

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка серверной части модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробики

УДК 004.422.833:004.383.2:796.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8K93	Потагашев Александр Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Генеральный директор	Зариковская Наталья Вячеславовна	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде.
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах).
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи.
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
ОПК(У)-2	Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК(У)-3	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.
ОПК(У)-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем.

ОПК(У)-6	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического использования, применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов.
ОПК(У)-7	Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой.
ОПК(У)-8	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен выполнять интеграцию программных модулей и компонент.
ПК(У)-2	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения.
ПК(У)-3	Способен создавать техническую документацию на продукцию в сфере информационных технологий, управлять технической информацией.
ПК(У)-4	Владение навыками использования операционных систем, сетевых технологий, средств разработки программного интерфейса, применения языков и методов формальных спецификаций, систем управления базами данных.
ПК(У)-5	Способен проводить, оценивать и следить за выполнением концептуального, функционального и логического проектирования систем малого и среднего масштаба и сложности.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»
 Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Чердынцев Е.С.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8К93	Потагашев Александр Игоревич

Тема работы:

Разработка серверной части модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробике	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№102-30/с от 12.04.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	29.05.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Техническое задание к реализации серверной части модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробике
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. определить и описать бизнес-процессы, протекающие в системе; 2. выявить функциональные особенности модуля; 3. выбрать архитектуру модуля; 4. спроектировать базу данных; 5. выбрать стек технологий; 6. разработать программный модуль.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. диаграмма в нотации «ЕРС»; 2. общая архитектура системы; 3. архитектура серверной части системы; 4. физическая схема базы данных;

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Профессор ОСГН, Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	23.01.2023
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Генеральный директор	Зариковская Наталья Вячеславовна	к.ф.-м.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Потагашев Александр Игоревич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШИТР

Направление подготовки 09.03.04 «Потагашев Александр Игоревич»

Уровень образования Бакалавриат

Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022 /2023 учебного года)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
8К93	Потагашев Александр Игоревич

Тема работы:

Разработка серверной части модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробике

Утверждена приказом директора (дата, номер) №102-30/с от 12.04.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы: 29.05.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.02.2023	Анализ предметной области	20
09.03.2023	Определение правил системы	10
29.03.2023	Проектирование архитектуры	20
20.04.2023	Проектирование базы данных	10
30.05.2023	Разработка модуля	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.04.2023	Социальная ответственность	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Генеральный директор	Зариковская Наталья Вячеславовна	к.ф.-м.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР ТПУ	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 85 с., 13 рис., 19 табл., 13 источника, 7 прил.

Ключевые слова: серверное приложение, веб-разработка, проектирование, спортивная аэробика, оценка.

Объектом исследования является автоматизация и удобство процесса оценивания выступлений.

Цель работы – является разработка серверной части модуля выставления оценок системы для организации и проведения соревнований по спортивной аэробике.

В ходе работы проводилось исследование предметной области, а также проектирование и программная реализация серверной части модуля для оценки выступлений.

В результате разработки получен API-интерфейс, обрабатывающий запросы, связанные с оценкой выступлений.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: модульность, расширяемость, поддерживаемость, документированность.

Степень внедрения: система дважды была применена на реальных соревнованиях.

Область применения: спортивные мероприятия.

Практическая значимость состоит в упрощении и ускорении ввода, расчета и сохранения оценок за выступления.

В будущем планируется добавить модуль с аналитикой (различные зависимости, графики).

Список терминов, сокращений и условных обозначений

Работа содержит следующие термины:

Фреймворк – программный продукт, представляющий из себя набор библиотек и модулей, которые облегчают разработку и обеспечивают повторное использование кода.

Контейнеризация – метод виртуализации, при котором единое «пользовательское пространство» в ядре операционной системы разделяется на несколько независимых логических разделов.

Клиент – аппаратный или программный компонент вычислительной системы, посылающий запросы серверу. Программа, являющаяся клиентом, взаимодействует с сервером, используя определённый протокол.

Сервер – компьютер (программа, виртуальная машина), подключенный по локальной или внешней сети, к которому периодически обращаются другие компьютеры, именуемые клиентами.

ORM-модель – класс, отражающий структуру какой-либо таблицы БД и через работу с которым можно взаимодействовать с этой таблицей.

Работа содержит следующие сокращения:

БД – база данных

ORM – object-relational mapping

ИС – информационная система

API – Application Programming Interface (программный интерфейс)

REST – Representational State Transfer

URL – Uniform Resource Locator (унифицированный указатель ресурса)

JSON – JavaScript Object Notation;

HTTP – HyperText Transfer Protocol;

Содержание

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	12
ВВЕДЕНИЕ	13
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	15
1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	16
1.1. Система контроля доступа	16
1.2. Бизнес-правила	17
1.2.1. Состав судей	17
1.2.2. Виды оценок	18
1.2.3. Порядок выставления оценок	18
1.2.4. Расчет каждого вида оценки	19
1.2.5. Условия оцененности выступления	19
1.2.6. Расчет итоговой оценки	20
1.2.7. Расчет места	20
1.2.8. Главный судья и главный секретарь	20
1.3. Бизнес-процесс, протекающий в системе	20
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ	22
2.1. Общая архитектура системы	22
2.2. Серверная часть	22
2.3. База данных	23
2.4. Обзор стека технологий для разработки	26
3. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ	27
3.1. Инфраструктура проекта	27
3.2. Использование SQLAlchemy	28
3.3. Общие положения	29
3.4. Исполнение	33
3.5. Артистичность	33
3.6. Сложность	34
3.7. Линия	35
3.8. Возможности председателя	36
3.9. Возможности главного судьи и главного секретаря	37
3.10. Получение информации о том, оценено ли выступление	39

3.11. Расчет итоговой оценки	40
3.12. Расчет места в списке оценённых выступлений	41
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	42
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	43
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	43
4.1.1. Анализ конкурентных технических решений	43
4.1.2. SWOT-анализ	45
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	47
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	47
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	49
4.3. Бюджет научно-технического исследования.	51
4.3.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования	52
4.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	52
4.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы	53
4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	55
4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	55
4.3.6. Накладные расходы	56
4.3.7. Бюджетная стоимость НИР	56
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	57
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	61
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	63
5.1. Введение	63
5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	63
5.2.1. Правовые нормы трудового законодательства	63
5.2.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	64
5.3. Производственная безопасность	65
5.3.1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	67

5.3.2. Повышенный уровень шума	68
5.3.4. Монотонный режим работы	69
5.3.5. Длительное сосредоточенное наблюдение	70
5.3.6. Факторы, связанные с электрическим током	71
5.4. Экологическая безопасность	72
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	73
5.6. Вывод по разделу	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	78
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	79
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	80
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	81
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	82
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	83
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	84

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Наименование разработки

Серверная часть модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробике «Судейская система».

1.2. Назначение документа

Настоящее техническое задание определяет требования к разработке backend-приложения.

1.3. Основание для разработки

Основанием для разработки является задание, выданное ООО «АЛЬДЕРАСОФТ».

1.4. Организация, утвердившая документ

Томский политехнический университет.

НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

Модуль выставления оценок ИС «Судейская система» является инструментом, позволяющий судьям производить обработку, расчет и хранение оценок и результатов выступлений спортсменов согласно документу «Правила вида спорта «спортивная аэробика» (утв. приказом Минспорта России от 19.02.2018 N 155) [1]

ВВЕДЕНИЕ

Спортивная аэробика - вид спорта, официально зарегистрированный во Всероссийском реестре видов спорта и признанный Международной федерацией гимнастики. Соответственно, существуют юридические и государственные регуляторы, которые обязательно требуется учитывать при проведении соревнований.

Актуальность. Правила оценивания выступлений по спортивной аэробике утверждены приказом Минспорттуризма. Эти правила включают множество важных аспектов. И их обилие повышает риск ошибки при оценке выступления и подсчете результатов вручную. Также, использование большого объема бумаги на соревнованиях для промежуточного хранения оценок не исключает вероятность их потери, путаницы или намеренной подмены кем-либо. Использование Microsoft Excel также не исключает вероятность ошибки со стороны пользователя. Все эти факторы порождают потребность в автоматизации внесения, хранения и обработки информации о соревнованиях, судьях, участниках и выступлениях. Возникает необходимость в разработке информационной системы, решающей данные задачи. Таковой является “Судейская система”, разрабатываемая ООО “АЛЬДЕРАСОФТ”, для которой ведется разработка модуля выставления оценок в данной системе.

Цель. Целью данной работы является автоматизация процесса работы организационного комитета и судейских бригад при организации и проведении спортивных соревнований по спортивной аэробике.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определить и описать бизнес-процессы, протекающие в системе;
- выявить функциональные особенности модуля;
- выбрать архитектуру модуля;
- спроектировать базу данных;
- выбрать стек технологий;
- разработать программный модуль.

В результате разработки был спроектирован, разработан и внедрен модуль выставления оценок приложения «Судейская система», областью применения которой является сфера спортивных мероприятий.

Объектом исследования является Система для организации соревнований по спортивной аэробике «Судейская система».

Методами исследования будут являться: анализ (анализ особенностей предметной области), классификация (выявление ролей пользователя и сущностей базы данных), моделирование (описание бизнес-процесса).

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В ходе разработки серверной части приложения использовались различные технологии и инструменты для его надежности, стабильности и производительности.

В качестве протокола межсервисного взаимодействия использовался REST. Информацию о нем можно получить из статьи [2]. В статье также описаны преимущества данного подхода и как их реализовать в проекте.

Языком программирования в работе является Python. О всех базовых конструкциях языка, их применении, основных принципах можно узнать, пройдя официальное обучение от создателей языка из источника [3]

В качестве СУБД была выбрана PostgreSQL. Ознакомиться с ней, ее особенностями и спецификой использования можно на официальном сайте [4].

Для удобной работы с БД в Python использовалась связка библиотек SQLAlchemy и Pydantic. В источнике [5] подробно описано, как это должно реализовываться.

Для развертывания серверной части приложения использовались технологии контейнеризации приложений на основе Docker-контейнеров.

Для развертывания контейнеров приложения использовался инструмент Docker Compose. В источнике [6] представлена полная документация по Docker Compose, как с его помощью описывать сервисы, запускать их, объединять в общую сеть, управлять данными и много другое.

1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

1.1. Система контроля доступа

Разрабатываемая система предполагается в использовании широким кругом лиц.

У каждой из данных групп разные сценарии использования системы. Зачастую, одна группа не должна иметь доступа к информации и возможностям другой группы пользователей, так как каждая из них должна выполнять определенные бизнес-задачи.

Наиболее популярным способом решения проблемы авторизации на сегодняшний день является контроль на основе ролей [7], именно такой тип защиты доступа был применен на данном проекте.

В данном модуле предусмотрены следующие роли:

- Главный Судья;
- Главный Секретарь;
- Председатель;
- Судья Исполнения;
- Судья Артистичности;
- Судья Сложности;
- Судья Линии.

Судьи исполнения, артистичности, сложности и линии могут выставлять оценки / сбавки по соответствующим показателям выступления.

Председатель может либо ставить сбавку, либо дисквалифицировать участника.

Возможности Главного судьи и Главного секретаря складываются из возможностей каждого из судей и председателя.

Описанная ролевая модель представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Возможности пользователей

Возможности	Главный Судья/Главный	Председатель	Судьи
--------------------	------------------------------	---------------------	--------------

	Секретарь		
Авторизоваться в системе	+	+	+
Поставить на паузу / продолжение мероприятие	+	-	-
Выставление оценок/сбавок	+	+	+
Редактирование оценок/сбавок	+	-	-

1.2. Бизнес-правила

1.2.1. Состав судей

На соревнованиях присутствует 1 или 2 судейские бригады.

В каждую бригаду (муниципальных/региональных/межрегиональных)

входят:

- От 4 до 6 судей исполнения;
- От 4 до 6 судей артистичности;
- 2 судьи сложности; (Один общий аккаунт)
- 1 председатель.

В каждую бригаду на всероссийских мероприятиях входят:

- 6 судьи исполнения;
- 6 судьи артистичности;
- 2 судьи сложности; (Один общий аккаунт)
- 1 председатель.

На всероссийском уровне, количество судей Исполнения и Артистичности по умолчанию устанавливается 6 судей исполнения и артистичности, без возможности изменения.

На соревнованиях всегда 2 судьи линии. Судьи линии не входят в состав судейских бригад и судят все выступления.

Судейские бригады должны судить по очереди по одному выступлению. Если одна бригада, тогда судейство идет по порядку.

1.2.2. Виды оценок

Виды судей и оценки:

1. Судья исполнения:
 - a. Общая оценка исполнения (от 0 до 10).
2. Судья артистичности (суммарно не может быть меньше 5):
 - a. Музыка (от 0 до 2);
 - b. Аэробное содержание (от 0 до 2);
 - c. Общее содержание (от 0 до 2);
 - d. Артистичное упражнение (от 0 до 2);
 - e. Артистическое исполнение (от 0 до 2).
3. Судья сложности:
 - a. Общая оценка сложности (от 0 до 10);
 - b. Общая сбавка сложности (от 0 до 15).
4. Председатель:
 - a. Общая сбавка председателя (от 0 до 15).
5. Судья линии:
 - a. Сбавки за заступы (от 0 до 15).

Цена деления выставяемых оценок и сбавок составляет 0.01.

1.2.3. Порядок выставления оценок

1. Судьи отправляют свои баллы; баллы нельзя выставлять, когда соревнования приостановлены;

2. Отправленные баллы в исходном виде записываются в базу данных; после первого выставления выставлять повторно или редактировать баллы становится невозможно;
3. По переданным баллам рассчитываются оценки по каждой составляющей выступления;
4. После выставления баллов всеми судьями происходит расчет итоговой оценки.

1.2.4. Расчет каждого вида оценки

Исполнение и артистичность

Формула расчета оценки за исполнение и артистичность зависит от количества судей в бригаде:

4 судьи: самый высокий и самый низкий баллы не учитываются. Оставшиеся баллы суммируются и делятся на 2.

5 судей: самый высокий и самый низкий баллы не учитываются. Оставшиеся баллы суммируются и делятся на 3.

6 судей: 2 самых высоких и самых низких балла не учитываются. Оставшиеся баллы суммируются и делятся на 2.

Сложность

При оценивании сложности передается оценка и сбавка. Сбавка не изменяется. Переданный балл в общем случае делится на 2. В случае выступления трио или группы, в смешанном коллективе коэффициент равен 1.8, в женском коллективе – 1.7.

Линия

За заступы за линию выставляется сбавка. Сбавка никак не изменяется и в расчете итоговой оценки используется в исходном виде.

Председатель

Председатель должен выставить сбавку таким же образом, что и судья Линии. Но также, председатель может дисквалифицировать спортсмена.

1.2.5. Условия оцененности выступления

Выступление можно назвать оценённым только в случае, когда количество баллов (не сумма) становится равно количеству судей, оценивающих данное выступление.

1.2.6. Расчет итоговой оценки

Рассчитать итоговую оценку можно только в случае, когда выступление считается оценённым. Итоговая оценка получается из суммы оценок за исполнение, артистичности, сложности. И этой суммы отнимается сумма всех сбавок (линия, сложность, председатель).

1.2.7. Расчет места

В первую очередь, градация происходит по итоговой оценке. При равных итоговых оценках обращается внимание на оценку за исполнение. В случае равных оценок за исполнение, используется оценка за артистичность. В аналогичной ситуации, наконец, смотрят на сложность.

1.2.8. Главный судья и главный секретарь

В рамках данной системы главный судья и главный секретарь являются администраторами. В их возможности входит выставление и редактирование любой оценки или сбавки, во время приостановки соревнований в том числе.

1.3. Бизнес-процесс, протекающий в системе

Конечной целью рассматриваемого модуля Системы является обработка информации о результатах выступлениях спортсменов. Этапу самой обработки предшествует процесс выставления баллов и сбавок судьями, которые при оценке опираются на справочные материалы в виде документа «Правила вида спорта «спортивная аэробика» (утв. приказом Минспорта России от 19.02.2018 N 155) [1]. После выставления баллов и сбавок происходит расчет оценок по каждой составляющей выступления. Далее, происходит расчет итоговой оценки.

Бизнес–процесс модуля выставления оценок «Судейской системы» представлен на рисунке 1 в виде диаграммы, разработанной по нотации «EPC» [9]. Стоит обратить внимание на то, что на диаграмме отсутствуют главный

судья и главный секретарь, поскольку это не входит в их основные обязанности.

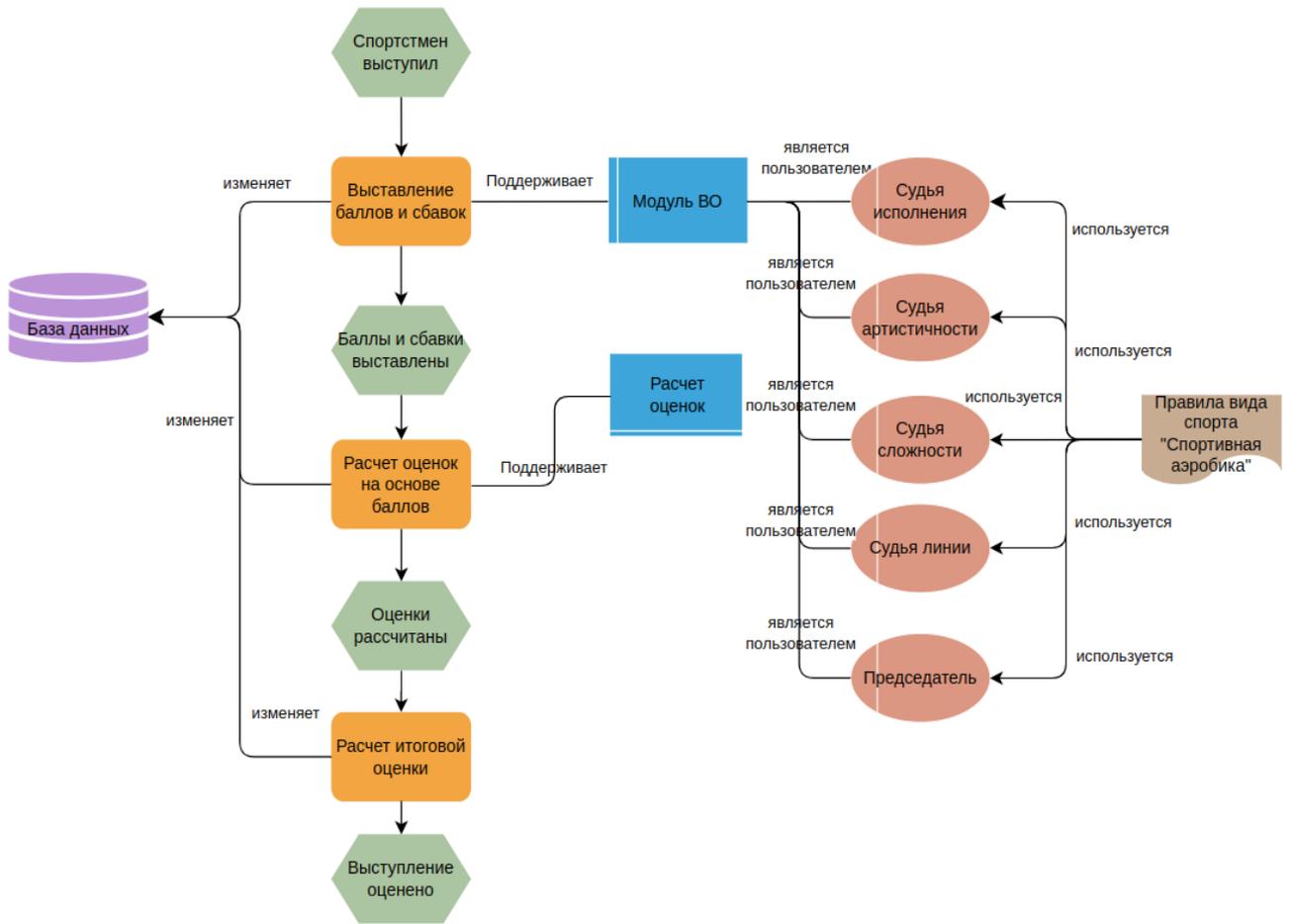


Рисунок 1 – Бизнес-процесс, описывающий оценивание выступления

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ

2.1. Общая архитектура системы

Архитектура всей системы представлена на рисунке 1.

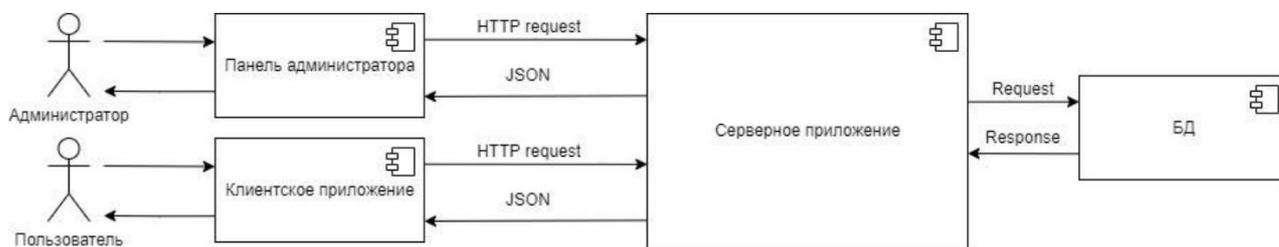


Рисунок 3 – Архитектура системы

Пользователь производит взаимодействие с клиентским приложением или панелью администратора (в зависимости от его роли). При необходимости совершить действия с данными (авторизация пользователя, получение, изменение данных о выступлении, спортсмене и т.п.) происходит отправка HTTP-запроса на сервер, который производит необходимые манипуляции с данными в базе и отправляет HTTP-ответ обратно на клиентское приложение.

2.2. Серверная часть

Архитектура серверной части системы состоит из трёх уровней или, так называемых, слоёв.

Первый слой - слой контроллер. Это слой приложения, который ответственен за обработку HTTP-запросов и проверку корректности входных данных. Слой контроллеров не имеет доступа к базе данных. Контроллеры общаются только с сервисами.

Далее - слой бизнес-логики, или слой сервисов, занимается обработкой данных, и определяет границу и набор допустимых операций с точки зрения взаимодействующих с приложением клиентов.

Наконец, слой данных. Слой сервисов общается со слоем, ответственным за работу с базами данных. Этот слой представлен в виде классов, реализующих паттерн «репозиторий».

Подобное разделение приложения на слои дает гибкость и существенно упрощает доработку и переиспользование приложения. Например, создав по такому принципу приложение, содержащее слои репозитория, сервисов и

контроллеров, в дальнейшем можно легко использовать это приложение с различными фронтенд-приложениями или мобильными приложениями. При переходе на другую базу данных, можно переписать только слой репозитория, а вносить изменения в слои сервисов и контроллеров не потребуется.

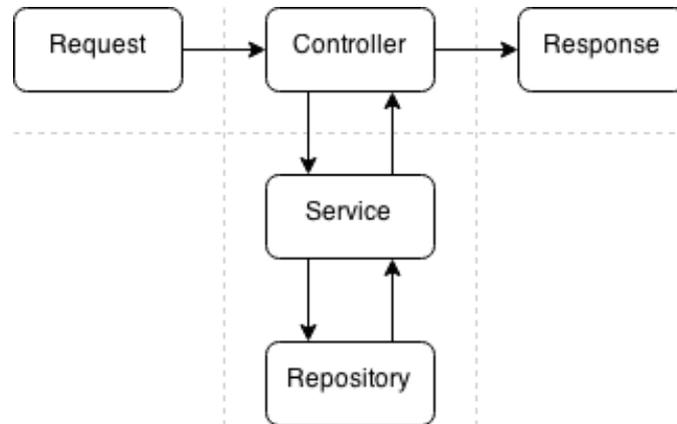


Рисунок 4 – Архитектура серверного приложения

2.3. База данных

На рисунке 3 приведена физическая модель базы данных, построенная с помощью встроенных средств среды разработки PyCharm.

В базе данных есть несколько таблиц, каждая из которых имеет поля:

Id – uuid;

Created_at – дата и время добавления строки;

Updated_at – дата последнего изменения строки.

Таблицы:

1) User

Хранит данные о пользователях. Пользователями являются только судьи.

2) Event

Мероприятия. Мероприятие может длиться несколько дней. Содержит поля даты начала, конца и имени мероприятия.

3) Program

В каждом мероприятии есть программы выступлений на каждый день этого мероприятия. Программу можно ставить на паузу.

4) Section

Программа выступлений делится на секции.

5) Block

Секция программы выступлений делится на блоки. Внутри блока все выступления в одной возрастной группе и номинации.

6) Performance

Внутри каждого блока наконец находятся сами выступления, которые хранят блок, к которому они относятся, номинацию, возрастную группу, оценки.

7) Grade

Каждое выступление оценивается каким-либо судьей, с каким-то конкретным результатом. Это и хранит данная таблица.

2.4. Обзор стека технологий для разработки

При реализации проекта были использованы следующие технологии:

Python 3.11 – основной язык программирования

Python - один из наиболее популярных языков программирования, используемых для создания серверных приложений. Он имеет обширное сообщество пользователей и библиотек, что облегчает разработку и ускоряет работу над проектом.

FastAPI – Фреймворк

FastAPI — отличный выбор для разработки серверной части приложения. Он сочетает высокую скорость и производительность, простоту использования и поддержку асинхронности. Он предоставляет современный подход к разработке API, автоматическое документирование и генерацию клиентских библиотек.

PostgreSQL – СУБД

В рамках проекта выбор был не принципиален, однако множество статей, обучающих материалов используют именно эту базу данных. PostgreSQL обладает высокой производительностью и отличной масштабируемостью, а также имеет мощный инструментарий для обеспечения безопасности и управления данными.

SQLAlchemy, Alembic

SQLAlchemy – инструмент, позволяющий обращаться в БД, используя синтаксис языка. Alembic – технология, которая автоматически вносит изменения в БД, если видит различия между самой базой и тем, как ее описали в Python-коде.

Docker – Инструмент для контейнеризации приложения.

Docker позволяет быстро и эффективно масштабировать приложение, а также улучшить его мобильность и деплой. Это также повышает безопасность приложения, так как контейнеры обеспечивают изоляцию и надежность работы каждого компонента внутри системы.

3. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

3.1. Инфраструктура проекта

Разрабатываемый модуль является частью уже имеющегося большого проекта. Соответственно, изначально требуется его клонировать и запустить на своем компьютере.

С помощью системы контроля версий Git и удаленного репозитория Gitlab был клонирован проект. Для этого использовалась команда «*git clone <ссылка на репозиторий>*».

Любое серверное приложение использует по крайней мере две составляющих - реализация на языке программирования и база данных. Известно, что было решено использовать контейнеризацию для развертывания приложений. И будет верным решением запускать само приложение в одном контейнере, а базу данных в другом. Делается это по ряду причин:

- *Изоляция*. Контейнеры позволяют изолировать приложение от базы данных. Если приложение и база данных запущены в одном контейнере и что-то пойдет не так с базой данных, это может негативно повлиять на работу всего контейнера. Выделение базы данных в отдельный контейнер позволяет решить эту проблему.
- *Масштабируемость*. Увеличение нагрузки на приложение должно вынуждать масштабировать именно это приложение, но не базу данных. И когда база данных и приложение находятся в одном контейнере, масштабирование только приложения или только базы данных - задача весьма трудная и неудобная.
- *Производительность*. Если база данных и приложение запущены в одном контейнере, то оба компонента будут конкурировать за ресурсы контейнера. Разделение на отдельные контейнеры позволяет каждому компоненту использовать ресурсы контейнера в наиболее оптимальном для него режиме.

- *Безопасность.* Разделение приложения и базы данных в разных контейнерах позволяет повысить безопасность системы, поскольку атакующие могут получить доступ только к определенной части приложения, что усложняет возможность проведения широкомасштабной атаки.
- *Удобство управления.* Если база данных и приложение запущены в одном контейнере, то для обновления одного из компонентов нужно пересоздать весь контейнер. Разбиение приложения и базы данных на отдельные контейнеры позволяет легко обновлять и изменять каждый компонент независимо друг от друга.

Таким образом, для создания образа приложения, а затем - запуска контейнера с этим приложением, используется специальный файл - *Dockerfile*, описывающий ряд действий, необходимых для корректного запуска приложения. Для запуска базы данных использовался готовый официальный образ PostgreSQL. Для удобной работы с несколькими контейнерами помогает технология Docker Compose. Для запуска контейнеров используется *docker-compose.yml* файл, в котором указано, какие образы будут использоваться, в каком порядке будут запускаться контейнеры, какие есть переменные окружения и т.д.

Для запуска приложения достаточно ввести команду “*docker-compose up*”.

3.2. Использование SQLAlchemy

Классы, их свойства, объекты интуитивно ассоциируются с таблицами, их атрибутами и строками. Библиотека SQLAlchemy предоставляет возможность описывать специальным образом классы и с их помощью взаимодействовать с БД. Такие классы называются ORM-моделями. Ниже представлен класс *Grade*, который повторяет структуру таблицы *grades*. Важно обратить внимание, что класс наследуется от некоего класса *Base*. А также, здесь не содержится первичного ключа. Причина в том, что SQLAlchemy позволяет перенести принцип «Наследование» на таблицы.

Реально таблицы Base не существует. Однако все таблицы, соответствующие классы которых наследуются от класса Base, содержат атрибуты, описанные в нем. От данного класса в системе наследуются все таблицы.

Класс Base:

```
@as_declarative()
class Base:
    __name__: str

    id = sa.Column(UUID(as_uuid=True), primary_key=True,
default=uuid.uuid4, index=True)
    created_at = sa.Column(sa.DateTime(timezone=True),
default=func.now())
    updated_at = sa.Column(sa.DateTime(timezone=True),
onupdate=func.now())
    is_deleted = sa.Column(sa.Boolean, default=False, index=True)
```

Класс Grade:

```
class Grade(Base):
    __tablename__ = "grades"

    performance_id = sa.Column(
        UUID(as_uuid=True),
        sa.ForeignKey("performances.id", ondelete="CASCADE"),
        nullable=False,
    )
    judge_id = sa.Column(
        UUID(as_uuid=True),
        sa.ForeignKey("user_program_m2m.id", ondelete="CASCADE"),
        nullable=False,
    )
    value = sa.Column(sa.JSON, nullable=False)
    score = sa.Column(RoundType, nullable=False, default=0)
    deduction = sa.Column(RoundType, nullable=False, default=0)
```

3.3. Общие положения

Весь функционал модуля доступен для клиента с помощью эндпоинтов, их совокупность и составляет слой-контроллер. Каждый эндпоинт описывает по какому адресу, с каким методом, параметрами, заголовками, телом он ожидает запрос. Также, он предоставляет список возможных http-ответов. И в данном разделе результаты разработки представлены в первую очередь с опорой на информацию, предоставляемую эндпоинтами. Эту информацию можно увидеть прямо в коде. Однако разработчикам клиентской части было бы удобнее пользоваться графическим интерфейсом. Для этого в фреймворке FastAPI присутствует Swagger-документация, содержащая список всех

запросов, которые приложение может обработать. Так, на рисунке 5 показана часть списка этих запросов.

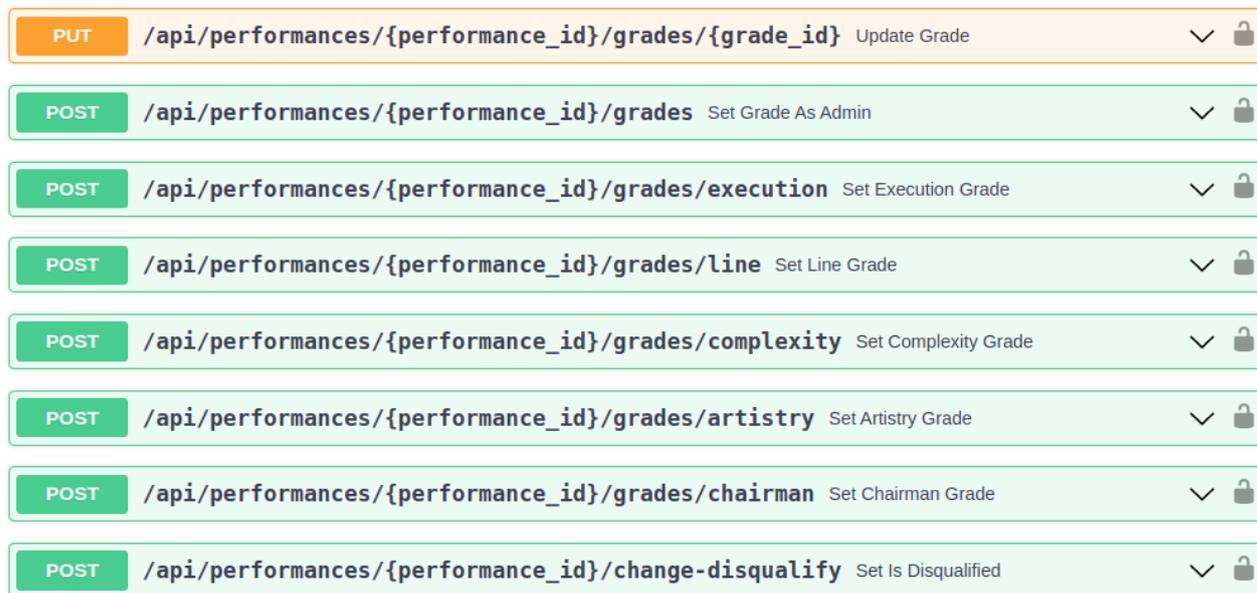


Рисунок 5 – Swagger-документация приложения

Также, в ходе разработки был реализован класс-сервис, в методах которого реализована разного рода бизнес-логика, такая как проверка прав доступа, проверка возможности оценивать выступления, расчет оценки за выступление, а также то, по какому алгоритму будет рассчитываться оценка за выступление, когда остальные судьи оценят выступление.

Помимо класса-сервиса было написано 2 класса-репозитория, отвечающие за взаимодействие с базой данных. Один из них работает с таблицей выступлений, второй - с таблицей оценок. Данные классы наследуются от общего класса-репозитория во избежание дублирования кода, выполняющего тривиальные задачи, не требующие сложных запросов в базу данных. Так, далее приведен пример в виде метода для создания какого-либо объекта в БД:

```
async def _create_impl(self, *, data: SchemaType | dict) -> UUID:
    data = data.dict() if isinstance(data, APIModel) else data
    async with self.transaction.use() as db:
        res = await db.execute(
            insert(self.model).values(**data).returning(self.model.i
d)
        )
    model_id: UUID = res.scalar()
    return model_id
```

Также, в данном разделе рассмотрен функционал, выполняющий требование, согласно которому один судья может использовать только одно устройство одновременно. Этот функционал не входит в упомянутые классы, однако достоин внимания, поскольку для работы он использует протокол Websocket, а не привычный HTTP.

Функционал, связанный с выставлением оценок за каждую составляющую выступления, будь то исполнение, сложность или любое другое, имеет ряд общих свойств:

- Любой вид оценки может выставляться и изменяться только соответствующим судьей, главным судьей и главным секретарем
- Чтобы выставить оценку какому-то выступлению, судья должен относиться к той программе выступлений, к которой относится оцениваемое выступление. В противном случае возвращается ошибка с кодом 403 Forbidden;
- При попытке выставить оценку, пока программа выступлений находится на паузе, возвращается ошибка с кодом 403 Forbidden. Исключением является выставление оценки главным судьей и главным секретарем;
- Для выставления оценки необходимо передать идентификатор выступления и полезную нагрузку с информацией об оценке. Структура полезной нагрузки зависит от вида оценки;
- При попытке оценить выступление, которое уже было оценено, вернется ошибка с кодом 403 Forbidden;
- Если выступления с переданным id не найдено, вернется ошибка с кодом 404 Not Found;
- При передаче полезной нагрузки иного формата от того, что ожидает эндпоинт, вернется ошибка с кодом 422 Unprocessable Entity. Валидацией входных (и выходных) данных занимается библиотека Pydantic.

На рисунке 6 показаны примеры некоторых возможных ошибок и их сообщений.

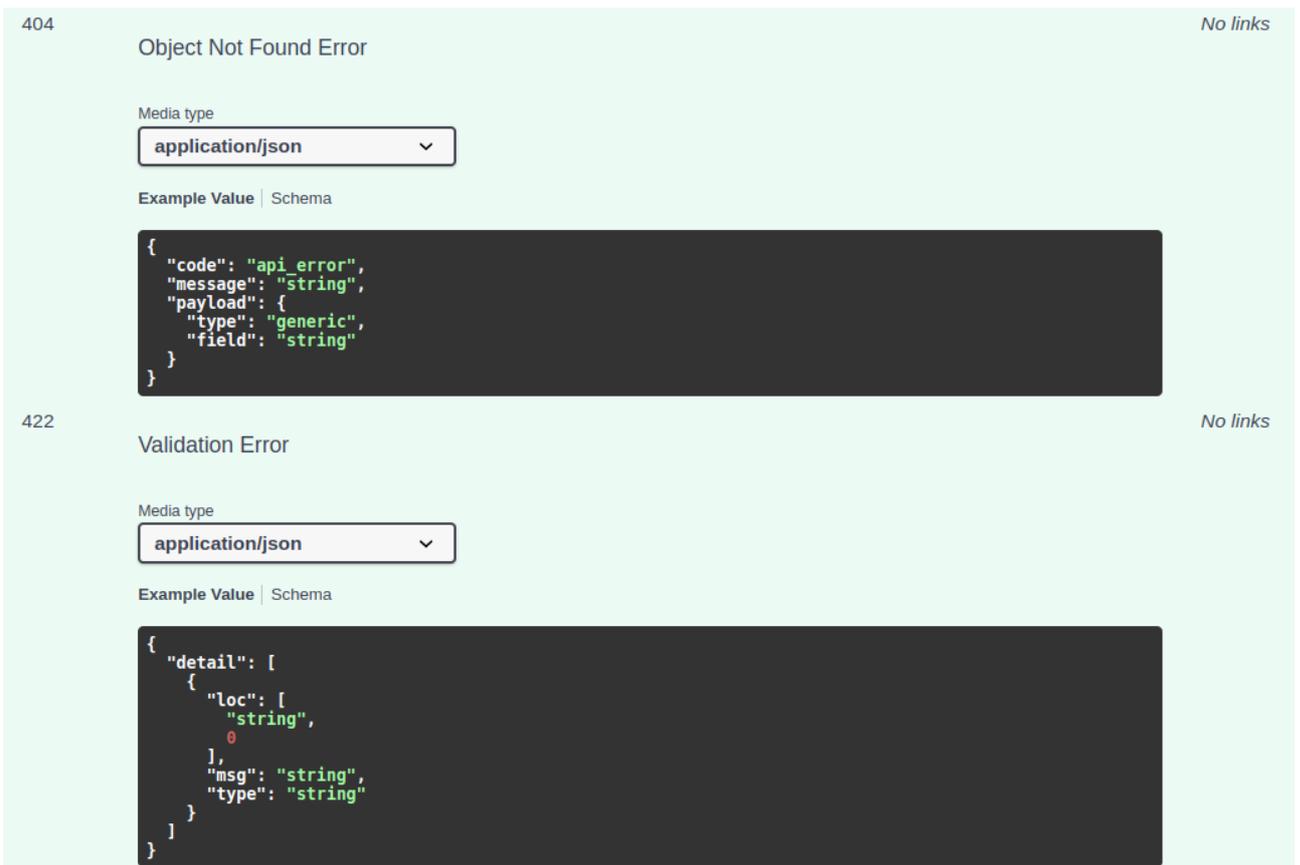


Рисунок 6 – примеры некоторых ошибок в Swagger-документации

Таким образом, при оценивании выступления по любому из видов оценки происходит похожий алгоритм действий:

1) Проверка доступа к выступлению

- существует ли выступление с таким идентификатором
- не на паузе ли программа
- соответствующая ли роль у пользователя
- относится ли пользователь к данной программе выступлений
- не пытается ли пользователь поставить оценку повторно

2) Выставление баллов

На данном этапе, когда уже проведены все проверки, происходит создание новой строки в таблице баллов.

3) Расчет оценки

В большинстве случаев не получится просто поставить то, что выставил судья. Требуется последующий расчет оценки на основе баллов. Каждый вид оценки хранится в таблице выступлений.

3.4. Исполнение

Для выставления балла за исполнение, помимо условий, описанных в предыдущем пункте, требуется передать балл в теле запроса в специальном формате, свойственном только данному виду оценки выступления (рис. 7).

Также, особенным здесь является процесс расчета оценки. Судей исполнения может быть от 4 до 6. После того, как последний судья исполнения выставляет свой балл, начинается расчет. От количества судей зависит формула расчета. Сами формулы описаны в разделе 5.3.4. После расчета текущее выступление обретает новое значение в поле оценки за исполнение.

На рисунке 7 скриншот соответствующего эндпоинта в Swagger-документации. Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 1.

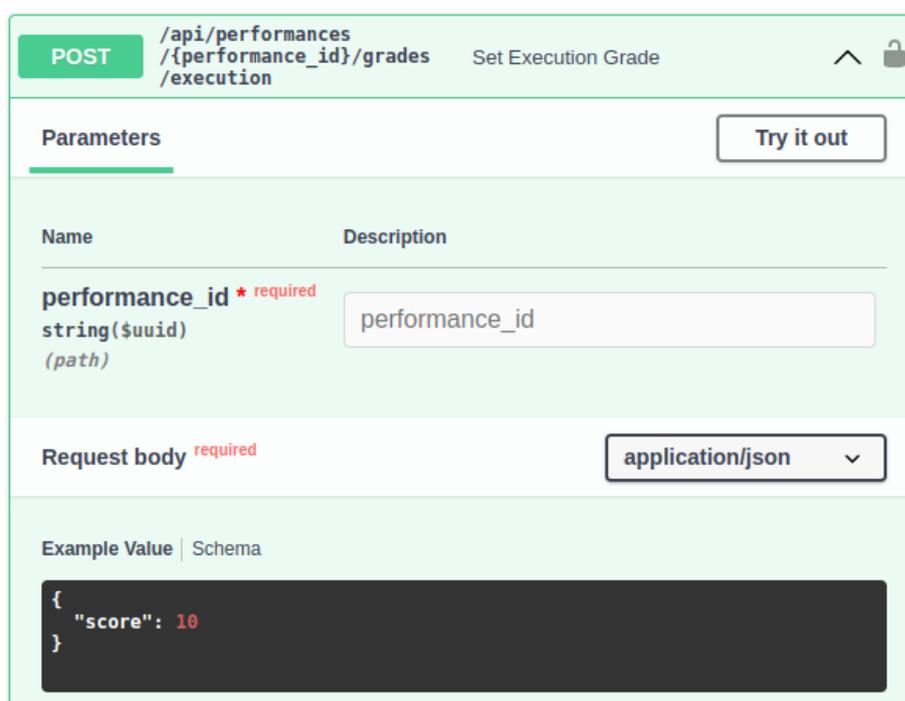


Рисунок 7 – детализация информации об эндпоинте для выставления балла за исполнение в Swagger-документации

3.5. Артистичность

Порядок выставления балла и расчета оценки за артистичность такой же, как и в случае с исполнением, за исключением одного момента. В теле

запроса нужно передать 5 полей: музыка, аэробное содержание, общее содержание, артистичное упражнение, артистическое исполнение. Значение каждого должно быть в диапазоне от 0 до 2.

Далее переданные значения складываются и записываются в базу данных. В последствии можно будет получить только сумму этих баллов. Баллы за каждую составляющую получить невозможно. Система данную возможность не предусматривает.

Описанные подробности также отражены в Swagger-документации (рис. 8). Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 2.

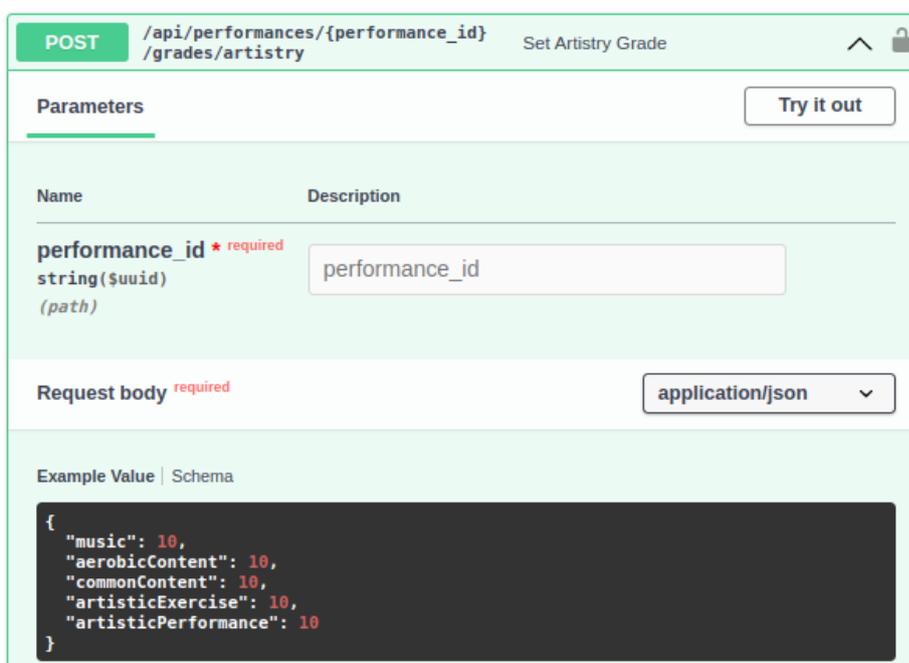


Рисунок 8 – детализация информации об эндпоинте для выставления балла за артистичности в Swagger-документации

3.6. Сложность

При оценивании сложности в тело запроса передается балл за сложность и сбавка. Полученные балл и сбавка записываются в базу данных в таблицу баллов. А в таблицу выступлений, в поле оценки сложности, записывается балл за сложность, поделённый на определенный коэффициент (раздел 5.3.4). Сбавка никак не изменяется, а только суммируется со сбавками остальных судей, которые будут упомянуты ниже.

На рисунке 9 изображены подробности об эндпоинте. Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 3.

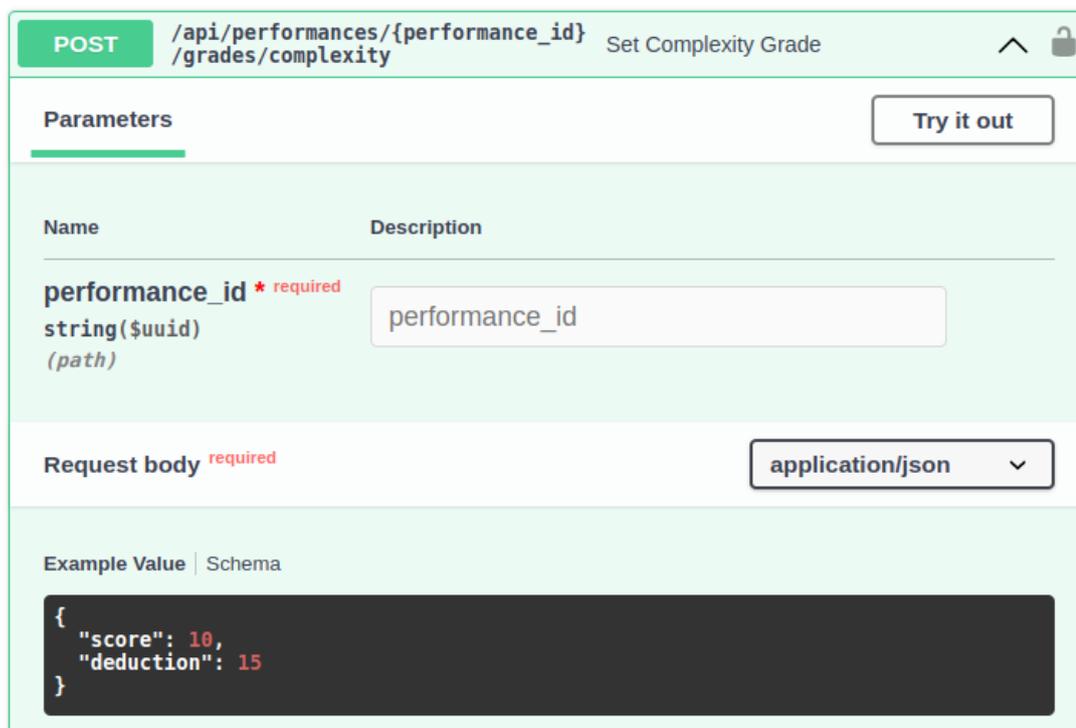


Рисунок 9 – подробности об эндпоинте для выставления балла и сбавки за сложность выступления

3.7. Линия

В случае с судьями линии требуется передавать только сбавку. Каких-либо других обработок переданной информации нет. На рисунке 10 представлен скриншот из Swagger-документации с ответственным за данную операцию эндпоинтом. Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 4.

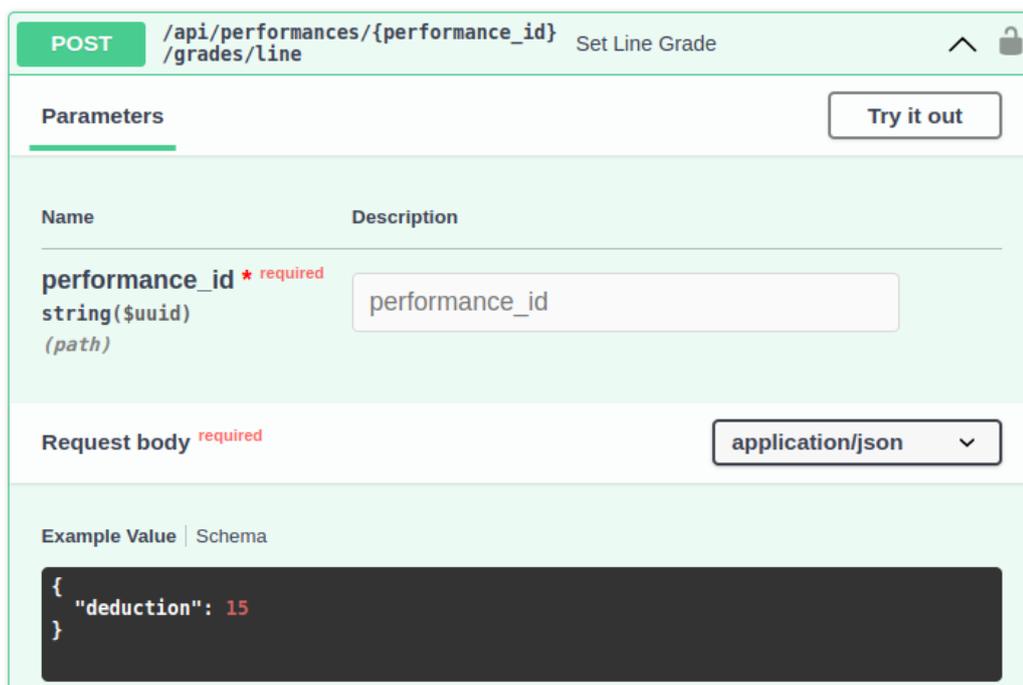


Рисунок 10 – подробности об эндпоинте для выставления сбавки судьей
линии

3.8. Возможности председателя

Председатель или глава судейской бригады может выставлять сбавку. Делается это аналогичным образом с судьей линии, но по другому URL-у. Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 5.

Председатель может дисквалифицировать спортсмена, а может отменить дисквалификацию. Для этого существует отдельный эндпоинт. В теле нужно лишь передать булево значение `is_disqualified` (рис. 11). Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 6.

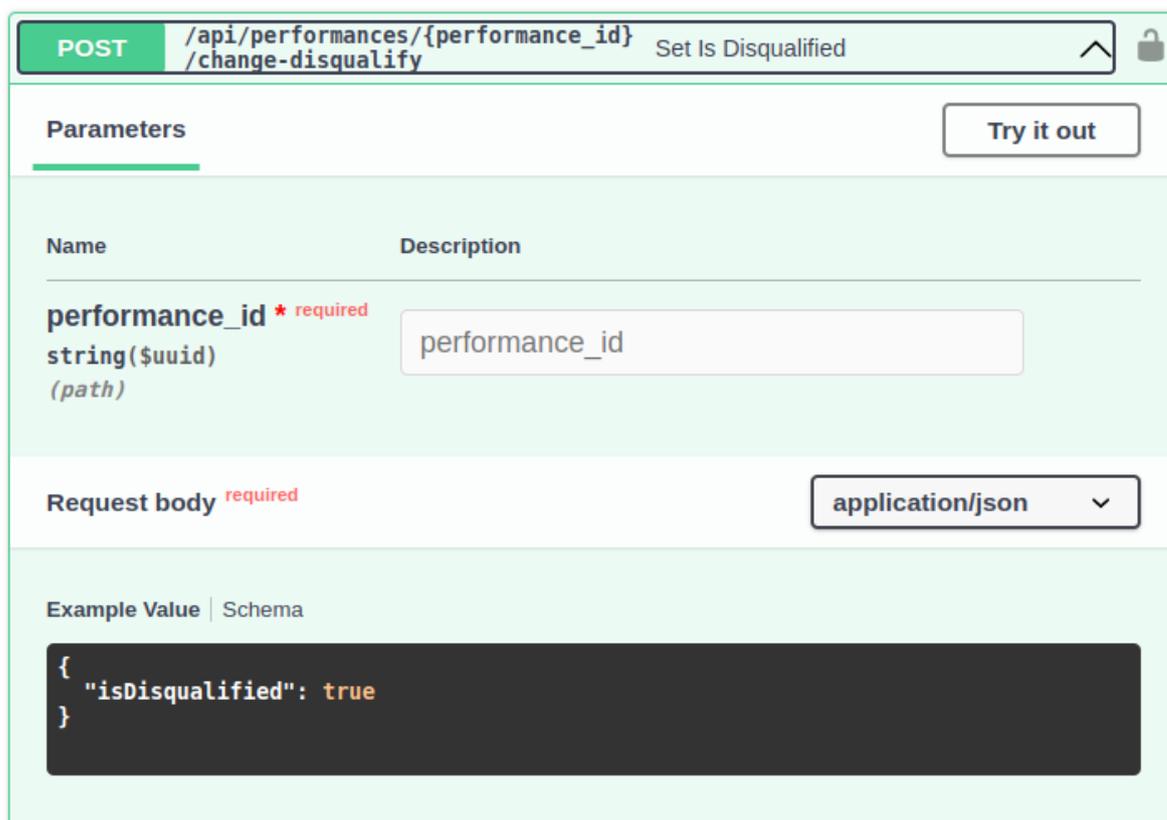


Рисунок 11 – подробности об эндпоинте для дисквалификации или отмены дисквалификации

3.9. Возможности главного судьи и главного секретаря

Главный судья и главный секретарь являются администраторами в рамках системы. В их полномочия входит широкий спектр функций. Выставление баллов и сбавок за судей, исправление оценок, дисквалификация и т.д. В общем, охватывает функционал всех остальных пользователей системы.

Так, если главный судья желает выставить балл за выступление, потребуется в теле запроса передать вид оценки (исполнение, артистичность и т.д.), порядковый номер судьи, номер судейской бригады, сам балл, сбавка. Система учитывает все случаи и поэтому, например, в случае выставления сбавки за заступы, указывать номер бригады нельзя, в остальных – указывать обязательно. Также, например, если в теле была передана сбавка, а для выставления балла за исполнение она не требуется, эта сбавка будет проигнорирована.

На рисунке 12 изображены подробности эндпоинта для выставления баллов и сбавок администратором. Фрагменты исходного кода соответствующего метода класса-сервиса представлены в приложении 7.

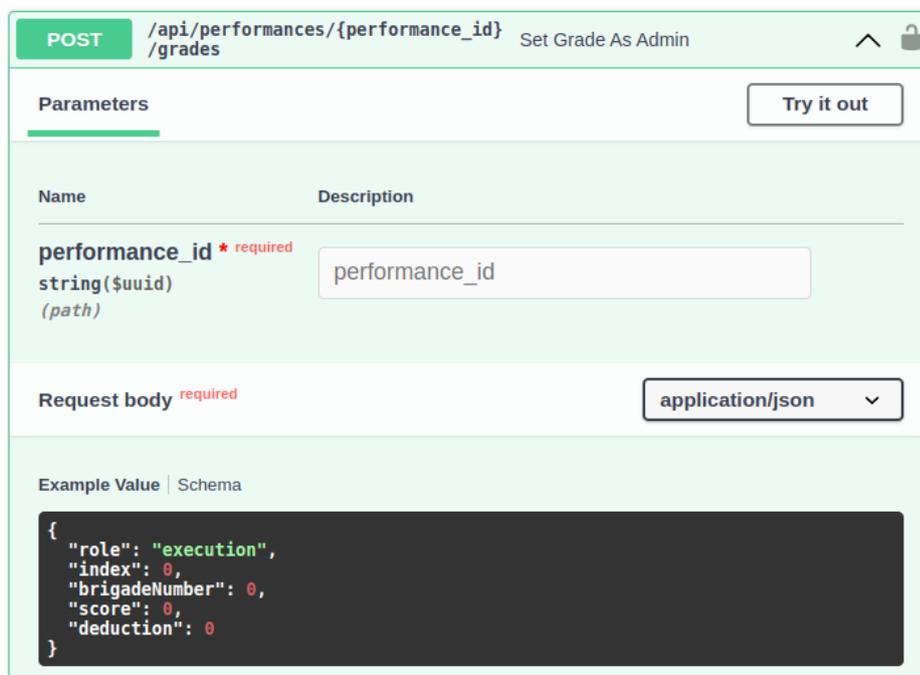


Рисунок 12 – подробности об эндпоинте для выставления баллов / сбавок администратором

Для исправления баллов существует отдельный эндпоинт, информация о котором представлена на рисунке 13.

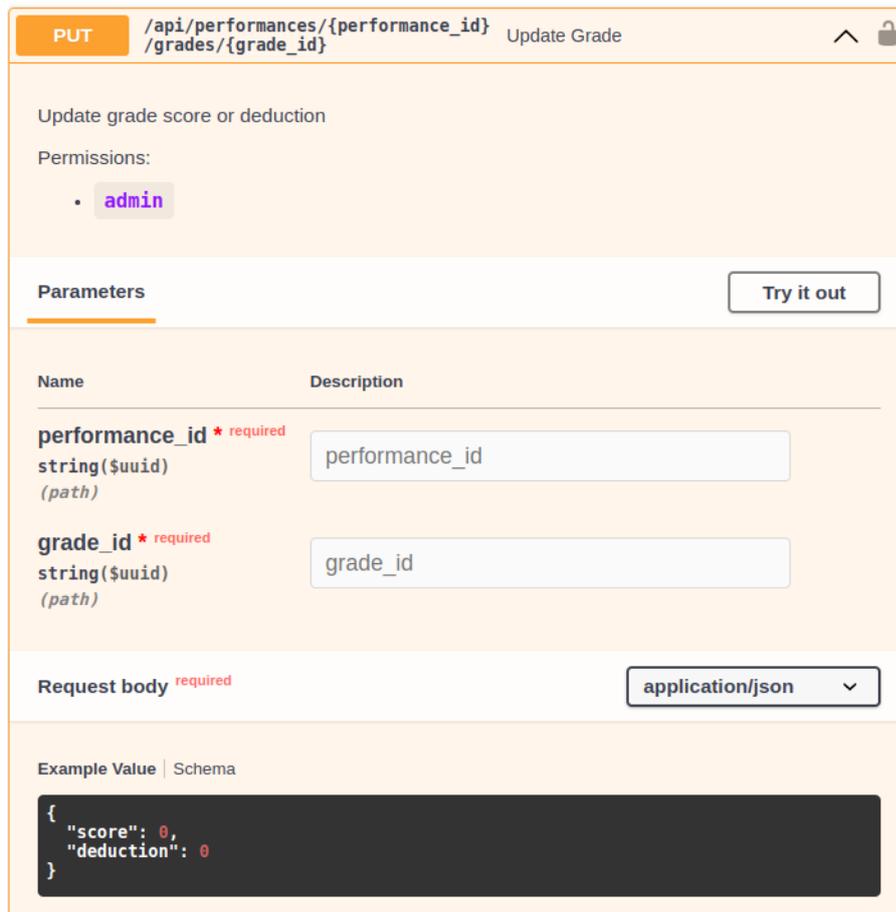


Рисунок 13– подробности об эндпоинте для исправления баллов администратором

3.10. Получение информации о том, оценено ли выступление

Когда количество судей становится равно количеству (не сумме) выставленных баллов, выступление начинает считаться оценённым. Также, выступление считается оценённым, когда спортсмен дисквалифицирован.

Чтобы узнать, оценено ли выступление, нужно обратиться в базу данных с непростым запросом. Это обращение стоит обернуть в метод в классе-репозитории. А этот метод вызвать из сервиса. Хотя это не так и сложно, было бы намного удобнее узнавать эту информацию, как будто это обычный атрибут таблицы. И здесь нам помогают инструменты библиотеки SQLAlchemy.

В ORM-модель таблицы вписывается новый атрибут `is_graded` и, грубо говоря, ему присваивается функция, которая определяет с помощью SQL-

запроса, оценено ли выступление. И эта функция вызывается каждый раз, когда происходит обращение к данному полю.

Таким образом, чтобы узнать, оценено ли выступление, было создан атрибут в ORM-модели, однако в самой таблице такого атрибута не существует. Ниже представлено использование `column_property` на примере таблицы `performances` (выступления).

ORM-модель для таблицы выступлений с атрибутом `is_graded`, которого в самой таблице нет:

```
class Performance(Base):
    __tablename__ = "performances"

    # остальные поля...
    artistry_score = sa.Column(RoundType, nullable=True)
    execution_score = sa.Column(RoundType, nullable=True)

    is_graded: ColumnProperty
```

SQL-подобный запрос в базу данных, рассчитывающий, оценено ли выступление:

```
Performance.is_graded = column_property(
    case(
        (Performance.is_disqualified.is_(True), True),
        else_=(
            select(func.count(UserProgram.user_id))
            .where(
                and_(
                    UserProgram.program_id == Performance.program_id,
                    or_(
                        UserProgram.judge_role == enums.JudgeRoles.line,
                        UserProgram.brigade_number ==
Performance.brigade_number,
                    ),
                )
            )
            .scalar_subquery()
            == select(func.count(Grade.id))
            .where(
                Grade.performance_id == Performance.id,
            )
            .scalar_subquery()
        ),
    ),
)
```

3.11. Расчет итоговой оценки

Технически, принцип, по которому рассчитывается итоговая оценка за выступление, точно такой же, как и в предыдущем пункте. В данном случае для получения нужного результата складываются оценки всех видов и от них отнимается сумма сбавок (раздел 5.3.6).

3.12. Расчет места в списке оценённых выступлений

В случае расчета места также используется в списке выступлений используется SQL-команда ORDER BY. В первую очередь градация происходит по итоговой оценке. Если оценки равны, то сравнивают по оценке за исполнение. Третьей по приоритету идет артистичность, и наконец, сложность.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8К93	Потагашеву Александру Игоревичу

Школа		Отделение Школа	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.04 «Программная инженерия»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОСГН	Гасанов Магеррам Али оглы	Д.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Потагашев Александр Игоревич		

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Осуществляя любую научно-исследовательскую работу, необходимо провести ее экономическое обоснование. Экономическое обоснование включает в себя: определение потенциальных потребителей и сегмента рынка, сравнительный анализ с конкурентами, оценка себестоимости и определение трудоемкости выполнения работ. Это необходимо при поиске источников финансирования и оценке коммерческой ценности проекта.

Данный раздел помогает понять, будет ли продукт востребованным на рынке, сколько он будет стоить, какой срок понадобится для его реализации и так далее. Цель раздела: спроектировать и создать конкурентоспособные технологии, отвечающие современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Целью НИР является разработка серверной части модуля выставления оценок системы для организации соревнований по спортивной аэробике.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

4.1.1. Анализ конкурентных технических решений

Проведение детального анализа конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Подобный анализ помогает

вовремя вносить изменения в исследование, чтобы иметь возможность эффективно существовать на рынке.

Разрабатываемой системе существует не много аналогов. Рассмотрим следующие решения:

- «Gym Organizer», программа для организации и проведения соревнований по портивной аэробике и другим дисциплинам;
- «Автоматизация судейской работы на базе Битрикс24» - продукт компании «7SITES»;

Сравнение технических и экономических характеристик данных продуктов с разрабатываемым решением представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Сравнение конкурентных технических решений (исследовательских работ).

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство эксплуатации	0,3	5	3	5	1,5	0,9	1,5
2. Функциональные возможности	0,2	4	5	4	0,8	1	0,8
3. Надёжность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4. Мобильность	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,2	3	4	3	0,6	0,8	0,6
2. Послепродажное обслуживание	0,1	5	3	5	0,5	0,3	0,5
Итого	1	27	22	24	4,4	3,7	4,1

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Исходя из полученных результатов, оценка основных технических и экономических характеристик конкурентных программных решений показывает, что разрабатываемое веб-приложение является конкурентоспособным по сравнению с рассмотренными аналогами.

4.1.2. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Удобство и простота использования	Сл1. Отсутствие возможности оперативно расширить приложение для иных видов спорта, кроме спортивной аэробики. Даже для близких видов, вроде акробатики и гимнастики
С2. Низкий уровень конкуренции	Сл2. Использование системы требует наличия большого количества техники
С3. Выполнение в веб-браузере	
Возможности	Угрозы
В1. Появление спроса на функционал, связанный с другими видами спорта	У1. Невостребованность разработки в силу недоверия аудитории к подобным инновациям
В2. Рост числа заказчиков в сфере спортивных мероприятий	У2. Риск медленной реакции исполнителей на возможные изменения в порядке судейства соревнований

Далее необходимо выявить соответствие сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Для этого используется интерактивная матрица проекта. Ее применение позволяет выявить различные комбинации взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие), либо знаком «-» (означает слабое соответствие). Символ «0» ставится в том случае, если есть сомнения в выборе между первыми двумя вариантами. Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 4.3.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны».

		Сильные стороны			Слабые стороны	
		С1	С2	С3	Сл1	Сл2
Возможности проекта	В1	+	+	+	-	-
	В2	+	+	+	-	-
Угрозы проекта	У1	-	+	-	-	+
	У2	-	-	-	+	-

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в работе (табл. 4.4).

Таблица 4.4 – SWOT-анализ.

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Удобство и простота использования</p> <p>С2. Низкий уровень конкуренции</p> <p>С3. Выполнение в веб-браузере</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Отсутствие возможности оперативно использовать приложение для иных видов спорта, кроме спортивной аэробики. Даже для близких видов, вроде акробатики и гимнастики</p> <p>Сл2. Использование</p>
--	--	---

		системы требует наличия большого количества техники
<p>Возможности:</p> <p>В1. Появление спроса на функционал, связанный с другими видами спорта</p> <p>В2. Рост числа заказчиков в сфере спортивных мероприятий</p>	<p>Наилучший исход событий — это получение дополнительных ресурсов как трудовых, так и материальных в случае, если технология окажется интересна возможным заказчикам</p>	<p>Главная проблема – это медленная реакция на возможное повышение спроса на расширение функционала или разработку новых подобных продуктов.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Невостребованность разработки в силу недоверия аудитории к подобным инновациям</p> <p>У2. Риск медленной реакции исполнителей на возможные изменения в порядке судейства соревнований</p>	<p>Все сильные стороны проекта, а также специфика работы компенсируют угрозы, которые существуют из вне. В частности, изменение правил в судействе – процесс редкий и не быстрый, а внедрение инноваций государством часто носит обязательный характер.</p>	<p>Отсутствие спроса на товар и необходимость его изменения приведет к потере конкурентоспособности и потенциальных клиентов.</p>

Вывод SWOT-анализу: В процессе работы были анализированы плюсы и минусы научного проекта, а также обсуждались все последствия, включая положительные и отрицательные факторы - возможности и угрозы. SWOT-анализ показал, что разработка имеет два возможных исхода. Первый сценарий предполагает большой интерес к продукту, что приведет к увеличению финансирования и числа клиентов. Второй сценарий, наоборот, подразумевает отсутствие спроса на товар и необходимость его изменения приведет к потере конкурентоспособности и потенциальных клиентов.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований;

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 4.5:

Таблица 4.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

№ работы	Наименование работы	Исполнители работы
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Потагашев А.И.
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Потагашев А.И. Зариковская Н.В.
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Зариковская Н.В.
4	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	Потагашев А.И.
5	Анализ предметной области	Потагашев А.И.
6	Проектирование решения	Потагашев А.И.
7	Разработка решения	Потагашев А.И.
8	Тестирование решения и оценка точности	Потагашев А.И.
9	Согласование выполненной работы с научным руководителем	Потагашев А.И. Зариковская Н.В.

10	Выполнение других частей работы (социальная ответственность, финансовый менеджмент)	Потагашев А.И.
11	Подведение итогов, оформление работы	Потагашев А.И. Зариковская Н.В.

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления бюджета.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (4,2)$$

Где:

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{Pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{Pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4,3)$$

Где:

T_{Pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел;

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{Pi} \times k \quad (4,4)$$

Где:

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{Pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

k – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{праз}}}$$

Где:

$T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{\text{праз}}$ – общее количество праздничных дней в году;

С учетом того, что календарных дней в 2022 году 365, количество выходных и праздничных дней для пятидневной рабочей недели равно 118, то коэффициент календарности $k_{\text{кал}} = 1,48$.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования представляются в таблице 4.7:

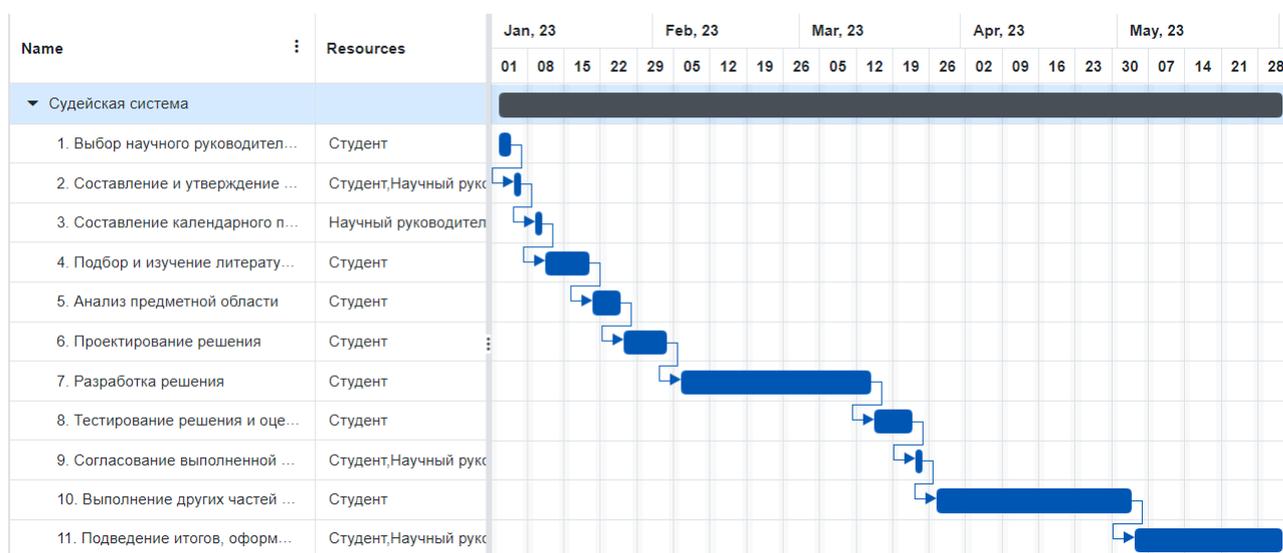
Таблица 4.6 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{Pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	$t_{\text{мин}i}$, чел-дни		$t_{\text{мак}i}$, чел-дни		$t_{\text{ож}i}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Выбор научного руководителя бакалаврской работы	-	2	-	4	-	2,8	3	5
2. Составление и утверждение темы бакалаврской работы	2	2	4	4	2,8	2,8	2	3

3. Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	1	-	3	-	1,8	-	2	3
4. Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	-	5	-	10	-	7	7	11
5. Анализ предметной области	-	3	-	5	-	3,8	4	6
6. Проектирование решения	-	5	-	10	-	7	7	11
7. Разработка решения	-	25	-	30	-	27	27	40
8. Тестирование решения и оценка точности	-	5	-	7	-	5,8	6	9
9. Согласование выполненной работы с научным руководителем	2	2	4	4	2,8	2,8	2	3
10. Выполнение других частей работы (социальная ответственность, финансовый менеджмент)	-	20	-	40	-	28	28	42
11. Подведение итогов, оформление работы	5	15	7	30	5,8	21	21	32
Итого:	10	84	18	144	13,2	108	109	165

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Диаграмма Ганта.



4.3. Бюджет научно-технического исследования.

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при исследовании. Результаты расчета затрат представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.8. – Материальные затраты.

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Тетрадь для записей	50	1	50
Ручка	30	1	30
Электроэнергия	4,04	753	3042,12
Итого:			3122,12

Итого общие материальные затраты составили 3122,12 руб.

4.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Все используемое программное обеспечение предоставляется на бесплатной основе либо по бесплатной студенческой лицензии, поэтому в статью затрат включено не было.

Результат расчета затрат по данной статье представлен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Бюджет затрат на приобретение спецоборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования		Цена единицы оборудования тыс. руб.		Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	
		Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1	Персональный компьютер	1	1	80000	80000	80000	80000
2	Мышь	1	1	1000	1000	1000	1000
3	Клавиатура	1	1	2000	2000	2000	2000
4	Монитор	1	1	10000	10000	10000	10000
Итого:						93000	93000

Исп.1 – Научный руководитель, Исп.2 – инженер.

4.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \times T_p \quad (4,8)$$

Где:

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дней. (по таблице 4.9 для инженера: $T_{p2} = 108$ дней, для руководителя: $T_{p1} = 14$ дней).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 4.9:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \times M}{F_d} \quad (4,9)$$

Где:

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дней (в данном случае $F_d = 247$);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 118 раб. дней, $M = 8,1$ месяц, 6-дневная рабочая неделя);

Должностной оклад работника за месяц определяется по формуле 4.10:

$$Z_M = Z_{mc} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p \quad (4,10)$$

Где:

Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб (для руководителя $Z_{mc1} = 30000$, а для инженера $Z_{mc2} = 15000$);

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томск);

По формуле 4.10 определяется должностной оклад руководителя за месяц:

$$Z_{M1} = Z_{mc1} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 30000 * (1 + 0.3 + 0.2) * 1.3 = 58500$$

По формуле 4.10 определяется должностной оклад инженера за месяц:

$$Z_{M2} = Z_{mc2} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 15000 * (1 + 0.3 + 0.2) * 1.3 = 29250$$

Среднедневная заработная плата у руководителя рассчитывается по формуле 4.9:

$$Z_{дн1} = \frac{Z_M \times M}{F_d}$$

$$Z_{дн1} = 58500 * 8,1 / 247 = 1918,42 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата у инженера рассчитывается по формуле 4.9:

$$Z_{дн2} = \frac{Z_M \times M}{F_d}$$

$$Z_{дн2} = 29250 * 8,1 / 247 = 959,21 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле 4,8:

$$Z_{осн1} = Z_{дн1} * T_{p1} = 1918,42 * 14 = 26857,88 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера рассчитывается по формуле 4,8:

$$Z_{осн2} = Z_{дн2} \times T_{p2}$$

$$Z_{\text{осн}2} = Z_{\text{дн}2} * T_{p2} = 959,21 * 108 = 103594,68 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на общую основную заработную плату составляют:

$$Z_{\text{осн обще}} = Z_{\text{осн}1} + Z_{\text{осн}2} = 26857,88 + 103594,68 = 130452,56 \text{ руб.}$$

Вышеописанная информация представлена в таблице 4,14:

Таблица 4.10 – Расчеты основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{мс}}, \text{руб}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}, \text{руб}$	$Z_{\text{дн}}, \text{руб}$	$T_{\text{р}}, \text{дн}$	$Z_{\text{осн}}, \text{руб}$
Руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	58500	1918,42	14	26857,88
Инженер	15000	0,3	0,2	1,3	29250	959,21	108	103594,68
Итого:								130452,56

4.3.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле 4.11:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}} \quad (4,11)$$

Где:

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15);

По формуле 4.11 определяется дополнительная заработная плата для руководителя:

$$Z_{\text{доп}1} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 26857,88 = 4028,68 \text{ руб.}$$

По формуле 4.11 определяется дополнительная заработная плата для инженера:

$$Z_{\text{доп}2} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 103594,68 = 15\,539,20 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая дополнительная заработная плата составляет:

$$Z_{\text{доп}2} = Z_{\text{доп}1} + Z_{\text{доп}2} = 19567,88 \text{ руб.}$$

4.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по формуле 4.12:

$$З_{внеб1} = k_{внеб} \times (З_{осч1} + З_{доп1}) \quad (4,12)$$

Где:

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году –30% (ст. 425 НК РФ).

Отчисления во внебюджетные фонды для руководителя определяются по формуле 4.12:

$$З_{внеб1} = k_{внеб} * (З_{осч1} + З_{доп1}) = 0,3 * (26857,88 + 4028,68) = 9265,97 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды для инженера определяются по формуле 4.12:

$$З_{внеб2} = k_{внеб} * (З_{осч2} + З_{доп2}) = 0,3 * (103594,68 + 19567,88) = 36948,79 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие затраты на составляется отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб \text{ общ}} = З_{внеб1} + З_{внеб2} = 9265,97 + 36948,79 = 46214,76 \text{ руб.}$$

4.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов.

Величина накладных расходов определяется по формуле 4.13:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) k_{нр} \quad (4,13)$$

Где:

$k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

$$З_{нак} = (3122,12 + 93000 + 93000 + 130452,56 + 19567,88 + 46214,76) * 0,16 = 61657,17 \text{ рублей}$$

4.3.7. Бюджетная стоимость НИР

Группировка затрат по статьям представляется в таблице 4.11:

Таблица 4.11 – Группировка затрат по статьям.

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Материалы, руб	Специальное оборудование, руб	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб	Отчисления во внебюджетные фонды, руб	Итого без накладных расходов, руб	Накладные расходы, руб	Стоимость бюджета, руб
3122,12	186000	130452,56	19567,88	46214,76	385357,32	61657,17	447014,49

4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается по формуле 4.14:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (4,14)$$

Где:

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения из всех вариантов;

По перечисленным вычислениям определяются общие затраты для всех вариантов:

$$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 447014,49 \text{ руб}$$

$$\Phi_{\text{исп.1}} = 447014,49 \text{ руб}$$

$$\Phi_{max} = \Phi_{исп.1} = 447014,49 \text{ руб}$$

По формуле 4.14 определяется интегральный финансовый показатель для текущего проекта:

$$I_{текущ.проект}^{финр} = \Phi_{текущ.проект} / \Phi_{max} = 447014,49 / 447014,49 = 1$$

В результате расчетов интегральных финансовых показателей по трем вариантам разработки текущий проект с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральные показатели ресурсоэффективности всех вариантов определяются путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 4.12).

Таблица 4.12 – Сравнительная оценка характеристик всех вариантов.

Объекты исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Безопасность при использовании ПО	0,3	5	5	4
2. Стабильность работы	0,15	4	4	5
3. Функциональные возможности	0,2	5	4	4
4. Масштабируемость	0,2	5	4	3
5. Удобство использования	0,15	5	5	4
ИТОГО	1	4,8	4,4	4

По данным из таблицы 4.12 определяется интегральный показатель ресурсоэффективности для текущего проекта:

$$I_p^{текущ.проект} = 0,3 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,2 \times 5 + 0,15 \times 5 = 4,85$$

По данным из таблицы 4.17 определяется интегральный показатель ресурсоэффективности для первого конкурентного проекта:

$$I_p^{исп.1} = 0,3 \times 5 + 0,15 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 4 + 0,15 \times 5 = 4,45$$

По данным из таблицы 4.17 определяется интегральный показатель ресурсоэффективности для второго конкурентного проекта:

$$I_p^{исп.2} = 0,3 \times 4 + 0,15 \times 5 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 3 + 0,15 \times 4 = 3,95$$

В результате расчетов интегральных показателей ресурсоэффективности по трем вариантам разработки текущий проект с большим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения ресурсной эффективности.

Интегральные показатели эффективности всех вариантов вычисляются на основании показателей ресурсоэффективности и интегральных финансовых показателей по формуле 4.15:

$$I_{эф.i} = \frac{I_p^{исп.i}}{I_{финр}^{исп.i}} \quad (4,15)$$

Где:

$I_{эф.i}$ – интегральный показатель эффективности i -ого варианта разработки;

$I_p^{исп.i}$ – интегральный показатель ресурсной эффективности i -ого варианта разработки;

$I_{финр}^{исп.i}$ - интегральный финансовый показатель i -ого варианта разработки;

По формуле 4.15 определяется интегральный показатель эффективности для текущего проекта:

$$I_{эф.текущ.проект} = \frac{I_p^{текущ.проект}}{I_{финр}^{текущ.проект}} = \frac{4,85}{0,043} = 112,79$$

По формуле 4.15 определяется интегральный показатель эффективности для первого конкурентного проекта:

$$I_{эф.исп.1} = \frac{I_p^{исп.1}}{I_{финр}^{исп.1}} = \frac{4,45}{1} = 4,45$$

По формуле 4.15 определяется интегральный показатель эффективности для второго конкурентного проекта:

$$I_{эф.исп.2} = \frac{I_p^{исп.2}}{I_{финр}^{исп.2}} = \frac{3,95}{0,047} = 84,04$$

Далее среднее значение интегрального показателя эффективности каждого варианта НИР сравнивалось с средним значением интегрального показателя эффективности текущего проекта с целью определения сравнительной эффективности проектов (таблица 4.13).

Таблица 4.13 – Сравнительные эффективности разработок.

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,043	1	0,047
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,85	4,45	3,95
3	Интегральный показатель эффективности	112,79	4,45	84,04
4	Сравнительная эффективность вариантов	1	0,084	0,748

	исполнения			
--	------------	--	--	--

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансовым и ресурсным эффективным вариантом является текущий проект. Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

Вывод:

В ходе работы был проведен экономический анализ проекта, посчитаны разного рода затраты, зарплатные отчисления, составлен SWOT анализ, выявлены сильные и слабые стороны проекта, выявлены конкуренты и произведено сравнение с похожими конкурирующими разработками, составлен календарный рейтинг план с расчетом трудозатрат, а так же построена диаграмма Ганта на основе этих данных.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО		
8К93		Потагашев Александр Игоревич		
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОИТ	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ Специальность	09.03.04 инженерия	Программная

Тема ВКР:

Разработка серверной части модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробике

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации проектного решения 	<p><i>Объект исследования:</i> система для организации соревнований по спортивной аэробике «Судейская система»</p> <p><i>Область применения:</i> спортивные мероприятия</p> <p><i>Рабочая зона:</i> спортивные залы</p> <p><i>Размеры помещения:</i> Длина – от 16 до 45 м, ширина – от 16 до 30 м, высота – от 8 до 12 м.</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> от 9 до 26 планшетов, от 3 до 4 компьютеров, в зависимости от масштабности мероприятия, и, соответственно, от количества судей.</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> оценивание выступлений спортсменов.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс РФ; СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. ГОСТ Р 55529-2013. Требования безопасности при проведении спортивных и физкультурных мероприятий. Методы испытаний ГОСТ 21889-76. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 2. Повышенный уровень шума; 3. Нагрузка на зрительный аппарат; 4. Монотонный режим работы; 5. Длительное сосредоточенное наблюдение. <p>Опасные:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Факторы, связанные с электрическим током. <p>Требуемые средства коллективной защиты от выявленных факторов: системы естественного</p>

	освещения, приборы искусственного освещения, изоляционные средства, предохранительные устройства.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации проектного решения	Воздействие на селитебную зону не выявлено Воздействие на литосферу не выявлено Воздействие на гидросферу из-за неверного способа утилизации рабочей техники Воздействие на атмосферу из-за неверного способа утилизации рабочей техники
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации проектного решения	Возможные ЧС: Природные (землетрясения, лесные пожары и т.д.); Геофизические (землетрясения и т.д.); Техногенные (транспортные аварии, пожары, аварии с выбросом химически/радиоактивно опасных веществ и т.д.); Биолого-социального (пандемия) Наиболее типичная ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8К93	Потагашев Александр Игоревич		

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

5.1. Введение

В рамках выпускной квалификационной работы была разработана серверная часть модуля оценки выступлений системы для организации соревнований по спортивной аэробике – «Судейская система».

В процессе эксплуатации системы может быть использовано от 9 до 26 планшетов, от 3 до 4 компьютеров, в зависимости от масштабности мероприятия, и, соответственно, от количества судей. И использование упомянутого оборудования может подвергнуть судей вредным факторам, рассмотренным далее.

Помещение, в котором предполагается использование системы, является спортивным залом. Длина спортивного зала должна быть от 16 до 45 м, ширина – от 16 до 30 м, высота – от 8 до 12 м.

Все работы, выполняемые пользователем, производятся за столом.

5.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения

5.2.1. Правовые нормы трудового законодательства

Следуя статье 219 «Право работника на труд в условиях, отвечающих требованиям охраны труда» ТК РФ, каждый работник имеет право на:

- соответствующее требованиям охраны труда рабочее место;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

получение достоверной информации от работодателя об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, мерах защиты от воздействия вредных и опасных факторов производства.

В соответствии со статьей 162 ТК РФ «Введение, замена и пересмотр норм труда» о введении новых норм труда работники должны быть извещены не позднее чем за два месяца.

Согласно статье 212 ТК РФ «Обязанности работодателя по

обеспечению безопасных условий и охраны труда», работодатель обязан обеспечить:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, оборудования, осуществлении технологических процессов, применяемых материалов;

- создание и функционирование системы управления охраной труда;

Согласно статье 163 ТК РФ «Обеспечение нормальных условий работы для выполнения норм выработки», работодатель обязан обеспечить:

- исправное состояние помещений и оборудования;
- условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства.

В статье 108 Трудового Кодекса РФ «Перерывы для отдыха и питания» сказано, что в течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается.

5.2.2. Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда». Рабочее место при выполнении работ сидя» рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы.

Рабочее место (стол) удовлетворяет всем требованиям выполнения трудовых операций. Высота рабочей поверхности стола – от 680 до 800 мм.

Также, согласно ГОСТ 21889-76 Система «Человек-машина», кресло человека-оператора, кресло должно обеспечивать человеку-оператору соответствующую характеру и условиям труда физиологически рациональную рабочую позу, длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности, а также при невозможности

покинуть рабочее место длительное время конструкция кресла должна обеспечивать условия для отдыха человека-оператора в кресле.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения утомления. Рабочее кресло оператора представляет современное подвижное по опорной поверхности кресло со стабилизацией по контуру тела.

В соответствии с ГОСТ Р 50948-2001 – не указан в задании «Средства отображения информации индивидуального пользования» яркость знака должна быть не менее 35 кд/м для дисплеев на ЭЛТ и не менее 20 кд/м для плоских дискретных экранов, а неравномерность яркости рабочего поля экрана должна быть не более 20%. Яркостный контраст изображения должен быть не менее 3:1.

Конструкция монитора ЭВМ находится на расстоянии 600-700 мм от глаз пользователя, а также обеспечивает возможность фронтального наблюдения экрана путем поворота корпуса в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси в пределах плюс минус 30 градусов и в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси в пределах плюс-минус 30 градусов с фиксацией в заданном положении.

Все факторы соответствуют необходимым нормам, что обеспечивает выполнение требований нормативных актов по организации рабочего места.

5.3. Производственная безопасность

Согласно производственным факторам ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ, на оператора ПЭВМ в течение рабочего дня воздействует множество различных производственных факторов, каждый из которых влияет на производительность, работоспособность и физическое состояние.

Все выявленные факторы приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные факторы на рабочем месте судьи

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
Повышенный уровень шума	СП 51.13330.2011 «Защита от шума»
Нагрузка на зрительный аппарат	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Монотонный режим работы	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)
Длительное сосредоточенное наблюдение	Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
Факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ Р 58698-2019. Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования.

Действия пользователя осуществляются с помощью разработанного приложения, работающего на планшете и ПК. В силу того, что основная работа в приложении осуществляется с помощью экрана планшета, пользователь будет получать негативные воздействия на зрительный аппарат, если будет пользоваться приложением более 4 часов свободного времени. Соответственно, необходимо ограничить время работы в данном приложении в рамках установленных норм.

5.3.1. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Недостаточная освещенность приводит к понижению работоспособности, а также может вызвать проблемы со здоровьем, а именно может повлиять на качество зрения работников.

Искусственное освещение в помещениях должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с персональным компьютером следует применять системы комбинированного освещения.

Согласно СП 52.13330.2016 зрительную работу пользователя программного обеспечения можно характеризовать как работу разряда Б – высокой точности (наименьший эквивалентный размер объекта различения составляет 0,3-0,5 мм), под разряда 1 (относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность не менее 70%).

В таблице 5.2 представлены требования к освещению рабочего помещения для указанного разряда.

Таблица 5.2 – Требования к освещению рабочего помещения для разряда Б1

Искусственное освещение	
Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	300
Цилиндрическая освещенность, лк	100
Объединенный показатель дискомфорта, не более	21
Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более	15

Для снижения влияния фактора недостаточной освещенности на рабочем месте необходимо, чтобы уровень естественного освещения и яркость экрана персонального компьютера или планшета были приблизительно одинаковыми, так как яркий свет в зоне периферийного зрения заметно увеличивает глазное напряжение и приводит к быстрой

утомляемости. Путем решения проблемы недостаточной освещенности помещения может стать расширение оконного проема или установка качественных источников искусственного освещения.

5.3.2. Повышенный уровень шума

Чрезмерный уровень шума может негативно повлиять на здоровье зрителей, спортсменов, судей и других участников мероприятия. Высокая громкость может вызвать головную боль, нарушение сна, повышение кровяного давления и другие неприятные ощущения. При длительном воздействии шума возможны более серьезные заболевания, такие как потеря слуха.

Согласно документу СП 51.13330.2011 "Защита от шума", соблюдение безопасного уровня шума на спортивных мероприятиях в закрытых помещениях является важным фактором для обеспечения комфортных условий пребывания людей в здании.

Согласно разделу 6.3. упомянутого выше документа, эквивалентный уровень звука не должен превышать 45 дБА.

Это связано с тем, что постоянное воздействие шума на пиковом уровне выше 85 дБ может привести к потере слуха.

Кроме того, в документе указано, что уровень звукового давления должен быть достаточно низким для того, чтобы не мешать комфортному общению, повышению концентрации и психологическому комфорту людей в помещении.

5.3.3. Нагрузка на зрительный аппарат

Работа на ПК сопровождается постоянным и значительным напряжением функций зрительного анализатора.

Спектр излучения компьютера включает в себя рентгеновскую и ультрафиолетовую области спектра, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Опасность рентгеновских лучей считается сейчас специалистами пренебрежимо малой, поскольку этот вид лучей поглощается веществом экрана.

Допустимые уровни ультрафиолетового излучения для мониторов регулируются в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и указаны в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Допустимые уровни ультрафиолетового излучения

Вид изделий	Спектральный диапазон длин волн, нм	Допустимая интенсивность облучения, Вт/м ²
Экраны телевизоров,	Свыше 315 до 400	Не более 0,1
видеомониторов, осциллографов	Свыше 280 до 315	Не более 0,0001
измерительных и других приборов, средств отображения информации с визуальным контролем	От 200 до 280	Не допускается

Чтобы снизить зрительное напряжение, необходимо выбрать такой монитор, параметры которого удовлетворяли бы параметрам таблицы 5.3. Соблюдение этих норм позволит снизить зрительное напряжение.

5.3.4. Монотонный режим работы

Судейство соревнований – процесс монотонный, способный вызвать монотонию. Монотония — это состояние сниженной работоспособности, возникающее из-за однообразной работы с частым повторением стереотипных действий в обыденной среде. Поэтому меры, позволяющие снизить воздействие этого вредного производственного фактора, которые регулируются СанПиН 1.2.3685-21, являются важными в работе судьи как оператора ПЭВМ. Они позволяют увеличить производительность труда и предотвратить появление профессиональных болезней.

Организация работы с ПЭВМ осуществляется в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы:

– группа А – работа по считыванию информации с экрана с

предварительным запросом;

– группа Б – работа по вводу информации;

– группа В – творческая работа в режиме диалога с ПЭВМ.

Работа пользователя по использованию системы, рассматриваемой в данной работе, относится к группам А и Б. Категории трудовой деятельности, различаются по степени тяжести выполняемых работ. Для снижения воздействия рассматриваемого вредного фактора предусмотрены регламентированные перерывы для каждой группы работ.

Для предупреждения преждевременной утомляемости пользователей ПЭВМ рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него. Однако в данном случае это невозможно, поэтому до переключения на другие виды трудовой деятельности, не связанные с ПЭВМ, рекомендуется организация перерывов на 10–15 мин. через каждые 45–60 мин. работы. При высоком уровне напряженности работы рекомендуется психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях.

5.3.5. Длительное сосредоточенное наблюдение

Так же, как и монотонность труда активное наблюдение за ходом выступления спортсменов, вызывает снижение работоспособности, рост травматизма, которые приводят к снижению эффективности труда. Здесь необходимо соблюдать время работы и отдыха.

Поскольку, работа судьи по умолчанию заключается в постоянном наблюдении, класс их условий труда с точки зрения сенсорной нагрузки можно указать как вредный 1 степени, согласно Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Для минимизации вреда следует соблюдать нормы по освещению в помещении, описанные в одном из предыдущих пунктов. Также, снижению вреда способствуют регулярные специальные физические упражнения для глаз.

5.3.6. Факторы, связанные с электрическим током

Персональный компьютер предоставляет для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ человек может коснуться комплектующих компьютера, находящихся под напряжением.

Прохождение электрического тока через тело человека сопровождается нарушением функций внутренних органов или ожогом тканей. Поражение током приводит к остановке сердца, судорогам, потере сознания.

Электробезопасность подразумевает под собой систему мероприятий, технических и организационных, направленных на защиту людей от опасного воздействия электрического тока, статического электричества и электромагнитного поля. Значения вышеперечисленных факторов регулируются ГОСТ Р 58698-2019.

Таблица 5.4 – Пороги напряжения прикосновения для реагирования.

Характер регулирования	Пороги напряжения
Реакция испуга	2 В переменный ток
	8 В постоянный ток
Мышечная реакция	20 В переменный ток
	40 В постоянный ток

Меры предосторожности для основной защиты от повреждения электрическим током:

- использование защитных ограждений или оболочек;
- размещение опасных для жизни и здоровья человека участков электропроводов и приборов вне зоны досягаемости рукой;
- ограничение напряжения или питание должно осуществляться от безопасного источника питания;
- автоматическое отключение питания (защитное устройство, которое будет отключать систему, питающую электрическое оборудование или

установку в случае замыкания).

Меры защиты:

- посредством системы безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) и защитного сверхнизкого напряжения (ЗСНН).

5.4. Экологическая безопасность

Правильная утилизация компьютерной техники, электроники и аккумуляторов является важным фактором для сохранения окружающей среды и здоровья людей. Компьютерная техника и электроника включают в себя ряд веществ и материалов, которые могут быть опасными для окружающей среды, если они не утилизируются правильно. Некоторые из этих материалов могут включать в себя тяжелые металлы, такие как свинец, кадмий, ртуть, бериллий, и другие элементы.

Если несколько компьютеров, электроника или аккумуляторы, содержащие такие вещества, выкинуты на свалку, то могут возникнуть серьезные проблемы с окружающей средой. Эти вещества могут попасть в грунт, привести к загрязнению поверхностных и подземных вод и тд. Кроме того, такие материалы могут выделиться в атмосферу, поставив под угрозу здоровье людей и домашних животных вблизи свалки.

Правильная утилизация компьютерной техники, электроники и аккумуляторов помогает сократить воздействие отходов на окружающую среду. В настоящее время существуют программы и услуги по утилизации электроники и компьютерной техники. Различные организации, государственные учреждения и бизнесы также могут принимать устаревшую технику на переработку.

Аккумуляторы, включая литий-ионные, должны также утилизироваться правильно, потому что они могут содержать кадмий, свинец и другие тяжелые металлы. Если такие элементы попадут в почву или воду, они могут вызвать серьезные проблемы для здоровья и окружающей среды.

На литосферу влияние не оказывается.

На селитебную зону влияние не оказывается.

5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При работе над проектируемым решением могут возникнуть такие чрезвычайные ситуации:

- техногенные (взрывы, пожары, обрушение помещений);
- природные (наводнения, ураганы, природные пожары);
- биологические (эпидемии, пандемии);
- социальные (террор).

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является пожар в помещении рабочей зоны, вызванный перегревом и воспламенением электротехники, неисправностью электросети, током короткого замыкания. Пожар может возникнуть из-за несоблюдения правил пожарной безопасности. Такие пожары по классификации относятся к типу Е: пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением. К первичным средствам пожаротушения относятся порошковый и углекислотный огнетушители.

В соответствии с Федеральным законом "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" для защиты от воздействия пожара должны соблюдаться следующие нормы:

- применение ограничивающих распространение огня средств;
- использование устройств оповещения и обнаружения пожара;
- применение огнетушителей и других первичных средств пожаротушения;
- наличие и возможность использования эвакуационных путей и пр.

В случае обнаружения пожара необходимо сообщить о происшествии в пожарную охрану. Далее необходимо принять меры по эвакуации людей и материальных ценностей согласно плану эвакуации. До прибытия сотрудников пожарной охраны нужно самостоятельно начать тушение пожара с помощью первичных средств пожаротушения. Прибывшей на место пожарной охране необходимо оказывать содействие в тушении пожара.

5.6. Вывод по разделу

Фактические значения значимых для эксплуатации производственных факторов удовлетворяют нормативным значениям.

В помещении, где ведётся эксплуатация над проектируемым решением, нет условий для возникновения повышенной или особой опасности, поэтому по ПУЭ оно отнесено к 1 категории электробезопасности. Персонал, занятый эксплуатацией, относится к I группе по электробезопасности согласно «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок». Работа, выполняемая пользователем проектируемого решения, по уровню энергозатрат организма, классифицируется как работа категории 1а, т.к. не требует физического напряжения, постоянного передвижения и ходьбы. Рабочее помещение относится к категории В по пожарной опасности, однако имеет все необходимые компоненты для обеспечения безопасности. Требуемое освещение обеспечивается за счет множества люминесцентных ламп и больших окон. Уровень шума находится в допустимом диапазоне. Защита от воздействия электрического тока обеспечивается путем проверки состояния ПК и планшета и соблюдения правил безопасности при работе с ними, соответственно, согласно правилам устройства электрооборудования, данное помещение входит в категорию безопасных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы был разработан модуль выставления оценок системы для организации соревнований по спортивной аэробике.

Процесс разработки включал анализ предметной области. В ходе анализа предметной области были обозначены правила, по которым должна работать система. Описана общая архитектура системы, архитектура серверной части, структура базы данных. На основе архитектуры был выбран стек технологий для программной реализации модуля оценки выступлений.

Результатами программной реализации стали 2 класса-сервиса, 1 класса-репозиторий и большое количество функций-эндпоинтов. Полученный API-интерфейс учитывает все необходимые правила для корректного ввода и расчета оценок за выступления.

В работе рассмотрены вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, социальной ответственности.

Все задачи в рамках выпускной квалификационной работы выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Правила вида спорта «спортивная аэробика» (утв. приказом Минспорта России от 19.02.2018 N 155) [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294145/ (Дата обращения: 02.04.2023)
2. Основы REST: теория и практика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/osnovy-rest-teoriya-i-praktika/> (Дата обращения: 03.05.2023)
3. Python 3.11.3 Documentation [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.python.org/3/index.html> (Дата обращения: 02.04.2023)
4. PostgreSQL 14.8 Documentation – <https://www.postgresql.org/docs/14/index.html> [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_294145/ (Дата обращения: 10.04.2023)
5. SQL (Relational) Databases [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fastapi.tiangolo.com/tutorial/sql-databases/> (Дата обращения: 10.04.2023)
6. Docker Compose overview [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.docker.com/compose/> (Дата обращения: 03.04.2023)
7. Role-based access control [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Role-based_access_control (Дата обращения: 20.03.2023)
8. Нотация «EPC» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.businessstudio.ru/wiki/docs/v4/doku.php/ru/csdesign/bpmodeling/epc_notation (Дата обращения: 25.03.2023)
9. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

- 10.**СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
- 11.**ГОСТ Р 55529-2013. Требования безопасности при проведении спортивных и физкультурных мероприятий. Методы испытаний
- 12.**ГОСТ 21889-76. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
- 13.**ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Метод класса-сервиса для выставления баллов и расчета оценки за

исполнение:

```
async def set_execution_grade(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload:
common_schemas.ExecutionGrade
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self._assert_access_to_program(
            performance_id=performance_id,
            is_paused=False,
            role=enums.JudgeRoles.execution,
        )
        await self.grade_repository.set_grade(
            payload=common_schemas.GradeUpdate(
                performance_id=performance_id,
                value=payload,
                judge_id=user.id,
                score=payload.score,
                deduction=0,
            ),
        )
        await self._calculate_score(
            judge=user, performance_id=performance_id,
score=payload.score
        )

    return await self.get(performance_id)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Метод класса-сервиса для выставления баллов и расчета оценки за

артистичность:

```
async def set_artistry_grade(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload:
common_schemas.ArtistryGrade
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self._assert_access_to_program(
            performance_id=performance_id,
            is_paused=False,
            role=enums.JudgeRoles.artistry,
        )
        grade_score = (
            payload.aerobic_content
            + payload.artistic_exercise
            + payload.artistic_performance
            + payload.common_content
            + payload.music
        )
        await self.grade_repository.set_grade(
            payload=common_schemas.GradeUpdate(
                performance_id=performance_id,
                value=payload,
                judge_id=user.id,
                score=grade_score,
                deduction=0,
            ),
        )
        await self._calculate_score(
            judge=user,
            performance_id=performance_id,
            score=grade_score,
        )

    return await self.get(performance_id)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Метод класса-сервиса для выставления баллов со сбавкой и расчета оценки за сложность выступления:

```
async def set_complexity_grade(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload:
common_schemas.ComplexityGrade
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self._assert_access_to_program(
            performance_id=performance_id,
            is_paused=False,
            role=enums.JudgeRoles.complexity,
        )

        await self.grade_repository.set_grade(
            payload=common_schemas.GradeUpdate(
                performance_id=performance_id,
                value=payload,
                judge_id=user.id,
                score=payload.score,
                deduction=payload.deduction,
            ),
        )
        performance = await self.get(performance_id)

        await self._update(
            performance_id=performance_id,
            payload=common_schemas.PerformanceUpdate(
                complexity_score=payload.score
                / (await self._get_complexity_divider(performance))
            ),
        )

    return await self.get(performance_id)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Метод класса-сервиса для выставления сбавки за заступы:

```
async def set_line_grade(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload:
common_schemas.LineGrade
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self._assert_access_to_program(
            performance_id=performance_id,
            is_paused=False,
            role=enums.JudgeRoles.line,
        )

        await self.grade_repository.set_grade(
            payload=common_schemas.GradeUpdate(
                performance_id=performance_id,
                value=payload,
                judge_id=user.id,
                score=0,
                deduction=payload.deduction,
            ),
        )

    return await self.get(performance_id)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Метод класса-сервиса для выставления сбавки председателем:

```
async def set_chairman_grade(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload:
common_schemas.ChairmanGrade
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self._assert_access_to_program(
            performance_id=performance_id,
            is_paused=False,
            role=enums.JudgeRoles.chairman,
        )

        await self.grade_repository.set_grade(
            payload=common_schemas.GradeUpdate(
                performance_id=performance_id,
                value=payload,
                judge_id=user.id,
                score=0,
                deduction=payload.deduction,
            ),
        )

    return await self.get(performance_id)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Метод класса-сервиса для дисквалификации спортсмена:

```
async def set_is_disqualified(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload: schemas.Disqualified
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self.auth_service.get_current_user()
        await self._assert_judge_role(
            user, enums.JudgeRoles.chairman, performance_id
        )
        update_data =
common_schemas.PerformanceUpdate(**payload.dict())
        await self._update(performance_id, update_data)

    return await self.get(performance_id)
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Метод класса-сервиса для выставления оценки администратором:

```
async def set_grade_as_admin(
    self, performance_id: uuid.UUID, payload:
common_schemas.AdminGrade
) -> common_schemas.Performance:
    async with self.unit_of_work.use():
        user = await self._assert_access_to_program(
            performance_id=performance_id,
            is_paused=False,
            role=enums.JudgeRoles.head_judge,
        )
        judge = await self.user_service.get_judge_by_filters(
            UserFilters(
                program_id=user.program_id,
                judge_role=payload.role,
                index=payload.index,
                brigade_number=payload.brigade_number,
            )
        )
        grades = await self.grade_repository.get_list(
            where=schemas.GradeFilter(
                performance_id=performance_id,
                judge_id=judge.id,
            )
        )
        if not grades:
            await self.grade_repository.set_grade(
                payload=common_schemas.GradeUpdate(
                    performance_id=performance_id,
                    judge_id=judge.id,
                    score=payload.score,
                    deduction=payload.deduction,
```

```
        value=common_schemas.ExecutionGrade( # stub,
doesn't matter
        score=0
    ),
)
)
else:
    raise exceptions.AccessException(
        type=enums.AccessErrorCodes.already_graded,
        message="Grade already set",
    )

    await self._calculate_score(
        judge=judge, performance_id=performance_id,
score=payload.score
    )

    return await self.get(performance_id)
```