**4 Экономическое обоснование**

В выпускной квалификационной работе описывается алгоритм настройки нейронных сетей для решения задачи классификации биомедицинских изображений, а также метод расчета выходного значения модели.

В ходе выполнения работы были решены задачи сбора и обработки изображений для анализа, выбор архитектуры используемых моделей нейронных сетей, выбор технологии программирования разрабатываемой модели.

Расчет затрат на решение задачи представлен в этом разделе.

**4.1 Определение продолжительности проведения работ.**

Расчет затрат на написание программы основан на плане работ.

Данные по продолжительности каждого этапа работ представлены в таблице 3.

Продолжительность работ определяется расчетным путем с помощью экспертных оценок по формуле:

, (1)

где – ожидаемая длительность j-й работы; и – наименьшая и наибольшая, по мнению эксперта, длительность работы.

Таблица 3 – Длительность этапов работы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование работы | Длительность работы, человеко-дни. | | |
|  |  |  |
| 1 | Разработка ТЗ | 3 | 5 | 3,8 |
| 2 | Анализ ТЗ и работа с базами данных | 3 | 5 | 3,8 |
| 3 | Определение технологи программирования | 2 | 3 | 2,4 |
| 4 | Выбор платформы запуска программы | 2 | 3 | 2,4 |
| 5 | Работа с программой для разработки модели | 18 | 30 | 22,8 |
| 6 | Настройка параметров модели | 3 | 8 | 5 |
| 7 | Оформление пояснительной записки | 15 | 20 | 17 |
| ИТОГО | |  |  | 57,2 |

**4.2 Оценка величины заработной платы и социальных отчислений участников работ.**

Для каждого исполнителя определена ставка заработной платы за день. Ставка заработной платы за день определяется исходя из месячной заработной платы соответствующего исполнителя. Дневная ставка заработной платы определяется делением заработной платы (оклад) за месяц на количество рабочих дней в месяце (21 рабочий день).

Для студента в качестве месячной заработной платы принимается заработная плата инженера. По данным Управления Федеральной службы статистики по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области (ПЕТРОСТАТ), в Санкт-Петербурге средняя заработная плата инженера в 2021 году составила 101 600 рублей[21]. Зарплату руководителя составляет 140 000 рублей.

Ставка в день составляет 4838 и 6666 рублей для будущего инженера и руководителя соответственно.

Данные по стоимости этапов работ представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Стоимость работ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Этапы и содержание выполняемых работ | Исполнитель | Трудоемкость, , чел.-дни. | Ставка, руб./день |
| 1 | Разработка ТЗ  Анализ ТЗ и работа с базами данных | Руководитель | 1,8 | 6666 |
| Студент | 2 | 4838 |
| 2 | Определение технологи программирования | Студент | 3,8 | 4838 |
| 3 | Выбор платформы запуска программы | Студент | 2,4 | 4838 |
| 4 | Работа с программой для разработки модели | Студент | 2,4 | 4838 |
| 5 | Настройка параметров модели | Руководитель | 2 | 6666 |
| Студент | 20,8 | 4838 |
| 6 | Разработка ТЗ | Студент | 5 | 4838 |
| 7 | Анализ ТЗ и работа с базами данных | Студент | 17 | 4838 |

На основе данных о трудоемкости выполняемых работ и ставки за день соответствующих исполнителей рассчитываются расходы на заработную плату исполнителей и отчислений на страховые взносы на обязательное социальное, пенсионное и медицинское страхование.

Расходы на основную заработную плату исполнителей определяются по формуле:

, (2)

где - расходы на основную заработную плату исполнителей (руб.); k – количество исполнителей; - время, затраченное *i*-м исполнителем на проведение исследования (дни); - ставка *i*-го исполнителя (руб./день).

руб.

Расходы на дополнительную заработную плату исполнителей определяются по формуле:

, (3)

где - расходы на дополнительную заработную плату исполнителей (руб.); - расходы на основную заработную плату исполнителей (руб.); - норматив дополнительной заработной платы 14 (%).

руб.

Отчисления на страховые взносы на обязательное социальное, пенсионное и медицинское страхование с основной и дополнительной заработной платы исполнителей определяются по формуле:

, (4)

где - отчисления на социальные нужды с заработной платы (руб.); - расходы на основную заработную плату исполнителей (руб.); - расходы на дополнительную заработную плату исполнителей (руб.); - норматив отчислений на страховые взносы на обязательное социальное, пенсионное и медицинское страхование (30%).

руб.

**4.3 Оценка затрат, связанных с приобретением необходимых комплектующих.**

Модель реализована по технологии бесплатного облачного сервиса для машинного обучения. Используются открытые библиотеки, свободно распространяемый код.

**4.4 Расчёт затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.**

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяются из расчета на 1 час работы оборудования с учетом стоимости и производительности оборудования:

, (6)

где – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования (руб.); – расчетная себестоимость одного машино-часа работы оборудования на *i*-й

технологической операции (руб./м-ч)1; – количество машино-часов, затрачиваемых на выполнение *i*-й технологической операции (м-ч).

При выполнении работы использовался персональный компьютер, себестоимость одного машино-часа работы которого составляет 5,76 руб./м-ч. (или 46,1 руб./м-д.). Время использования персонального компьютера – 60 дней.

Затраты на содержание и эксплуатацию составят:

руб.

**4.5 Определение величины амортизационных отчислений используемых основных средств.**

Амортизационные отчисления по основному средству (персональный компьютер) за год определяются как:

, (7)

где – амортизационные отчисления за год по i-му основному средству (руб.); – первоначальная стоимость i-го основного средства (руб.); – годовая норма амортизации *i*-го основного средства (%).

 рассчитывается по формуле:

, (8)

где – первоначальная стоимость основного средства (руб.); – ликвидационная стоимость оборудования (руб.) (5% от первоначальной стоимости оборудования); – нормативный срок службы основного средства (лет).

Годовая норма амортизации:

.

Амортизационные отчисления по основному средству:

руб.

Величина амортизационных отчислений по основному средству, используемому при работе над ВКР, определяется по формуле:

, (9)

где – амортизационные отчисления по *i*-му основному средству, используемому в работе над ВКР (руб.); – амортизационные отчисления за год по *i*-му основному средству (руб.); , – время, в течение которого используется основное средство (мес.).

Таким образом, величина амортизационных отчислений по основному средству, используемому при работе над ВКР:

руб.

**4.6 Определение величины накладных расходов.**

В статью «Накладные расходы» включаются расходы на управление и хозяйственное обслуживание.

Величина накладных расходов составляет 25% от фонда заработной платы:

руб.

**4.7 Расчёт совокупной величины затрат.**

Для оценки итоговой величины затрат, связанных с выполнением работы, все проведенные расчеты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Смета затрат на ВКР

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование статьи | Сумма, руб. |
| 1 | Расходы на оплату труда | 323395,2 |
| 2 | Отчисления на социальные нужды |  |
| 3 | Материалы | 0 |
| 4 | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования |  |
| 5 | Амортизационные отчисления |  |
| 6 | Накладные расходы |  |
| ИТОГО затрат | | 323395,2 |

**4.8 Вывод**

По итогам расчетов совокупные затраты составили 323395,2 руб. Большая часть затрат относится к расходам на оплату труда и отчислениям на социальные нужды.

Стоимость разработки алгоритма анализа изображения соответствует рыночным условиям.

Внедрение программного обеспечения в медицинские организации может сократить время диагностики, снизить уровень ошибки, повысить качество предоставления медицинской услуги, и более оперативно поставить диагноз и назначить соответствующее лечение.