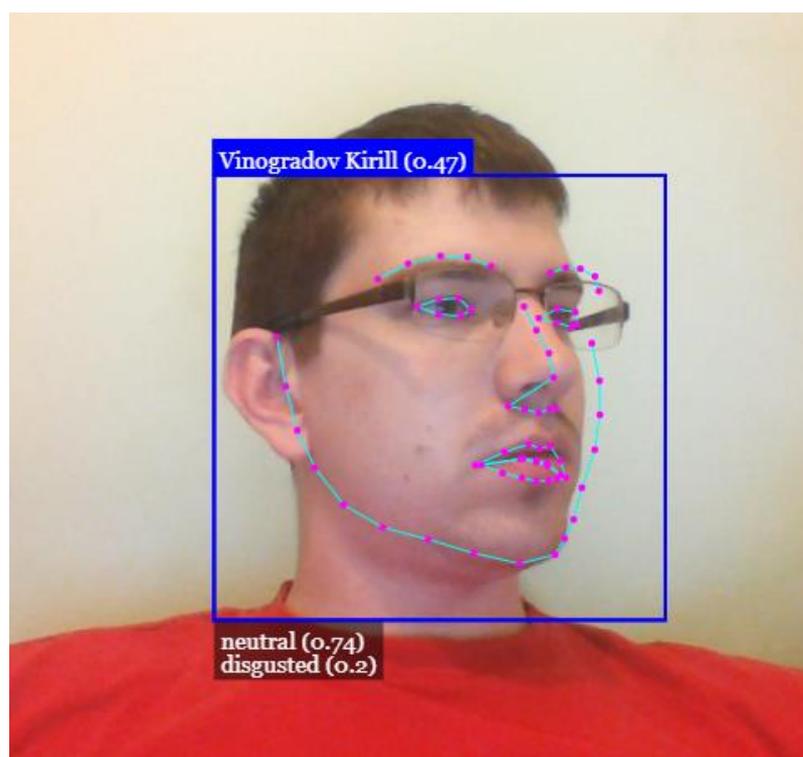


Рисунок 17 – Идентификация пользователя, не смотрящего в экран

Пример прохождения тестирования студентом представлен на рисунке 18.

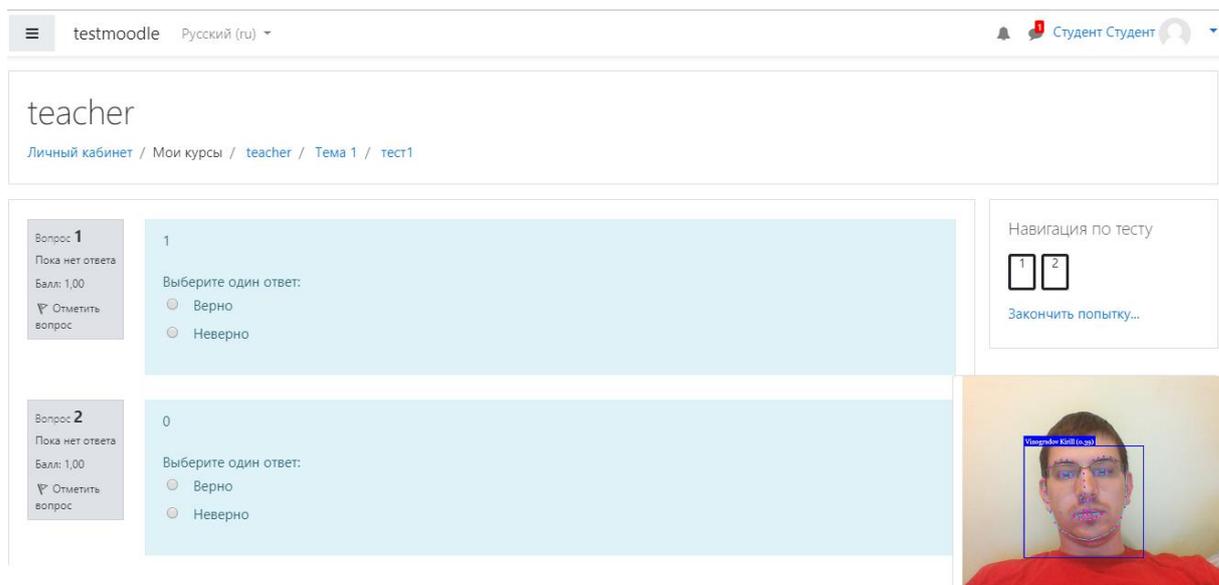


Рисунок 18 – Прохождение тестирования студентом

Просмотр тестирования преподавателем до и после нажатия на кнопку «Посмотреть запись» представлены на рисунках 19 и 20.

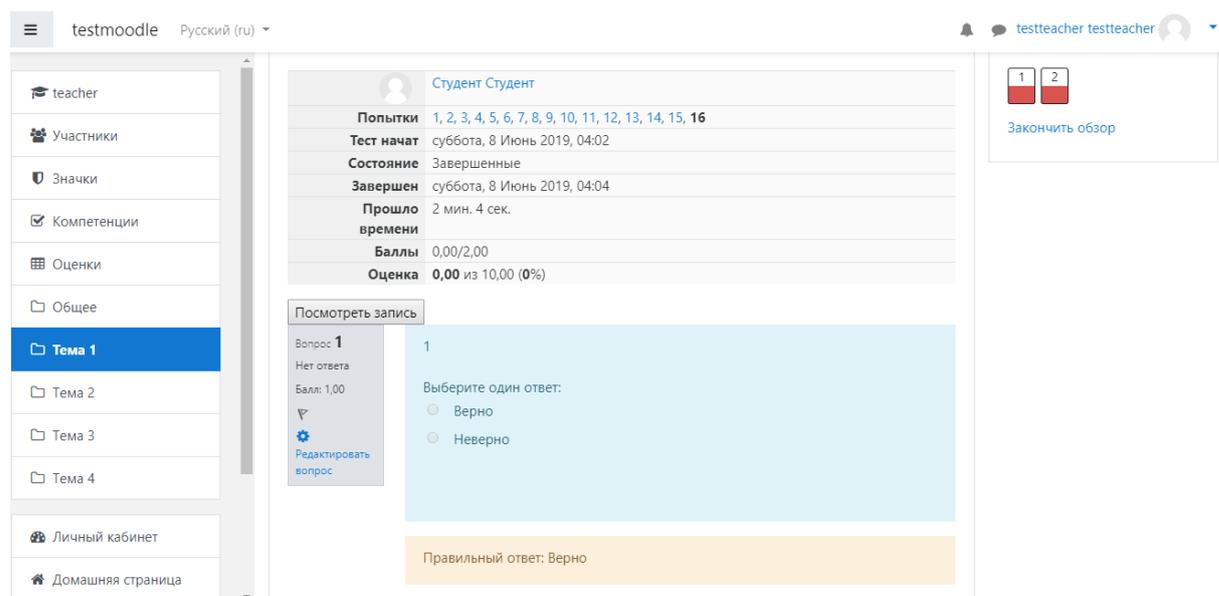


Рисунок 19 – Просмотр тестирования преподавателем до нажатия на кнопку «Посмотреть запись»

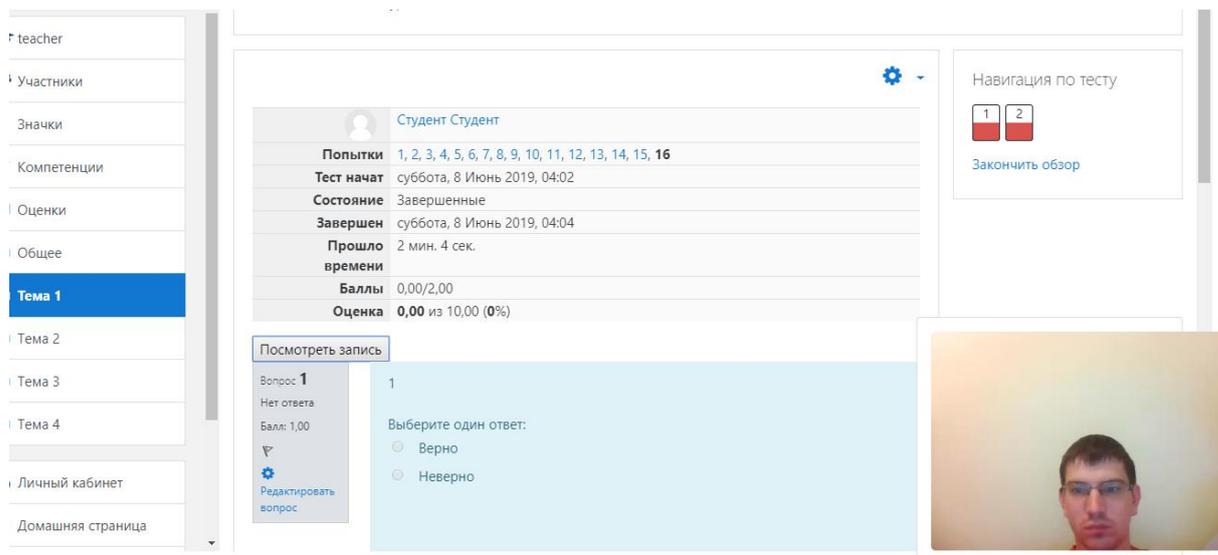


Рисунок 20 – Просмотр тестирования преподавателем после нажатия на кнопку «Посмотреть запись»

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности данной выпускной квалификационной работы, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

6.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Цель данной выпускной квалификационной работы - создание системы видеомониторинга и идентификации пользователя.

Использовать данный программный продукт могут любые образовательные организации, предоставляемые услуги дистанционного образования на платформе Moodle. Это могут быть, как крупные университеты, так и средние и мелкие компании, предоставляющие услуги дистанционного обучения.

Использование данного программного модуля, позволит образовательным организациям повысить качество результатов предоставляемого дистанционного образования, и, как следствие, заработать более высокую ценность выдаваемого им аттестата в общественности, что поможет увеличить поток обучающихся данных учреждений.

6.3 Анализ конкурентных технических решений

Анализ существующих аналоговых решений позволяет определить, а в некоторых случаях и повысить конкурентоспособность продукта. При анализе учитываются как достоинства, так и недостатки конкурентных продуктов.

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в

постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

На рынке существует несколько программных продуктов, выполняющих видеомониторинг и идентификацию студентов, такие как Examus и ProctorEdu.

Экспертная оценка основных технических характеристик данных продуктов представлена в таблице ниже.

Таблица 1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б ₁	Б ₂	К _ф	К ₁	К ₂
<i>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</i>							
Видеомониторинг	0,2	5	5	5	1	1	1
Идентификация пользователей	0,2	5	4	5	1	0,8	1
Автоматизированный прокторинг	0,2	2	3	5	0,4	0,6	1
<i>Экономические критерии оценки эффективности</i>							
Перспективность рынка	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Доступность	0,3	5	2	1	1,5	0,6	0,3
Законченность работы	0,05	3	5	5	0,15	0,25	0,25
Итого:	1				4,3	3,5	3,8

Из анализа можно сделать вывод, что продукты конкурентов хоть и обладают более развитой системой автоматизированного прокторинга, но обладают очень высокой стоимостью, что влияет на их доступность. Приобретение продуктов конкурентов происходит на время, либо оплата производится за каждый сданный тест или экзамен. Преимуществами собственного приложения меньшая стоимость и единоразовое вложение средств, что дает ему высокую конкурентоспособность.

6.4 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках второго этапа были составлены таблицы 2-5.

В рамках третьего этапа составляется итоговая матрица SWOT-анализа, представленная в таблице 6.

Таблица 2 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	+
	B2	-	-	-	-	+
	B3	-	-	-	-	+

Таблица 3 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	+	-	+	-
	B2	+	-	-	-	-
	B3	-	+	+	-	-

Таблица 4 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	+
	У4	-	-	-	-	-
	У5	-	-	+	-	-

Таблица 5 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	0	+	+	+	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	+	-	-	-	-
	У4	-	-	-	-	+
	У5	0	+	+	+	-

Таблица 6 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Доступность.</p> <p>С2. Наличие идентификации пользователей.</p> <p>С3. Широкая целевая аудитория пользователей.</p> <p>С4. Простота эксплуатации.</p> <p>С5. Простота расширения функционала</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Интеграция только с одной системой.</p> <p>Сл2. Низкая автоматизация прокторинга.</p> <p>Сл3. Отсутствие регистрации поведенческих треков.</p> <p>Сл4. Необходимость проверки результатов тестирования человеком.</p> <p>Сл5. Необходимость финансирования для дальнейшей разработки.</p>
--	--	--

Продолжение таблицы 6

<p>Возможности:</p> <p>В1. Увеличение уровня автоматизации прокторинга.</p> <p>В2. Добавление поддержки других систем дистанционного образования</p> <p>В3. Добавление поддержки поведенческих трекеров.</p>	<p>В1В2В3С5 – простота расширения функционала позволит в будущем легко расширить возможности системы</p>	<p>В1Сл2Сл4 – увеличение уровня автоматизации прокторинга позволит избавиться от необходимости проверки человеком что делает прокторинг полностью автоматизированным.</p> <p>В2Сл1 – Добавление поддержки других систем дистанционного образования устранил зависимость от одной платформы</p> <p>В3Сл2Сл3 – добавление поддержки поведенческих трекеров повысит уровень автоматизации системы и решит проблему отсутствия анализа поведения пользователей.</p>
--	--	---

Продолжение таблицы 6

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие интереса пользователей к продукту.</p> <p>У2. Снижение стоимости приложений конкурентов.</p> <p>У3. Вывод из эксплуатации образовательной платформы, на которой работает данное приложение.</p> <p>У4. Отсутствие финансирования для дальнейшего развития продукта.</p> <p>У5. Негативные отзывы о продукте.</p>	<p>У1У5С3 – Благодаря широкой целевой аудитории всегда найдется группа потребителей, которой интересен продукт и которые оставят положительные отзывы.</p> <p>У3С5 – Простота расширения функционала позволит быстро реализовать поддержку других платформ.</p>	<p>У1У5Сл2Сл3Сл4 – Технические и функциональные недостатки продукта отпугнут пользователей, и заставит их оставить неприятный отзыв, поэтому необходимо как можно быстрее исправить недостатки.</p> <p>У3Сл1 – интеграция с одной системой приводит к полной зависимости от неё, поэтому нужно расширить список поддерживаемых систем для минимизации угрозы</p> <p>У4Сл5 – Отсутствие финансирования не даст развивать продукт, поэтому необходимо выпустить первую версию ПО для привлечения инвестиций.</p>
---	---	--

6.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения).

Для этого была заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта, приведенная в таблице 7.

Таблица 7 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	4
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	5
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	3	2

Продолжение таблицы 7

12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	58	51

Исходя из результатов таблицы 7 можно сказать, что степень готовности и научной разработки, и ее разработчика к коммерциализации, находится на уровне выше среднего.

6.6 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Рассматриваемый в данной работе проект в перспективе предполагает объединение с другими проектами для дистанционного образования для расширения списка поддерживаемых платформ и функциональных возможностей системы. Помимо этого, система может быть со временем усовершенствована согласно требованиям образовательных платформ и будущих задач для расширения функционала. Таким образом, разработка представленной системы представляет собой долгосрочный проект.

Исходя из этого, наиболее приемлемым методом коммерциализации системы может стать организация совместного предприятия. Совместное предприятие позволит объединить команду разработчиков системы, а также проводить автономное совершенствование продукта. Безусловно, помимо команды разработчиков в такое предприятие следует привлечь специалистов по маркетингу и правовым вопросам организации деятельности.

Такой метод коммерциализации поможет развиваться продукту независимо от конкретной образовательной платформы, и повысить гибкость системы, что поможет в ее будущем распространении.

6.7 Инициация проекта

В данном разделе составляется устав научного проекта магистерской работы.

Устав проекта документирует бизнес-потребности, текущее понимание потребностей заказчика проекта, а также новый продукт, услугу или результат, который планируется создать.

В Уставе проекта закрепляется такая информация как: изначальные цели и содержание; изначальные финансовые ресурсы; внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

6.8 Цели и результат проекта

В данном разделе необходимо привести информацию о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Информацию по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице ниже:

Таблица 8 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИТПУ	Реализованная система видеомониторинга для внедрения в систему дистанционного образования и идентификации пользователей.

Продолжение таблицы 8

Научное сообщество	Любой результат исследований, как отрицательный, так и положительный. Необходимо для понимания сферы прокторинга, созданный модуль – сильный инструмент для исследований (например для исследования поведения человека во время написания экзамена).
Организации, предоставляющие услуги дистанционного образования на платформе Moodle	Разработанная система видеомониторинга и идентификации пользователей.

В таблице 9 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта включают цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 9 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Реализация системы видеомониторинга с возможностью идентификации личности
Ожидаемые результаты проекта:	Законченный, корректно работающий программный модуль видеомониторинга.
Критерии приемки результата проекта:	Созданный программный модуль должен записывать видео с веб-камеры во время тестирования, сохраняя результат в отдельный файл, и производить идентификацию пользователя.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Видеомониторинг должен производиться во время тестирования
	Высокая точность идентификации пользователя

6.9 Организационная структура проекта

На данном этапе работы необходимо решить следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определить роль каждого

участника в данном проекте, а также прописать функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Данная информация представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
1	Доцент ОИТ ИШТР НИТПУ Фадеев А.С.	Руководитель проекта	Координация деятельности участников проекта	20
2	Магистр ОИТ ИШТР НИТПУ Виноградов К.Г.	Исполнитель проекта	Исполнение всех работ по проекту	576

6.10 Ограничения и допущения проекта.

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Данная информация отображена в таблице ниже:

Таблица 11 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	135541,21 руб.
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	6.02.2019 - 6.06.2019
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	6.02.2019
3.2.2. Дата завершения проекта	6.06.2019
3.3. Прочие ограничения и допущения*	Ограниченный рабочий график научного руководителя и магистранта.

6.11 Планирование управления научно-техническим проектом

6.12 План проекта

В рамках планирования научного проекта построен календарный график проекта, представленный в таблице 12.

Приняты следующие сокращения:

НР – научный руководитель, Фадеев А.С.;

И – исполнитель, Виноградов К.Г.

Таблица 12 – Календарный план проекта в рабочих днях

Код работ ы (из ИСР)	Название	Длительность, раб. дни	Дата начала работ	Дата окончани я работ	Состав участнико в
1	Определение целей и задач	2	6.02.2019	7.02.2019	НР
2	Составление и утверждение технического задания	7	8.02.2019	15.02.2019	НР, И
3	Разработка календарного плана	7	16.02.2019	23.02.2019	НР, И
4	Подбор и изучение материалов по теме	29	25.02.2019	30.03.2019	И
5	Обсуждение литературы	1	1.04.2019	1.04.2019	НР, И
6	Процесс реализации модуля	30	2.04.2019	11.05.2019	И
7	Оформление расчетно- пояснительно й записки	19	13.05.2019	3.06.2019	И

Продолжение Таблица 12

8	Оформление графического материала	2	4.06.2019	5.06.2019	НР, И
9	Подведение итогов	1	6.06.2019	6.06.2019	НР, И
ИТОГ:		98	6.02.2019	6.06.2019	-

В приложении А приведена диаграмма Ганта.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

6.13 Бюджет научного исследования

Целью данного пункта является расчет величины расходов на выполнение проекта. Определение общих затрат производится путем суммирования расходов по следующим статьям:

- Материальные затраты на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
- Затраты на специальное оборудование для научных работ;
- Основная заработная плата исполнителей проекта;
- Дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Затраты на научные и производственные командировки;
- Контрагентные расходы;
- Накладные расходы.

6.13.1 Материальные затраты на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Затраты по данной статье расходов отсутствуют.

6.13.2 Затраты на специальное оборудование для научных работ;

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по данному проекту.

Специальным оборудованием для выполнения данного проекта являются персональные компьютер (ПК).

Используемый ПК не является новым. Его стоимость нужно учесть, как выплата амортизационных отчислений.

Амортизационные отчисления – инструмент компенсации полученного износа.

Величина отчислений зависит от первоначальной стоимости используемого оборудования и от выбранной на предприятии амортизационной стратегии. Рассмотрим вариант использования линейной амортизационной стратегии.

Амортизационные отчисления при линейной амортизации рассчитывается следующим образом:

$$AO = ПСО * НА \quad (1)$$

Где

АО – сумма амортизационных отчислений, руб.;

ПСО – первоначальная стоимость оборудования, руб. ;

НА – норма амортизации.

Норма амортизации рассчитывается по следующей формуле:

$$НА = \frac{1}{СПИО} * 100\% \quad (2)$$

Где

СПИО - срок полезного использования оборудования, мес.

Срок полезного использования ПК составляет 36 месяцев.

Первоначальная стоимость ПК равна 40 тыс.руб.

$$НА = \frac{1}{3 * 365} * 100\% \approx 0,091\%$$

Ежедневные амортизационные отчисления равны:

$$A = 40000 * 0,00091 = 36,4$$

Амортизационные отчисления нужно выплачивать 96 дней.

$$36,4 * 96 = 3494,4 \text{ руб.}$$

6.13.3 Заработная плата исполнителей проекта;

В настоящую статью включается основная заработная плата всех участников проекта, кто принимал участие в выполнении работ по данному проекту. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (3)$$

Где

$C_{зп}$ - статья заработной платы, руб.;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) работника рассчитывается по следующей формуле (4):

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (4)$$

Где

$Z_{осн}$ – основная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (5)$$

Где

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

При отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель проекта	Исполнитель проекта
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (6)$$

Где

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Основная заработная плата научного руководителя рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в НИТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

- оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, старший преподаватель, доцент, профессор;
- стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.;
- иные выплаты: районный коэффициент.

Руководителем данной научно-исследовательской работы является сотрудник с должностью доцент. Оклад доцента составляет 33 664 рубля.

Оклад магистранта – 12 664 рублей.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице

Таблица 14 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З_б, руб.	<i>k_{пр}</i>	<i>k_д</i>	<i>k_р</i>	З_м, руб	З_{дн}, руб.	Т_р, раб. дн.	З_{осн}, руб.
Руководитель проекта	33 664	0,3	0,2	1,3	65 644,8	2 719,9	3,3	8 975,67
Исполнитель проекта	12 664	-	-	1,3	16 463,2	682,14	96	65 485,44

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (7)$$

Где

Z_{доп} - дополнительная заработная плата, руб.;

k_{доп} – коэффициент дополнительной зарплаты, 10%;

Z_{осн} – основная заработная плата, руб.

Таблица 15 – Заработная плата исполнителей проекта

Заработная плата	Руководитель проекта	Исполнитель проекта
Основная зарплата, руб	8 975,67	65 485,44
Дополнительная зарплата, руб	897,57	6 548,54
Зарплата, руб	9 873,24	72 033,98
Итого по статье С_{зп}	81 907,22	

6.13.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитывается следующим образом:

$$C_{\text{вбф}} = k_{\text{вбф}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (8)$$

Где

K_{вбф} – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), 27,1%

$$C_{\text{вбф}} = 0,271 * 81 907,22 = 22 196,86 \text{ руб.}$$

6.13.5 Затраты на научные и производственные командировки;

В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта.

Затраты по данной статье расходов отсутствуют.

6.13.6 Контрагентные расходы;

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками).

Расчет величины этой группы расходов зависит от планируемого объема работ и определяется из условий договоров с контрагентами или субподрядчиками.

При выполнении проекта затраты по данной статье расходов относятся к использованию Internet исполнителем проекта.

По договору оплата услуги Internet составляет 12 руб./дн. Исполнитель проекта выполняет работу в течении 86 дней. Рассчитываем Размер контрагентных расходов:

$$C_{\text{КР}} = 12 * 86 = 1\ 032 \text{ руб.}$$

6.13.7 Накладные расходы.

Накладные расходы составляют 30-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{НР}} = k_{\text{НР}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (9)$$

Где

$k_{\text{НР}}$ – коэффициент накладных расходов, 30%.

$$C_{\text{ВбФ}} = 0,3 * 81\ 907,22 = 24\ 572,17 \text{ руб.}$$

6.13.8 Прочие прямые затраты

В данном пункте рассчитываются затраты на электричество за время работы над проектом. Вычисление производится по следующей формуле:

$$C_{\text{эл.об}} = P_{\text{об}} * t_{\text{об}} * Ц_{\text{э}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{об}}$ - мощность, потребляемая оборудованием, кВт, равно приблизительно 700 Вт;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час;

$Ц_{\text{э}}$ - тариф на 1 кВт*час.

Для ТПУ тариф одного кВт*час равен 5,8 рублей.

Тогда расчет потребленной электроэнергии за время работы над проектом выглядит следующим образом:

$$C_{\text{накл}} = 0,7 * 576 * 5,8 = 2\,338,56 \text{ руб.}$$

6.13.9 Формирование бюджета затрат проект

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице ниже:

Таблица 16 – Калькуляция затрат по статьям

Наименование статьи	Сумма, руб
2. Затраты на специальное оборудование	3494,4
3. Затраты по заработной плате исполнителей проекта	81 907,22
5. Отчисления во внебюджетные фонды	22 196,86
6. Прочие прямые затраты	2 338,56
7. Контрагентные расходы	1 032
8. Накладные расходы	24 572,17
ИТОГО:	135541,21

6.14 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Реестр рисков проекта представлен в приложение Б.

6.15 Заключение

В процессе выполнения данного раздела диссертационной работы магистра были определены перспективность и успешность данной работы, а также были разработаны механизм управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Подробно были произведены:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности;
- Инициация проекта;
- Планирование управления научно-техническим проектом;
- Оценка сравнительной эффективности исследования.

Получены следующие результаты:

- Определены цели и результаты проекта, рабочая группа проекта, ограничения и допущения проекта;
- Составлен календарный график-план;
- Подсчитан бюджет проекта, который составляет 135541,21 руб.;
- Выделены риски проекта;
- Подтверждена сравнительная эффективность проекта по сравнению с вариантами, требующие большего бюджета.

7 Социальная ответственность

Данный раздел рассматривает специфику организации рабочего места и рабочей среды для студента во время работы над выпускной квалификационной работы.

Главной целью, рассматриваемой диссертационной работы магистра, является разработка системы видеомониторинга и идентификации пользователей для платформы дистанционного образования.

Разработка системы осуществляется в закрытом, отапливаемом и проветриваемом помещении, за рабочим столом. Основным оборудованием при разработке является персональная электро-вычислительная машина (ПЭВМ).

7.1 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проектировании, разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Производственная среда – это часть окружающей человека среды, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсичные пары, газы, пыль, ионизирующие излучения и др.), называемые вредными и опасными факторами труда [13].

Опасными называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибель организма; вредными – факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия. (ГОСТ 12.0.003-2015) [13].

В таблице 1 представлены возможные вредные и опасные производственные факторы, возникающие в процессе разработки данного программного продукта за ПЭВМ.

Таблица 17 – Возможные вредные и опасные производственные факторы при разработке программного продукта за ПЭВМ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап разработки			Нормативные документы
	Проектирование	Разработка	Эксплуатация	
Вредные				
Отклонение показателей микроклимата (температуры и влажности воздуха)	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2] СанПиН 2.2.4.548-96 [3]
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Опасные				
Опасность поражения электрическим током	+	+	+	ГОСТ 12.1.038–82 [4]
Пожар	+	+	+	ФЗ от 22.07.2008 №123-ФЗ [5]

7.2 Анализ выявленных вредных факторов при разработке программного продукта.

7.2.1 Отклонение показателей микроклимата (температуры и влажности воздуха)

Микроклимат окружающей среды на рабочем месте очень важен, так как человек пребывает в подобных условиях продолжительное время, и если микроклимат не выполняет определенных требований, то качество работы значительно падает, а здоровье человека подвергается высокой нагрузке.

Микроклимат в производственных помещениях зависит в первую очередь от особенностей производственного процесса. Также микроклимат в производственных помещениях зависит от внешних условий, например, условий вентиляции и отопления, категории работ, периода года.

Повышенная температура воздуха приводит к перегреванию человека, а пониженная к тому, что человек просто замерзает.

Повышенная влажность воздуха создает неблагоприятные метеорологические условия - происходит нарушение терморегуляции и перегревание организма, уменьшается испарение пота, а, следовательно, уменьшается и отдача тепла организмом, что резко ухудшает состояние и работоспособность человека. Низкая относительная влажность воздуха способствует испарению пота, в результате чего происходит быстрая отдача тепла организмом. Понижение относительной влажности воздуха до 20 % вызывает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей [18].

Согласно [15] показатели микроклимата на рабочих местах для работников категории работ Ia, а именно к данной группе относятся люди, работающие за ПЭВМ, так как работы разработки программного продукта выполняются сидя и не требуют значительных физических напряжений, допустимы сопоставлению показателям, представленные в таблице 2. В таблице 3 представлены оптимальные условные показатели для микроклимата на рабочих местах для работников категории работ Ia.

Таблица 18 – Допустимые значения микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	20 – 25	15 – 75	0,1
Теплый	Ia	21 – 28	15 – 75	0,1 – 0,2

Таблица 19 – Оптимальные значения микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22 – 24	60 – 40	0,1
Теплый	Ia	21 – 23	60 – 40	0,1

Для поддержания оптимальных параметров микроклимата рабочее помещение должно быть оснащено системой отопления, вентиляции и увлажнения воздуха. В рабочих помещениях, оснащённых ПЭВМ,

необходимо ежедневно проводить влажную уборку и каждый час проветривать помещение.

Также важным параметром микроклимата рабочей среды, как утверждает [15], является показатель температуры поверхностей. При длительной работе любые электроприборы нагреваются, и ПЭВМ не исключение из этого правила. Таким образом температура его поверхности повышается и может переходить за пределы благоприятной для работы. Это может изменять эмоциональное состояние человека, работающего за ПЭВМ, в худшую сторону. Также, нагрев ПЭВМ способствует увеличению температуры воздуха вокруг него [19].

7.2.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и общее самочувствие, определяет эффективность труда. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта [20].

Длина рассматриваемого помещения составляет 6 метров, ширина – 3 м, высота – 2,5 м. Высота рабочей поверхности 0,7 м.

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами (Рисунок 1):

H – высота помещения;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_{рп}$ – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_{рп}$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

L – расстояние между соседними светильниками или рядами;

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены;

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = L/h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости.

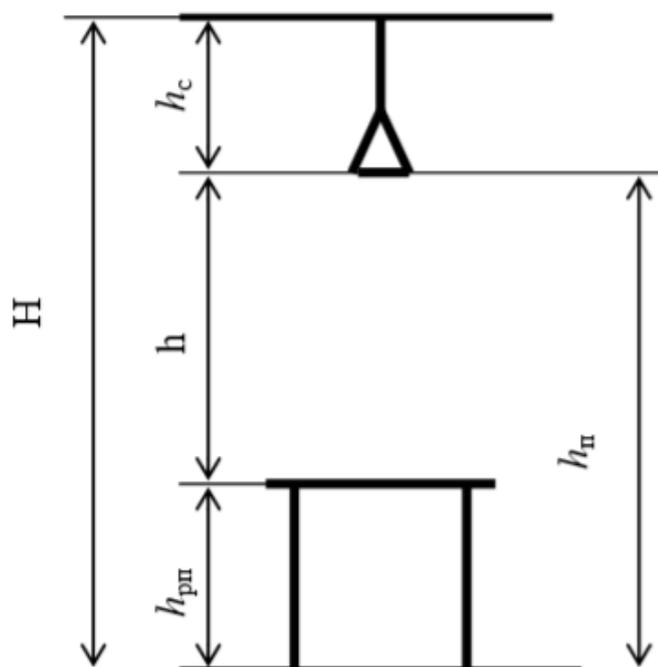


Рисунок 21 - Основные расчетные параметры

Расчет параметров освещения осуществлен для светильника ШОД – 2-40, характеристики которого приведены в таблице 4.

Таблица 20 – Характеристика светильника ШОД 2-40

Количество и мощность лампы, Вт	Размеры, мм			КПД, %
	Длина	Ширина	Высота	
2 x 40	1230	266	-	85

Исходные характеристики помещения:

$H = 2,5$ м; $h_{пр} = 0,7$ м; $\lambda = 1,1$;

Тогда, расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью равна: $h = h_n - h_{rp} = H - h_c - h_{rp} = 2,5 - 0,7 = 1,8$ м.

Соответственно, расстояние между соседними светильниками или рядами равно: $L = \lambda * h = 1,1 * 1,8 = 1,98$ м.

Тогда, расстояние от крайних светильников или рядов до стены:

$$l = L / 3 = 1,98 / 3 = 0,66 \text{ м.}$$

Исходя из рассчитанных значений размещения светильников для люминесцентных ламп, определено, что в помещении с заданными характеристиками может быть размещено 3 светильника типа ШОД 2-40 (Рисунок 22).

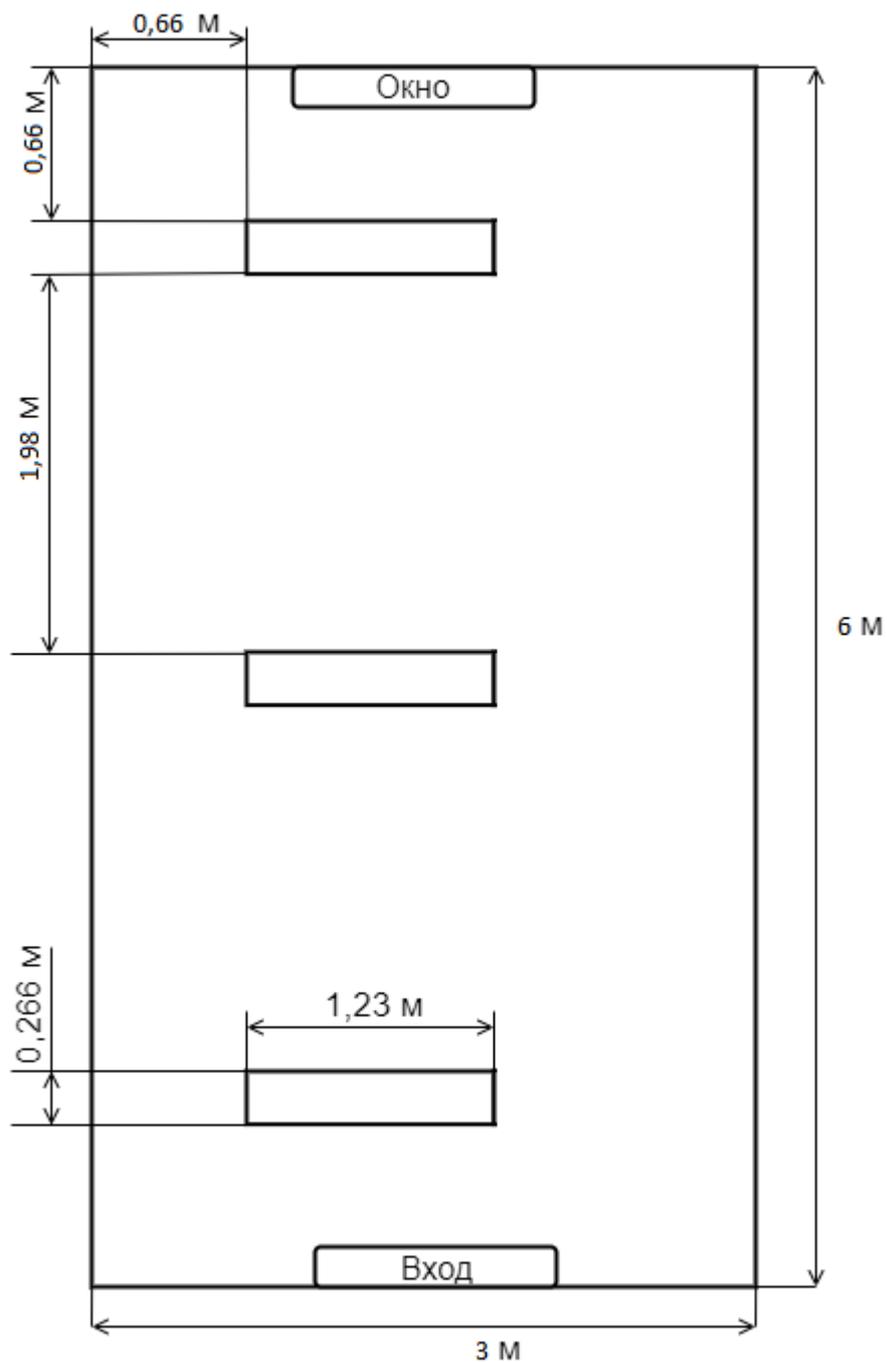


Рисунок 22 - План размещения общего освещения (вид сверху)

Работа оператора ЭВМ относится к третьему разряду зрительных работ и считается работой высокой точности. Согласно СНиП 23-05-95 норма освещенности для рассматриваемого помещения при системе комбинированного освещения оставляет 400 Лк, в том числе от общего освещения – 200 Лк [20].

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H * S * K_3 * Z * 100}{n * \eta}, \quad (11)$$

где

E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-0595, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} .

Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_C и потолка ρ_P .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h * (A + B)}, \quad (12)$$

где

h – допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами;

A – ширина;

B – длина.

Помещение имеет ширину $A = 3$ м, длину $B = 6$ м, допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами $h = 1,8$ м. Требуется создать освещение $E = 200$ лк. Коэффициент отражения светлых стен $\rho_C = 30\%$, светлого потолка $\rho_{\Pi} = 50\%$. Коэффициент запаса $K_3 = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Определено, что в помещении можно разместить 3 ряда светильников с люминесцентными лампами, в каждом из которых можно разместить 2 светильника. С учетом того, что в каждом светильнике типа ШОД 2-40 установлено 2 люминесцентные лампы, общее число люминесцентных ламп в помещении $N = 6$.

Тогда индекс помещения будет равен:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{3 \cdot 6}{1,8 \cdot (3+6)} = \frac{18}{16,2} = 1,11 \quad (11);$$

В соответствии со значениями коэффициентов отражения стен $\rho_C = 30\%$, потолка $\rho_{\Pi} = 50\%$ и индекса помещения $i = 1,11$ коэффициенты использования светового потока светильников с люминесцентными лампами $\eta = 35\%$.

Тогда световой поток равен:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z \cdot 100}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 100}{6 \cdot 35} = 2828,57 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

Выбираем ближайшую стандартную лампу ЛХБ 40 Вт с потоком 2700 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{с.станд}}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (13)$$

Получаем:

$$-10\% \leq \frac{2700 - 2828,57}{2700} \cdot 100\% \leq 20\% = -10\% \leq -4,76\% \leq 20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 6 \cdot 40 = 240 \text{ Вт.}$$

7.3 Анализ выявленных опасных факторов при разработке программного продукта

7.3.1 Опасность поражения электрическим током

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий, а также средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества [21].

Сила поражения и тяжесть зависит от многих факторов: мощности разряда, от времени воздействия, от характера тока (постоянный или переменный), от состояния человека – состояние здоровья, возраст, влажности тела, а также от места соприкосновения и пути прохождения тока по организму. При поражении электрическим током могут наблюдаться нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы, дыхания, нервной системы, электроожоги. При воздействии тока низкого напряжения может возникать спинальный атрофический паралич, обусловленный поражением серого вещества. В первые часы и даже ближайшие дни после электротравмы трудно определить дальнейшее течение и исход болезни. Нередко тяжелая электротравма заканчивается смертью [21].

Главными и определяющими факторами воздействия электрического тока на тело человека является сила тока I (А) и напряжением прикосновения U (В). В таблице 4 представлены предельно допустимые напряжения прикосновения и токи [16].

Таблица 21 – Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи

Род тока	Напряжение прикосновения, В	Ток, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

К поражению электрическим током при работе с ПЭВМ могут привести следующие причины [16]:

- наличии оголенных участков на кабеле;
- нарушении изоляции распределительных устройств и от токоведущих частей компьютера;
- при работе во влажной одежде или со влажными руками.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током относятся [14]:

- При производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- С целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- При включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- Все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- Необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

7.3.2 Пожар

Пожар – неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных [22].

Риск пожара присутствует при нахождении в любом здании. Это связано зависимостью человечества от электричества, а при использовании электричества может произойти короткое замыкание, перегрузка сети и т.п. При работе с ПЭВМ риск пострадать от пожара еще выше, так как человек находится в непосредственной близости от ПЭВМ, который может быть

источником пожара, если его как-то не верно эксплуатировать или не следить за его исправностью.

Во общем, можно выделить следующие причины возникновения пожаров [22]:

- несоблюдение правил эксплуатации электрических устройств;
- неосторожное обращение с огнём;
- самовозгорание веществ и материалов;
- грозовые разряды;
- поджоги, боевые действия;

Методы противодействия пожару делятся на уменьшающие вероятность возникновения пожара (профилактические) и непосредственно защиту и спасение людей от огня (тактические). Для оперативного реагирования на пожар применяют пожарные оповещатели различных типов [23].

Выделенные профилактические действия [23]:

- определение и оборудование места для курения;
- определение порядка обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- определение порядка осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- определение порядка и срока прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначение ответственных за их проведение.
- организация деятельности подразделений пожарной охраны.

Выделенные защитно-спасательные действия [23]:

- разработка планов эвакуации;
- регламентирование действий при обнаружении пожара;
- устройство эвакуационных путей;

- устройство систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;
- применение первичных средств пожаротушения;

применение автоматических установок пожаротушения;

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся [23]:

- конструктивные и объемно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению, между помещениями, между группами помещений различной функциональной пожарной опасности, между этажами и секциями, между пожарными отсеками, а также между зданиями;
- ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций здания, в том числе кровель, отделки и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.

7.4 Экологическая безопасность

Разработка и эксплуатация системы видеомониторинга и идентификации пользователей происходит в офисном помещении. Офис является источником следующих видов отходов:

- Твердые отходы: бумага, канцелярские принадлежности, комплектующие;
- Жидкие отходы: сточные воды;
- Люминесцентные лампы.

При использовании компьютера и другой вычислительной техники неизбежно устаревание моделей. В результате этого возникает необходимость замены и обновления оборудования.

Согласно ГОСТ Р 55102-2012 [24] персональный компьютер содержит следующие компоненты, которые должны быть отдельно собраны при выводе его из эксплуатации, представленные в таблице 6.

Таблица 22 – Перечень основных компонентов некоторых типов электротехнического и электронного оборудования

Компоненты	Тип оборудования	
	Системный блок и клавиатура персонального компьютера	Монитор персонального компьютера
Металлы	✓	
Двигатель	✓	
Пластик	✓	✓
ЭЛТ		✓
ЖК-экран		✓
Электропровода	✓	
Трансформатор	✓	
Печатные платы	✓	✓
ХИТ	✓	✓
Внешние электропровода	✓	✓

Чтобы уменьшить негативное воздействие на экологическую обстановку, утилизировать электронику нужно наиболее безопасным для окружающей среды способом, то есть обратиться в специализированную компанию по утилизации. Такие компании действуют на всей территории Российской Федерации, в том числе и в Томской области.

Бумага может быть переработана и использована в качестве вторсырья. Для сбора макулатуры в России существуют специальные пункты приема. Некоторые из них предоставляют услугу вывоза макулатуры.

Сточные воды – один из источников загрязнения природных водоемов, так как они содержат различные загрязнения, в том числе мусор и примеси. В результате деятельности офисного предприятия происходит образование сточных вод. Для последующей очистки в системах канализации применяются отстаивание и фильтрация. Возможна дополнительная очистка с использованием озонаторов и ультрафиолета.

Отдельного внимания заслуживает вопрос утилизации люминесцентных ламп. Они покрыты люминесцентным веществом, имеют стеклянную оболочку и электроды. Внутри таких ламп находится инертный газ с парами ртути. В случае повреждения корпуса лампы, пары ртути попадают в атмосферу. Поэтому после окончания срока службы люминесцентные лампы необходимо сдавать на специальные предприятия по утилизации, имеющие специальную лицензию на данный вид деятельности. В Томске к таким предприятиям относятся Экотом, Полигон, Утилизация.

Необходимо отметить, что в целом при работе с компьютером существенного загрязнения окружающей среды не происходит и вредные выбросы не сравнимы с производственными.

7.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

7.6 Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения

Чрезвычайные ситуации могут быть техногенного, природного, биолого-социального или экологического характера. Ниже перечислены возможные ЧС в условиях работы за ПЭВМ по классификации.

Чрезвычайные ситуации природного характера [25]:

- геофизические опасные явления – землетрясения, вулканы и т.д.

- метеорологические опасные явления – бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- гидрологические опасные явления – наводнения, паводки, половодья и т.д.
- морские гидрологические опасные явления – штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- гидрогеологические опасные явления – опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.

Чрезвычайные ситуации биолого-социального характера [25]:

- эпидемии – массовое распространение инфекционных заболеваний людей.
- эпизоотии – массовое распространение инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных.
- эпифитотии – массовое распространение инфекционных заболеваний и вредителей сельскохозяйственных растений.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера [25]:

- пожары и взрывы;
- внезапное обрушение зданий;

Чрезвычайные ситуации экологического характера – чрезвычайные ситуации, вызванные изменением состояния суши, атмосферы, гидросферы, биосферы в результате деятельности человека [25].

В условиях работы на ПЭВМ из перечисленных ЧС вероятнее всего попасть в пожар.

Причинами пожара при работе с ПЭВМ могут быть следующие [23]:

- Не соблюдение правил пожарной безопасности;
- Не исправность проводки;
- Не исправность или неправильное использования электроприборов;

- Не исправность или неправильное использование устройств искусственного освещения.

В качестве превентивных мер нужно выполнять следующие действия [22]:

- определение и оборудование места для курения;
- определение порядка обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня;
- определение порядка осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- определение порядка и срока прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначение ответственных за их проведение.
- организация деятельности подразделений пожарной охраны.

7.7 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Тушить пожар самостоятельно целесообразно только на его ранней стадии при обнаружении загорания, и в случае уверенности в собственных силах. Если с загоранием не удалось справиться в течение первых нескольких минут, то дальнейшая борьба не только бесполезна, но и смертельно опасна.

В каждой организации порядок действий при пожаре определяется инструкцией о мерах противопожарной безопасности. В инструкциях о мерах пожарной безопасности отражается:

- правила вызова пожарной охраны;
- порядок отключения вентиляции и электрооборудования;
- правила применения средств пожаротушения и установок пожарной автоматики;
- порядок аварийной остановки технологического оборудования;
- порядок эвакуации горючих веществ и материальных ценностей;

- порядок осмотра и приведения в пожаро- и взрывобезопасное состояние всех помещений предприятия (подразделения).

При обнаружении пожара или признаков горения (задымления, запаха гари, повышения температуры) в производственном помещении или на территории предприятия работник обязан немедленно сообщить об этом своему непосредственному руководителю, а тот - в пожарную охрану.

Руководители и должностные лица, назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности в организации, по прибытии к месту пожара должны:

- в случае угрозы жизни людей немедленно организовать их спасание;
- проверить включение в работу автоматических систем противопожарной защиты (оповещения людей о пожаре, пожаротушения, противодымной защиты);
- при необходимости отключить электроэнергию (за исключением систем противопожарной защиты), остановить работу транспортирующих устройств, агрегатов, аппаратов, перекрыть сырьевые, газовые, паровые и водяные коммуникации, остановить работу систем вентиляции в аварийном и смежных с ним помещениях и др.;
- прекратить все работы в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с мероприятиями по ликвидации пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех работников, не участвующих в тушении пожара;
- осуществить общее руководство по тушению пожара (с учетом специфических особенностей объекта) до прибытия подразделения пожарной охраны;
- одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей;

- организовать встречу подразделений пожарной охраны и оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подъезда к очагу пожара.

По прибытии пожарного подразделения руководитель организации информирует руководителя тушения пожара о конструктивных и технологических особенностях объекта, прилегающих строений и сооружений, количестве и пожароопасных свойствах хранимых и применяемых веществ, материалов, изделий и других сведениях, необходимых для успешной ликвидации пожара.

При нахождении в помещении, где возник пожар, необходимо выполнять следующие меры предосторожности:

- При эвакуации людей в задымленных помещениях следует передвигаться вдоль стен ближе к окнам. Нужно обязательно запомнить маршрут движения по характерным предметам, приметам, числу поворотов, планировке помещений, оборудованию.
- Двери в задымленном помещении следует открывать осторожно, чтобы избежать вспышки пламени от быстрого притока воздуха. В сильно задымленном помещении нужно двигаться ползком или пригнувшись к полу, для защиты от угарного газа использовать увлажненную ткань (платок, рукав).
- При спасении людей из горящих зданий, прежде чем войти в горящее помещение, следует накрыться с головой мокрым покрывалом, полотном и т. п.
- Если на пострадавшем загорелась одежда, необходимо любым способом устранить контакт одежды с воздухом (накрытие тканью, падение на землю и покатывание по ней, засыпание землей) или воздействием на нее струей воды.
- В случае развития масштабного пожара для обеспечения безопасности используются средства индивидуальной защиты:

респираторы или увлажненные маски, противогазы, очки, брезентовые куртки, огнезащитные костюмы.

Для проведения мероприятий по предупреждению и ликвидации пожаров на территории предприятия организуется добровольная пожарная дружина из числа работников этого предприятия. Дружина проходит специальную подготовку и периодически участвует в командно-штабных учениях по тушению пожаров.

Вся информация взята из [23].

7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Документом, определяющим каким образом должно быть организовано рабочее место человека, занимающегося работой за ПЭВМ, является СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Данные документы содержат требования к организации непосредственной рабочей зоны. Также присутствуют требования организации помещений, где данная рабочая зона непосредственно располагается.

Далее представлены основные общие требования, озвученные СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14]:

- При размещении рабочего места, расстояние между рабочим столом и дисплеем, должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями дисплея – не менее 1,2 м.
- Дисплей должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 60 - 70 см, но не ближе 50 см с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.
- Дисплей должен включать возможность регулировки яркости и насыщенности изображения.
- Площадь на рабочее место пользователя ПЭВМ с дисплеем на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не

менее 6 м², с дисплеем на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м².

- Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 -0,7.
- Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7-0,8; для стен - 0,5-0,6; для пола - 0,3-0,5.
- Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе с компьютером. Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки.
- Поверхность сиденья, спинки и других элементов рабочего стула должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений

Помимо перечисленных требований должны выполняться все требования, упомянутые в разделе «производственная безопасность».

7.9 Заключение

В процессе выполнения раздела «Социальной безопасности» выпускной квалифицирующей работы были рассмотрены следующие пункты, выполнение которых обеспечивают полную безопасность человеку, работающему за компьютером:

- производственная безопасность;
- экологическая безопасность;
- безопасность в чрезвычайных ситуациях;
- правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

В результате проделанной работы по каждому пункту были созданы общее описание данного пункта и пути решения по достижению каждой безопасности.

Заключение

Данная диссертационная работа магистра посвящена решению задачи повышения доверия к результатам оценивающих мероприятий, проводимых в дистанционной форме путем внедрения системы видеомониторинга и идентификации обучающихся в образовательную платформу Moodle.

Для подтверждения актуальности задачи повышения доверия к результатам дистанционного образования было проведено исследование в формате анонимного опроса среди студентов очной формы обучения Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Была реализована система видеомониторинга и идентификации обучающихся, так же она была внедрена в систему управления обучением Moodle

Реализованная система соответствует всем предъявленным ему требованиям, а именно:

- Все действия должны происходить на одной странице.
- Отсутствие установки дополнительного ПО.
- Тестирование требуется снимать на видео
- Запись процесса тестирования должна передаваться на сервер
- Преподаватель должен иметь возможность просмотреть запись тестирования.
- Идентификация пользователя должна проводиться в процессе тестирования.

Список публикаций

1. Виноградов К. Г. РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛА МОДУЛЯ АСИНХРОННОГО ПРОКТОРИНГА // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 3–7 декабря 2018 г.) / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2019. – Сек.4 – с.373-374

Список используемых источников

1. ProctorEdu [Электронный ресурс] ProctorEdu. URL: <https://proctoredu.ru/> Дата обращения: 06.06.2019.
2. Examus [Электронный ресурс] Examus. URL: <https://examus.net> Дата обращения: 06.06.2019.
3. Moodle [Электронный ресурс] Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Moodle> Дата обращения: 26.05.2019.
4. WebRTC. [Электронный ресурс] / WebRTC. – URL: <https://webrtc.org> Дата обращения: 06.06.2019.
5. How WebRTC Is Revolutionizing Telephony [Электронный ресурс] / Trilogy-LTE. – URL: <http://blogs.trilogy-lte.com/post/77427158750/how-webrtc-is-revolutionizing-telephony> Дата обращения: 06.06.2019.
6. WebRTC [Электронный ресурс] TrueConf. URL: <https://trueconf.ru/webrtc.html> Дата обращения: 06.06.2019.
7. STUN [Электронный ресурс] xgu.ru. URL: <http://xgu.ru/wiki/STUN> Дата обращения: 06.06.2019.
8. What is a TURN server and what is it used for? [Электронный ресурс] Quora. URL: <https://www.quora.com/What-is-a-TURN-server-and-what-is-it-used-for> Дата обращения: 06.06.2019.
9. Janus [Электронный ресурс] Meetecho. URL: <https://janus.conf.meetecho.com/> Дата обращения: 06.06.2019.
10. face-api.js—JavaScript API for Face Recognition in the Browser with tensorflow.js [Электронный ресурс] itnext. URL: <https://itnext.io/face-api-js-javascript-api-for-face-recognition-in-the-browser-with-tensorflow-js-bcc2a6c4cf07> Дата обращения: 06.06.2019.
11. Navigator.getUserMedia() [Электронный ресурс] MDN Web Docs. URL: <https://developer.mozilla.org/en->

<US/docs/Web/API/Navigator/getUserMedia> Дата обращения:
06.06.2019.

12. Тег <iframe> [Электронный ресурс] htmlbook.ru. URL:
<http://htmlbook.ru/html/iframe> Дата обращения: 06.06.2019.
13. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 N 116-ФЗ, Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
15. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
16. ГОСТ 12.1.038–82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов». Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
17. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. От 13.07.2015) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
18. Повышенная влажность – воздух [Электронный ресурс] / большая энциклопедия нефти и газа URL:
<https://www.ngpedia.ru/id484185p1.html>, свободный, Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
19. Ефремова О. С. Требования охраны труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
20. СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение». Яз. Русс. (дата обращения 3.06.2019)

- 21.ГОСТ Р 12.1.009-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения, Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
- 22.Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 30.10.2018) "О пожарной безопасности, Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
- 23.Ю.В. Анищенко, М.В. Гуляев, М.Э.Гусельников Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов очного и заочного обучения всех направлений и специальностей. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009 – 46 с
- 24.ГОСТ Р 55102-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутисодержащих устройств и приборов, Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)
- 25.ГОСТ Р 22.9.28-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Инструмент аварийно-спасательный. Классификация, Яз. Русс. (дата обращения 20.05.2019)

Приложение А

Introduction Review of the analogs of the video monitoring and student identification system Technology development of video monitoring and student identification system

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ71	Виноградов Кирилл Геннадьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеев А.С.	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения ИЯ

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Куркан Наталия Владимировна			

Introduction

The development of information technologies is increasingly introduced into all spheres of public life. The introduction of information technologies into traditional business areas has led to the creation of some of the most convenient services for consumers, ranging from online banking to aggregating taxis and delivering food all over the world. Also, information technology contributed a lot into education. Modern technology provided overcoming one of the most important barriers between people - the distance. Now people from all over the world have the opportunity to receive education remotely.

Previously, people with physical disabilities, people responsible for sick relatives, or simply poor people could not afford to move to another city to get a quality education. Now they have the opportunity to receive it remotely.

Also, the distance learning reduces the cost of training, such as renting premises, allows training, and provides students the opportunity to independently choose the time of classes, place, and their duration.

Initially, the distance learning was only an addition to the traditional form of education. But now it is already an independent form of education, that is, the degrees obtained through the distance learning have the same legal force as other forms of education.

However, the distance form is inferior to others when it comes to trusting the learning outcomes and the diplomas, certificates and attestation issued on these results. This is due to the complexity of identifying students. It is difficult to keep track of whether a student performs tasks or tests by themselves.

Distance learning is extremely promising and, in the opinion of many people, can completely eradicate the traditional form of education in the future. But for this, it is necessary for distance learning to begin to catch up with traditional form in quality. All people should share the idea that the distance learning is as efficient as a traditional form. The fact that a student's knowledge meets the required standard should be out of any questions.

Thus, the task is to increase the trust in the results of distance learning. This research is aimed at solving the identified problem.

Analysis of the increasing credibility in distance learning

Most people always try to follow the path of least resistance, try to bypass the system for the sake of their own benefit. In distance learning, this translates into a situation when someone passes tests for students and get paid for it. Students do not pass testing on their own, but simply write in advance prepared answers. Such situations reduce the quality of distance learning and, consequently, the level of trust in it.

To confirm the relevance of the task of increasing trust in the istance learning results, a research was conducted among full-time students of National Research Tomsk Polytechnic University.

Figure 1 shows the statistics on the desire of students to use distance learning.

Only 14 % of students would like to take various traditional forms of final examination, when students and teacher meet in the classroom and the process of examination begins. The remaining 86% would like to take exams in a comfortable environment and at any time convenient for them. People have different schedules and, therefore, each student has its own favorable time for passing an important test.

Statistics on the average number of disciplines on the Moodle platform per a term is presented in Figure 2.

Based on the answers to this question, it can be concluded that in a term, every second student has at least one subject that requires testing on the educational platform, and every third student has two or more subjects.

In Figure 3 you can see the ratio of students who rely only on their knowledge during testing, and students who use additional sources of information.

The diagram demonstrates that two thirds of the students use additional sources, which is a violation of the exam rules and requirements.

The statistics on the students' behavior during testing is presented in Figure 4.

The chart reveals that 38% of the students surveyed used the help of other people during testing, 72% used the Internet to find answers, and 78% of respondents used lecture materials. All these actions are usually violations of the examination rules. Only 16% answered that they did not resort to one of the previously listed actions.

Figure 5 shows the statistics on meeting the rules of remote testing, provided that the students will be monitored.

According to the diagram presented in figure 5, we can say that the very fact of conducting video surveillance discourages the desire to violate the rules for 84% of the students surveyed.

Based on the survey, we can conclude that the current distance learning system does not achieve the expected results, since most students violate the rules of the distance testing procedure. This is due to the problems of the student's verification and recognition of their behavior during testing.

Proctoring systems are designed to solve these problems.

Proctoring is a procedure to verify the identity of the subject and remotely accompany online exams under the supervision of a remote observer, also called a proctor, whose goal is to increase the level of trust in the learning outcomes.

Classical proctoring is a simultaneous procedure, when the proctor and the subjects are online at the same time and the proctor monitors the testing procedure. Another option for proctoring is asynchronous. The subject goes through the verification and testing procedure by themselves, but all their actions are recorded on the camera. Then, the proctor can check the available records at any time, identify possible violations and assess the degree of trust in the results obtained .

The last word in the field of distance learning are partially or fully automated proctoring systems, in which the functions of the proctor are shifted to the software. Automation of such systems increases the efficiency of the observer, and in some cases can completely replace it.

Automated proctoring is a software-implemented system for monitoring the process of remote testing, the main functions of which are to verify the subject and track violations during the exams without an observer.

The most important element of automated proctoring is the user identification. The identification must address the issue of determining the learner during testing.

1. Review of the analogs of the video monitoring and student identification system

To develop your own software product, you should first study the ready-made counterparts.

Proctoring is not something new. There are already some products in the market that implement proctoring, such as ProctorEdu and Examus.

1.1. ProctorEdu

The ProctorEdu software was developed to provide online test control for employment or staff certification, solving the problems of personality substitution, leakage of internal materials and cheating[1].

The credibility of the results is achieved through the face recognition during the session and intelligent behavior analysis during testing.

The proctoring system supports two main proctoring options and their combination.

Auto proctoring – automatic observation and confirmation of identity, trust assessment is set by the system automatically.

Live proctoring – the presence of an observer during the exam, interaction with the participant, the conclusion is set by the proctor.

System features:

1. Automatic assessment of trust in the results of testing and biometric verification of identity.
2. Support of proctoring work on Android and iOS mobile devices.

3. Seamless integration with the testing system, works in the browser and does not require the installation of extensions, plug-ins and third-party software.
4. Communication with the projector by video and audio communication, chat.
5. Connecting an additional mobile camera to improve visibility.
6. The minimum network requirements - 128 Kbps (50 MB / h), automatic recovery after a communication break.

The cost of a license for a year is 680 thousand roubles.

The license for this product is not permanent and, therefore, the price may increase annually. ProctorEdu is too expensive solution.

1.2. Examus

Examus is an online proctoring service. Automatic algorithms identify student behavior and analyze his behavior from the point of view of the threat of violation of the norms of the exam, and report the results of the test to the proctor - the person who monitors and corrects the work of automation. User identification is based on face recognition algorithms. The image obtained from the student's webcam is compared by the system with one of the reference images or their combinations. Then the proctor makes a visual comparison[2].

Benefits of Examus:

1. Comprehensive use of multiple identification methods allows you to achieve 99.9% accuracy
7. Receipt by the client in a convenient form the entire set of materials during the exam: video, screenshots, chat log with the proctor. Built-in scoring system allows you to automatically calculate the probability of a fair change.
8. Availability of a flexible API allows you to quickly integrate proctoring with almost any LMS.
9. In collaboration with students, proctors will act exactly according to your instructions for a particular exam.

10. Accurate identification system and vigilant control over the behavior of students by proctors do not leave a chance to fraudsters

11. A convenient system for viewing the archive and reporting allows our clients to conduct a comprehensive analysis of student behavior during exams

The cost of this service is 150 rubles per exam for one person.

The described software product has less functionality than the previous one, but with a large number of students it can be compared with it in cost. If 10 thousand students pass on 1 hour testing, the use of this product will cost 150 thousand roubles. This product is too expensive solution.

2. Technology development of video monitoring and student identification system

The development of a video monitoring and user identification system will be carried out for the Moodle system using programming languages PHP, JavaScript, HTML markup language, using WebRTC technology, the Janus WebRTC Server project and the face-api.js library.

2.1. Moodle

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) is a free learning management system, focused primarily on the organization of interaction between the teacher and students, although it is also suitable for organizing traditional distance learning courses, as well as supporting full-time education.

Using Moodle, the teacher can create courses, filling them with content in the form of texts, auxiliary files, presentations, questionnaires, etc. To use Moodle, it is enough to have any web browser, which makes the use of this learning environment convenient for both teachers and students. According to the results of the students' assignments, the teacher can give marks and give comments. Thus, Moodle is also a center for creating educational material and ensuring interactive interaction between participants in the educational process[3].

Moodle competes on equal terms with world leaders in the distance learning systems market. An international development team has been working on the system for over 10 years.

The Moodle system is known worldwide, distributed in more than 100 countries and translated into several dozen languages.

The system is written in PHP, and the manipulation of DOM objects uses the YUI library.

2.2. WebRTC

WebRTC technology was selected for video transmission.

WebRTC (Web Real Time Communications) is a free, open source project that provides web browsers and mobile applications with real-time interaction (RTC) through simple application programming interfaces (APIs) [4].

This technology allows audio and video to work within web pages, allowing you to establish a direct peer-to-peer connection, eliminating the need to install plug-ins or download your own applications [5].

Stages of WebRTC:

1. Opening the page by the user that contains the tag <video>.
2. Request access to the user's webcam and microphone by the browser.
3. Connection parameters for bypassing NAT and Firewall, such as the IP addresses and ports of the WebRTC server and WebRTC clients, are controlled on the user's page with JavaScript code
4. Begin the coordination of the used audio and video codecs when receiving information about the interlocutor
5. Begin the process of encoding and transferring streaming data between WebRTC clients.

Advantages of the standard:

1. No requirements for installing additional software.
2. Using of modern video and audio codecs, automatic determination of the quality of the stream under the conditions of the connection, the built-in

system of echo and noise reduction, as well as automatic adjustment of the sensitivity level of the participants' microphones.

3. All connections are secure and encrypted according to the TLS and SRTP protocols, indicating a high level of security.
4. The presence of the possibility of the using the built-in content capture mechanism.
5. The presence of the possibility of the implementing various management interfaces based on HTML5 and JavaScript.
6. The presence of the possibility of the introduction in their own product, since the project is open source
7. It is a cross-platform standard, since it requires only support for the standard in the browser, and it does not matter which operating system is installed on the device. This significantly saves resources on software development [6].

The disadvantage of the standard is the need for a video conferencing server for organizing group conferences.

The interaction of computers using WebRTC located on the network and behind NAT (Network Address Translation) is presented in Figures 6 and 7, respectively. Consequently, when working with “raw” WebRTC, it is necessary to take into account all the subtleties of the connection, such as using STUN and TURN servers to bypass NAT.

STUN (Simple Traversal of UDP through NATs or Session Traversal Utilities for NAT) - a set of techniques and tools, including a special protocol, allowing the use of network address translation with network protocols that cannot work with it, primarily IP protocols -phone and IP interaction, working on top of UDP.

STUN allows applications that work through NAT to detect the fact of address translation and to find out the IP address and port that is established as a result of translation. An external STUN server is used for this.

The STUN server allows clients to find out their public address, the type of NAT behind which they are located, and the port on the Internet side, the associated NAT with a specific local port. This information is used to configure UDP communication between the client and the VoIP provider to establish the call.

The TURN server is a network object responsible for relaying media in VoIP-related protocols. It includes SIP, H.323, WebRTC and other protocols.

When you try to connect directly from one browser to another using voice or video data (sometimes other arbitrary data types), you end up passing through various network devices. Some of these devices include firewalls and NATs, which, due to internal policy, may decide not to transfer your data.

STUN, which is used to create pin holes in these firewalls and NAT to pass traffic, can sometimes fail. In this case, the TURN will serve as a relay point - a multimedia stream passes through it.

Приложение Б

Таблица Б.1

Код работ	Вид работ	Т _{к, раб.} , дн.	Исполнители	Продолжительность выполнения работ													
				февр.			март			апрель			май			июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Определение целей и задач	2	НР														
2	Составление и утверждение технического задания	7	НР														
			И														
3	Разработка календарного плана	7	НР														
			И														
4	Подбор и изучение материалов по теме	29	И														
5	Обсуждение литературы	1	НР														
			И														
6	Процесс реализации приложения	30	И														
7	Оформление расчетно-пояснительной записки	19	И														

Продолжение таблицы Б.1

8	Оформление графического материала	2	НР															
			И															
9	Подведение итогов	1	НР															
			И															

Приложение В

Принятые сокращения:

ВНР - Вероятность наступления, оценивается по пятибалльной шкале (1-5);

ВР - Влияние риска (1-5), оценивается по пятибалльной шкале;

УР - Уровень риска, оценивается из суммы ВНР и ВР;

Определение уровней риска:

Н – Низкий уровень риска, показатель 0-3;

С – Средний уровень риска, показатель 4-6;

В – Высокий уровень риска, показатель от 7-10;

Таблица В.1

№	Риск	Потенциальное воздействие	ВНР	ВР	УР	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Объем работ оценен не верно	Не выполнение поставленных сроков	2	4	С	1. Полное и глубокое изучение тематики проекта перед установлением сроков; 2. Возможность изменения сроков проекта.	1. Поверхностное понимание тематики проекта; 2. Сложность тематики проекта.
2	Низкий процент идентификации	Не выполнение поставленных требований	1	5	С	Полное и глубокое изучение технологий и способов внедрения идентификации;	Неправильно подобранная технология идентификации
3	Высокая нагрузка на сервер	Отказ от внедрения разработки	1	5	С	Глубокое изучение технологии передачи видеофайлов	Неправильно выбранная технология передачи видео