**5 Организационно-экономическая часть**

**5.1 Общая постановка к технико-экономическому обоснованию**

Дипломный проект на тему «Многопользовательская информационная система медицинских изображений. Разработка нейронной сети и серверной части» выполнен для автоматизации оптимизации процессов обследования и составления заключения по результатам медицинских исследований, при помощи базы данных и веб-приложения, а также нейронной сети, составляющей предварительное заключение.

Целью дипломного проекта является автоматизация обработки и хранения медицинских изображений. Задачи автоматизации системы состоят в объединении систем взаимодействия с изображениями и заключениями, автоматизации процессов создания, регистрации, поиска медицинских исследований, разработка пользовательского интерфейса, разработка нейронной сети, способной составлять предварительные заключения по данному медицинскому изображению (рентгену) спины.

На данный момент в учреждении здравоохранения (УЗ) «Могилевская областная клиническая больница» выделяется специализированная система eDoctor, которая работает в web-клиенте, вся информация хранится на серверах компании-разработчика. Главная цель системы – автоматизация рабочего места. Помимо этого, система дает возможность ограничения прав доступа.

Для сбора и визуализации данных медицинских приборов (Dicom) используется RadiAnt DICOM Viewer – программа, способная открывать и отображать результаты исследований, полученные из различных модальностей медицинских изображений: цифровая рентгенография (ЦР), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковая диагностика (УЗИ) и др.

Вышеупомянутые Dicom-изображения хранятся на серверах больницы. Хранилище представлено диском объемом 100 ТБ, организовано с помощью файловой базы данных SQLite. SQLite – однофайловая СУБД на языке C, которая не имеет сервера и позволяет хранить всю базу локально на одном устройстве. Для работы SQLite не нужны сторонние библиотеки или службы. На сервере хранится один файл, позволяющий связать случайно названный файл снимка, расположенный в случайной папке с конкретный пациентом и вернуть его по запросу.

Главное наблюдение – две основные системы не связаны. Заполнение и обработка данных о пациенте из eDoctor и данных снимков из Dicom Viewer – два отдельных бизнес-процесса. Системы поставляются разными организациями, имеют отдельные клиенты. Такой подход предлагает область для улучшения эффективности и надежности, если удастся добиться автоматизированного взаимодействия двух систем. Это обеспечит гарант связанности данных о пациенте и снимке, а также ускорит работу сотрудника больницы.

Дополнительно, снимки пациентов могут быть классифицированы по различным патологиям и их степеням. При этом все они расположены в локальном хранилище, к которому можно развернуть организованный доступ. Такие факторы позволяют создать автоматизированную систему с использованием технологий нейронных систем, предлагающую выдачу заключения по пациенту по анализу его снимка. Добившись интеграции данных о заключениях с данными о снимках с помощью первой предлагаемой системы, на ее базе можно развернуть обучение сети, причем масштабируемое с течением времени (получением новых снимков и заключений).

В соответствии с вышеописанным поставлены следующие задачи:

– создание автоматизированной информационной системы, позволяющей объединить функционал eDoctor как системы хранения данных о пациентах, RadiAnt DICOM Viewer как системы доступа и анализа снимков и хранилища на базе больницы. Система предлагает унифицированный доступ к снимку и данным как для других систем больницы, так и врачу за счет единого клиентского приложения;

– внедрение в объединенную АСОИ нейронной сети, использующей систему для создания базы знаний. На вход сеть будет принимать новый снимок пациента, на выход генерировать рекомендацию к заключению.

В рамках исследования рынка и консультации с врачами на базе больницы было выявлено, что на данный момент аналогичные введенные в производство системы отсутствуют, что делает проект новым, оригинальным и более востребованным.

Все основные параметры разработанной системы представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристика проектируемой информационной системы

| Показатель | Параметр |
| --- | --- |
| Область прикладной деятельности | Автоматизированное рабочее место. |
| Цель автоматизации | Объединение процессов работы с изображениями и заключениями. |
| Функция программных средств | Хранение и обработка результатов медицинских исследований. |
| Уровень автоматизации | Автоматизированное рабочее место врача-рентгенолога |
| Порядок внедрения и  использования | Документация и обеспечение ее качества; алгоритмы и программы, и соответствие их требованиям |
| Модель данных | Реляционная (табличная) |
| Прямая эффективность | Сокращение цикла обработки информации, экономия трудозатрат на обработку данных и экономия материальных затрат |

Продолжение таблицы 5.1

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Параметр |
| Косвенная эффективность | Достоверность выходных данных |
| Режим эксплуатации обработки данных | В режиме реального времени поддержкой одновременной работы нескольких пользователей |
| Масштаб программных средств | 770 строк – C# (рукописный), 150 строк – Python, (рукописный) 500 строк – автогенерируемый код |
| Исходный язык | Объектно-ориентированные (C#, Python) |
| Класс пользователя | Специалист |
| Требуемые рабочие характеристики | Емкость памяти (средняя); длительность обработки (быстрая), производительность (средняя) |
| Требование защиты | Надежная защита от несанкционированного доступа к системе; защита данных |
| Требование надежности | Доступность, отказоустойчивость |
| Требования к вычислительным ресурсам | Процессор: Intel Core i3, 2-ядерный; Оперативная память: 6 Гб,  DDR3 SO-DIMM; Жесткий диск: 500 Гб, HDD; Видеоадаптер: Intel  HD Graphics, встроенный |

В таблице 5.2 представлена общая характеристика сравниваемых вариантов. Предлагается программный модуль по поставленным задачам, так как базовый вариант имеет существенные недостатки, например отсутствие автоматизированного поиска данных, низкая скорость обработки.

Таблица 5.2 - Общая характеристика сравниваемых вариантов

| Наименование  показателей | Базовый | Проектный |
| --- | --- | --- |
| Информационный процесс | Автоматизированное хранение данных и их обработка | |
| Средства информационного процесса | | |
| Получение данных | Ручной поиск | Автоматизированный (запросы на PostgreSQL) |
| Хранение данных | Снимки компьютерной томографии и бумажные документы | На сервере (таблицы в БД на PostgreSQL) |
| Обработка данных, представление данных | В бумажном формате | В электронном форме |
| Исполнитель процесса | врач-рентгенолог | |

Разработанная медицинская информационная система обработки изображений позволит в автоматизированном режиме выполнять ряд операций, что значительно сократит время на формирование медицинских документов, повысит оперативность и точность информации, а также обеспечит высокое качество обработки и объективность представляемых данных. Для определения эффективности разрабатываемой информационной системы произведено сравнение: традиционная система обработки данных врачом-рентгенологом (базовый вариант) и автоматизированная система обработки данных (проектируемый вариант). Такой подход позволяет определить целесообразность создания специализированного программного обеспечения в системе управления медицинскими данными и обработки изображений.

**5.2 Расчет трудоемкости (производительности)**

Предварительно информационный процесс решения i-ой задачи по сравниваемым вариантам разбивается на последовательные стадии (j-ые операции). Функционально норма штучно-калькуляционного времени на решение задачи складывается из следующих элементов:

где tПЗ – подготовительно-заключительное время на партию решаемых задач;

nП – количество последовательно решаемых задач за один прогон;

tОП – оперативное время выполнения задачи (сумма основного и вспомогательного не перекрываемого времени);

tОБ – время обслуживания рабочего места;

tОТЛ – время на отдых и личные надобности.

Время tОБ и tОТЛ чаще определяется косвенно как доля от оперативного времени tОП в размере 0,12 – 0,16, в расчетах соответственно приняты значения: 0,12 и 0,15.

Результаты расчета трудоемкости произведены на основе нормативной трудоемкости, норма штучно-калькуляционного времени приведена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты расчета трудоемкости по вариантам

| Наименование элементов нормы времени | Норма времени по вариантам (tшк ), мин | |
| --- | --- | --- |
| базовый | проектный |
| Отчет по результатам обработки рентгеновских снимков | | |
| Подготовительно-заключительное время, tПЗ | 2,00 | 2,00 |
| Оперативное время, tОП | 210 | 70,0 |
| Время обслуживания, tОБ | 25,2 | 8,4 |
| Время на отдых и личные надобности, tОТЛ | 31,5 | 10,5 |
| Итого на задачу | 268,7 | 90,9 |

Годовая программа Аг по задаче проведения медицинских исследований в виде рентгена и компьютерной томографии принята на уровне среднего количества 50 пациентов, принимаемых в кабинете рентгена в месяц (Аг=600 исследований в год).

**5.3 Расчет единовременных затрат**

По вариантам сравнения единовременные затраты (инвестиции) складываются из следующих основных элементов:

где KO – стоимость комплекта машин и оборудования с учетом необходимой мебели, р.;

KOБ – стоимость запасов в оборотные средства, р.;

KЗД – стоимость потребной площади здания, р.;

KПР– затраты на проектирование, р.

Стоимость единовременных затрат в оборудование определяются по формуле:

где принятое число единиц i-го оборудования (Nпi ≥ NРi – округляется до целого), шт;

РОi - цена приобретения i-го оборудования по варианту, р.;

αТi, αМi – коэффициенты, учитывающие величину транспортно-заготовительных расходов (αТi = 0,05), величину затрат на монтаж и отладку (αМi = 0,05);

dЗ - доля занятости принятых рабочих мест на решение задачи по варианту, dЗ = NР / NП.

Расчетное количество машин (рабочих мест) на решение задачи по вариантам вычисляется по формуле:

где tшт- норма штучного времени;

Fd – годовой действительный фонд работы оборудования (рабочего места), ч;

kЗ  – коэффициент запаса, учитывающий неравномерность поступления информации (для стабильных процессов kЗ = 0,90-0,95; периодических - kЗ = 0,85-0,90; нерегулярных - kЗ = 0,70-0,085), принято kЗ = 0,85.

Величина годового действительного фонда рабочего места врача-рентгенолога определяется по следующей формуле:

где FСМ – номинальный сменный фонд работы, ч (8 часов);

КСМ – коэффициент сменности – число смен работы в течение рабочего дня (2 смены);

DP – число рабочих дней в году (принято рабочих дней 253, из них 245 с полной продолжительностью и 8 с сокращенной продолжительностью);

КПР – коэффициент, учитывающий долю времени простоев в плановых ремонтах, КПР = 0,05.

Таким образом, поставив полученные данные в формулу, получим расчетное количество рабочих мест:

Определим принятое количество рабочих мест путем округления их расчетной величины Nр до ближайшего целого числа в большую сторону:

,

= 1.

Соответственно, доля занятости принятых рабочих мест:

В дипломном проекте для технического обеспечения программного модуля на рабочем месте врача-рентгенолога предусмотрено стандартное оборудование. Стоимость комплекта оборудования для автоматизированного места врача-рентгенолога представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Комплект оборудования рабочего места врача-рентгенолога

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование оборудования | Количество | Цена, р. | Стоимость, р, |
| Системный блок Jet Office 3i10100D8SD24VGALW50 | 1 | 1 229,49 | 1 229,49 |
| Монитор HKC MB20S1FS | 1 | 267,58 | 267,58 |
| Принтер Pantum P2516 | 1 | 299,00 | 299,00 |
| Итого | - | - | 1796,07 |

Определим стоимость единовременных затрат на оборудование.

Стоимость оборотных средств, связанных с решением задачи по варианту, рассчитывается по формуле:

где РМj – цена приобретения j-го материала, используемого при решении задачи по варианту, р.;

ZМj - средний запас j-го материала, используемого при решении задачи по варианту (принимается в размере 0,05-0,10 от годового расхода j-го материала в натуральном выражении)., принято 0.05.

Цены на расходные материалы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Используемые материалы по вариантам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материалов | Базовый | | Проектный | |
| Цена за единицу, рублей | Запас, шт. | Цена за единицу, рублей | Запас, шт. |
| 1. Бумага офисная «Xerox Performer», формат А4 (500 листов) | 15,60 | 4 | 15,60 | 2 |
| 2. Тонер НР 1.1 1020, 1022 (©2612А) | 61,00 | 1 | 61,00 | 1 |

Определена стоимость оборотных средств по вариантам

,

Единовременные затраты в стоимость потребной площади здания по вариантам определяются в рублях по формуле:

где  норматив площади производственной (6-10 м2 на одно рабочее место), служебно-бытовой (5 – 7 м2 на одного оператора);

 цена (стоимость) квадратного метра здания производственного 160 долл., служебно-бытового 220 долл. (по курсу Национального банка Республики Беларусь 3,18 р/долл.США на 01.06.2024).

Стоимость потребной площади здания включается в расчет единовременных затрат. Рассчитываем стоимость потребной площади здания для решения поставленной задачи, используя формулу.

Затраты на проектирование для базового варианта не включается в расчет единовременных затрат. Произведен расчет затрат на проектирование программного продукта в рамках, решаемых задач по формированию документов.

Затраты на проектирование определяются как сметная стоимость работ (постановка задачи и ее моделирование, программирование, создание информационного обеспечения длительного пользования, отладка и внедрение разработанной системы) по формуле:

где РПР – сметная ставка одного человеко-месяца проектирования, р.;

ТПР  – трудоемкость проектирования, чел.-мес.;

Дi и Дi+1 – величина дефектности для исходного уровня качества: по базовому варианту – i σ и проектируемому – (i+1)σ;

КВД и КНД – коэффициент уровня трудовых затрат на устранение выявленных и не выявленных дефектов;

– уровень выявления дефектов в программном изделии в процессе проведения тестирования.

Сметная ставка одного человеко-месяца проектирования рассчитывается в рублях по формуле:

где ЗТ – месячная тарифная ставка первого разряда, ЗТ =250 р.;

КТ – тарифный коэффициент проектировщика, КТ =2.65;

КП – коэффициент премирования, КП = 1,3;

КД – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, КД = 1,1;

КСС – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, КСС = 1,346;

КНР – коэффициент, учитывающий накладные расходы, КНР = 1,2.

р.

Трудоемкость проектирования ПИ в человеко-месяцах в соответствии с конструктивной моделью стоимости рассчитывается по следующей формуле:



где АТ, В – коэффициенты конструктивной модели стоимости по принятому типу проекта, В – величина коэффициента изменяется в диапазоне 1,01 – 1,26 и зависит от пяти масштабных факторов Wi. На основании экспертных оценок коэффициент вычисляется по формуле

;

KLOC – количество тысяч строк в программном продукте без учета числа строк, полученных в результате автоматического генерирования кодов, KLOC = 0,920 тыс. строк.;

МР – поправочный множитель (который зависит от 15 факторов затрат конструктивной модели стоимости на основании принятых характеристик факторов для проекта по таблице 5.7 и численных значений множителей Mi по таблице 5.8);

Tauto – затраты на автоматически генерируемый программный код, чел.-мес.



где KALOC – количество строк автоматически генерируемого кода, KALOC = 0.5 тыс. строк;

AT – процент автоматически генерируемого кода AT = 54,08%;

ATPROD – производительность автоматически генерируемого кода тысяч строк за месяц, ATPROD = 0,5 тыс. строк.

Для расчета коэффициента В составлена таблица 5.6, в которой приводится характеристика масштабных факторов.

Таблица 5.6 – Характеристика масштабных факторов

| Масштабный фактор Wi | Оценка |
| --- | --- |
| Предсказуемость PREC | 2 |
| Гибкость разработки FLEX | 3 |
| Разрешение архитектуры риска RESL | 3 |
| Связанность группы TEAM | 2 |
| Зрелость процесса PMAT | 2 |
| Итого | 12 |

Коэффициент B на основании экспертных оценок равен:

Тип модели: распространенная, соответственно коэффициенты определены в размере АT=2,4; B=1,13.

Факторы затрат конструктивной модели стоимости обобщены в таблице 5.7. Произведен расчет поправочного множителя МР:

Определим трудоемкость проектирования ПИ по формуле

Таблица 5.7 – Факторы затрат конструктивной модели стоимости

| Название Мi – го фактора | Уровень фактора | Описание | Численное значение |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.Требуемая надежность ПО – RELY | Номинальный | Умеренные, легко восстанавливаемые потери | 1 |
| 2. Размер базы данных – DATA | Высокий | 100 ≤ D / P < 1000 | 1,09 |
| 3. Сложность модуля в зависимости от области применения – CPLX | Низкий | Несложная вложенность структурированных операторов. Простые предикаты. | 0,88 |
| 4 .Требуемая повторная используемость – RUSE | Низкий | Нет | 0,91 |
| 5. Документирование требований жизненного цикла (ЖЦ) – DOCU | Номинальный | Оптимизированы к требования жизненного цикла | 1 |
| 6. Ограничение времени выполнения платформы – TIME | Номинальный | Использование ≤ 50 % возможного времени | 1 |
| 7. Ограничение оперативной памяти платформы - STOP | Номинальный | Использование ≤ 50 % доступной памяти | 1 |
| 8. Изменчивость платформы – PVOL | Низкий | Значительные изменения – каждые 12 мес., незначительные – каждый мес. | 0,87 |
| 9. Возможность аналитика - ACAP | Номинальный | 55% | 1 |
| 10. Возможность программиста – PCAP | Низкий | 35% | 1,16 |
| 11. Опыт работы с приложениями – AEXP | Номинальный | 1 год | 1 |
| 12. Опыт работы с платформой – PEXP | Номинальный | 1 год | 1 |
| 13. Опыт работы с языком и утилитами – LTEX | Номинальный | 1 год | 1 |
| 14. Использование программных утилит – TOOL | Очень низкий | Редактирование, кодирование, отладка | 1,24 |
| 15. Требуемый график разработки – SCED | Номинальный | 100% | 1 |

Реальный уровень качества программного изделия в процессе его эксплуатации оценивается количеством содержащихся в нем дефектов (ошибок). В целях соизмеримости программных изделиях, которые разработаны на различных языках, плотность дефектов (дефектность) в таких случаях обычно рассчитывается на единицу размера программного кода «тысяча строк эквивалентного ассемблерного кода», KAELOC. Объем ПИ конкретного языка программирования в KLOC умножается на соответствующий коэффициент пересчета КП, (КП = 2.5) по формуле:

Качество разрабатываемого ПИ с позиций требований потребителя оценивается из условия, что распределение вероятностей строк кода размером в KAELOC, содержащих дефекты и принятых за случайные величины, подчиняются нормальному закону распределения. Соотношение поля допуска с полем разброса (в «сигмах») связывают с числом дефектов на единицу объема ПИ размером KAELOC (Дi). В данном случае уровень качества в базовом варианте – 4σ (Дi = 6,210), а проектируемом – 5σ (Дi+1 = 0,233).

В соответствии с объемом строк KAELOC (до 8) в ПИ определен КВД=1.5, КН.Д=3.5, КУД =0,75.

Определим затраты на проектирование по формуле:

Таблица 5.8 – Единовременные затраты по вариантам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование элементов единовременных затрат | Величина по элементам, р. | |
| Базовый | Проектный |
| Стоимость комплекта оборудования | 1631,91 | 551,21 |
| Стоимость запасов в оборотные средства | 123,40 | 92,20 |
| Стоимость потребной площади здания | 6854,18 | 2306,78 |
| Затраты на проектирование | - | 5110,22 |
| Итого единовременных затрат К | 8609,49 | 8060,41 |

Единовременные затраты внедрения программного продукта в проектном варианте ниже на 549,08 р. не смотря на высокие затраты на проектирование, что связано со снижением трудоемкости выполнения поставленных задач.

**5.4 Расчет годовых текущих издержек**

Годовые текущие издержки по вариантам сравнения рассчитываются по следующим статьям:

где ИЗП – годовые затраты на заработную плату операторов (системных администраторов) с начислениями, р.;

ИМ – годовые затраты на материалы за вычетом реализованных отходов, р.;

ИЭ – годовые затраты на силовую электроэнергию, р.;

ИРО – годовые затраты на ремонт и содержание оборудования, р.;

ИРЗ – годовые затраты на ремонт и содержание зданий, р.;

ИНР – годовые накладные расходы по управлению и обслуживанию производства, р.

Годовые затраты на заработную плату операторам (системным администраторам) с начислениями по i-ым операциям (рабочим местам) рассчитываются по формуле



где tШКi - норма штучного времени по i-ой операции, ч;

ЗТ - часовая тарифная ставка первого, ЗТ =1.19 р.;

КТi - тарифный коэффициент разряда по i-ой операции КТ10=2.48;

КПi – коэффициент премирования по i-ой операции, КПi = 0,3;

КД – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, КД  = 0,1;

КСС – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, КСС = 0,346;

КН – коэффициент, учитывающий налоги на заработную плату, КН = 0,1.

Годовые затраты на материалы рассчитываются по формуле:



где РМj и РОТj – цена приобретения, используемого j-го материала и реализуемых отходов, р.;

НМj и НOTj – норма расхода i-ых видов материала (листы бумаги, формы документов, картриджи и т.д.) и реализуемых отходов на решаемую задачу, шт. (кг);

АГ – годовое количество решаемых задач.

Определен расход материалов по решаемым задачам.

1. Расход офисной бумаги. В среднем для печати документации предусмотрено использование бумаги формата А4: расход в среднем для проектного варианта с учетом годовой программы решения задач составляет 960 листов (только для пациента); для базисного варианта потребность в бумаге в два раза выше, что определяет ее количество в размере 1920 листов (для врача и пациента). С учетом количества листов бумаги в пачке для базового варианта необходимо 4 пачки бумаги, для проектного варианта – 2 пачки бумаги.

2. Расходный материал по принтеру: Тонер НР 1.1 1020, 1022 (©2612А), 1000 г. Ресурс картриджа для используемого принтера составляет 2000 страниц, в соответствии с потребностью в бумаге (проектный - 960 листов; базовый – 1920 листов) для принтера необходима заправка в базовом и проектном вариантах 1 раз в год.

3. В базовом и проектном вариантах предусмотрены канцтовары в размере 20% от стоимости бумаги и тонера. Стоимость канцтоваров соответственно по базовому и проектному вариантам составила 24,69 р. и 18,44 р.

Определим годовые затраты на материалы:

Годовые издержки на потребляемую электроэнергию в рублях, если оборудование работает в режиме полной занятости в течение рабочего дня, рассчитываются по формуле



где FД – годовой действительный фонд работы единицы оборудования, ч;

Wi – потребляемая мощность оборудования на i-ой операции (таблица 5.9), кВт;

PЭ – цена (тариф) за один киловатт-час потребляемой электроэнергии (РЭ = 0,33734 р./кВт · ч.

Таблица 5.9 – Потребляемая мощность оборудования

|  |  |
| --- | --- |
| Оборудование | Потребляемая мощность, кВт |
| Системный блок Jet Office 3i10100D8SD24VGALW50 | 0.550 |
| Монитор HKC MB20S1FS | 0.125 |
| Принтер Pantum P2516 | 0.073 |
| Итого | 0.748 |

Определим годовые издержки на потребляемую электроэнергию:

,

Годовые издержки на ремонт и содержание оборудования в рублях рассчитываются по формуле:

где КО – стоимость используемого оборудования, р.

Определены годовые издержки на ремонт и содержание оборудования:

Годовые затраты на ремонт и содержание зданий:

где НРЗ – норматив на ремонт и содержание здания НРЗ = 2,5 %;

КЗД – стоимость используемых зданий, р.

р.,

р.

Годовые накладные расходы складываются из следующих статей затрат: на управление и обслуживание производства ИУ, освещение ИОС, воду на бытовые нужды ИБВ, тепловой энергии на горячую воду ИГВТЭ, отопление ИОТТЭ, вентиляцию ИВТТЭ:

Годовые расходы на управление и обслуживание производства определяются по формуле:

где ККУ – коэффициент, учитывающий косвенные расходы по управлению ККУ = 0,2;

Для следующих статей затраты для базового и проектируемого варианта равны. Годовые затраты электроэнергии на освещение рассчитываются по формуле:



где WS – норма освещенности WS = 0,03, кВт/м2;

S – площадь зданий производственных и служебно-бытовых, S=14м2;

FO  – годовой осветительный фонд времени FO = 2400 ч при двусменной.

Годовые затраты воды на бытовые нужды:

где – цена воды на бытовые нужды = 4,4086 р./ м3;

НБВ – норма расхода воды на бытовые нужды за сутки на одного работникаНБВ = 0,025 м3;

ЧР – численность работников (врачей – ренгенологов), ЧР = 1 чел.

= 4,4086 \* 0,025 \* 252 = 27,78 р.

Годовые затраты тепловой энергии на горячую воду рассчитываются по формуле:

где РТЭ – цена (тариф) за теплоэнергию РТЭ = 151,1356 р./Гкал;

qВТХ – удельная тепловая характеристика воды qВТХ = 1, ккал/(м3 ч оС);

VВГ – объем потребления горячей воды за час VВГ = 3 л;

tВГ, tВХ – температура воды горячей в системе tГВ = +65 оС, воды холодной - tВХ = +5 оС;

FВГ – период теплоснабжения водой горячей:

=

Годовые затраты тепловой энергии на отопление рассчитываются по формуле:

,

где qЗДТХ – удельная тепловая характеристика здания qЗДТХ = 0,40 ккал/(м3 ч оС);

VЗД – объем помещения здания по наружному обмеру VЗД = SH, Н= 3,5м;

tЗДВН, tЗДН – температура воздуха внутри помещения и снаружи соответственно tЗДВН = + 20, tЗДН = - 10, оС;

FОТ – отопительный период за год FОТ = 4320 ч, ч.

Годовые затраты тепловой энергии на вентиляцию рассчитываются по формуле:

=

где – удельная тепловая характеристика вентиляции здания = 0,15 ккал/(м3 ч оС);

– температура воздуха вытяжного и снаружи соответственно = +20 оС, = - 1,5 оС;

FВТ – период работы вентиляционной системы за год FВТ =1400 ч;

– коэффициент, учитывающий потери теплоэнергии, = 1,18.

Определены годовые накладные расходы:

р.,

р.

Результаты расчетов за год по статьям текущих издержек сводятся в таблицу 5.10.

Таблица 5.10 - Годовые текущие издержки

| Наименование статей издержек | Величина по вариантам, р. | |
| --- | --- | --- |
| базовый | проектный |
| Затраты на заработную плату системному администратору с начислениями | 15263,27 | 5163,50 |
| Затраты на материалы | 148,08 | 110,64 |
| Затраты на силовую электроэнергию | 709,19 | 239,44 |
| Затраты на ремонт и содержание оборудования | 319,78 | 128,50 |
| Затраты на ремонт и содержание зданий | 171,36 | 57,67 |
| Накладные расходы | 3695,38 | 1249,80 |
| Итого годовых текущих издержек И | 20307,06 | 6949,55 |

Годовые текущие издержки в результате внедрения программного продукта снизились на 13357,54 р. по сравнению с базовым вариантом, что отвечает высокому уровню окупаемости затрат. Снижение текущих издержек при использовании программного модуля произошло за счет уменьшения трудоемкости решения задач, и, соответственно, уменьшения затрат по проведению медицинских исследований.

**5.5 Расчет показателей экономической эффективности**

Для технических решений в области совершенствования информационной системы, имеющих внутрипроизводственную значимость, годовой экономический эффект определяется по следующей формуле:

=,

где ЗБГ, ЗПГ – годовые приведенные затраты по базовому и проектному варианту.

Величина приведенных затрат по сравниваемым вариантам определяется по формуле:

где EH – нормативный коэффициент эффективности, EH = 0,1;

K, Ki – единовременные затраты (таблица 5.8) суммарные, по i-ым элементам, р.;

pi – норма реновации единовременных затрат, которая рассчитывается как обратная величина срока службы tСЛi по i-ым элементам (средства вычислительной техники tСЛ = 5 лет; оборотные средств и затраты на проектирование tСЛ = 4 лет; здания и средства социально-культурной сферы tСЛ = 50 лет), а с учетом морального износа определяется по формуле



И – годовые текущие издержки (таблица 5.10), р.

В таблицу 5.11 внесены нормы реновации единовременных затрат по элементам в соответствии с выбранной величиной срока службы по i-м элементам.

Таблица 5.11 – Норма реновации элементов единовременных затрат

| Наименование элементов единовременных затрат | Срок службы tСЛ  по i-м элементам | Норма реновации |
| --- | --- | --- |
| Стоимость комплекта машин и оборудования с учетом необходимой мебели | 5 | 0.164 |
| Стоимость запасов в оборотные средства | 4 | 0.215 |
| Затраты на проектирование | 4 | 0.215 |
| Стоимость потребной площади здания | 50 | 0.000859 |

Рассчитаем приведенные затраты используя формулу 5.26:

р.,

.,

Определен годовой результирующий эффект по формуле 5.25:

По результатам расчетов в данном дипломном проекте единовременные затраты по проектному варианту ниже затрат по базовому, соответственно расчет срока окупаемости дополнительных единовременных затрат не производятся. Приведенные выше показатели сравнительной эффективности показывают высокий уровень выгодности внедрения разработанного программного продукта.

**5.6 Организация внедрения системы**

Дипломный проект на тему «Многопользовательская информационная система медицинских изображений. Разработка нейронной сети и серверной части» выполнен для автоматизации оптимизации процессов обследования и составления заключения по результатам медицинских исследований, при помощи базы данных и веб-приложения, а также нейронной сети, составляющей предварительное заключение. График внедрения программного продукта приведен в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – План-график внедрения разработанного программного продукта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование операции | Исполнитель | Время, дни |
| 1 Установка необходимого ПО | Системный администратор или разработчик | 2 |
| 2 Настройка | Системный администратор или разработчик | 1 |
| 3 Тестирование | Разработчик и пользователь | 1 |
| 4 Обучение пользователя | Разработчик | 2 |
| Итого | - | 6 |

**5.7 Заключение по разделу**

Основные технико-экономические показатели дипломного проекта, которые определяют экономическую эффективность внедрения программного продукта, сведены в таблицу 5.13.

Таблица 5.13 – Технико-экономические показатели по сравниваемым вариантам

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателей | Величина по вариантам | |
| Базовый | Проектный |
| 1 Годовое количество решаемых задач | | |
| 1.1 Среднее количество пациентов | 600 | 600 |
| 2 Норма времени решения задачи, мин | | |
| 2.1 Обработка медицинского исследования | 268,7 | 90,9 |
| 3 Уровень качества программного изделия, i σ | 4 | 5 |
| 4 Потребляемая мощность вычислительных средств, кВт | 0.748 | 0.748 |
| 5 Единовременные затраты, р. | 8609,49 | 8060,41 |
| 6 Годовые текущие издержки, р. | 20307,06 | 6949,55 |
| 7 Годовые приведенные затраты, р. | 21468,07 | 8321,50 |
| 8 Годовой результирующий эффект, р. | - | 13146,57 |
| 9 Продолжительность освоения ПИ, дней | - | 6 |
| 10 Продолжительность использования ПИ, лет | - | 10 |

Анализ технико-экономических показателей по проектному варианту относительно базового варианта позволил установить отсутствие капитальных вложений, так как единовременные затраты по проекту ниже базового варианта. При этом отмечено значительное снижение годовых текущих издержек на 13357,51 р. или на 66%, единовременных затрат на 549,08 р. или на 6% и приведенных затрат на 13146,57 р или на 61%.

В результате годовой результирующий эффект по приведенным затратам составил 13146,57 р. Внедрение программного продукта обеспечит повышение эффективности (снижение трудоемкости) при проведении медицинских исследований.

Автоматизированная технология для хранения обработки результатов медицинских исследований позволит снизить накладные расходы на единицу услуг на предприятии.

В ходе выполнения данного раздела дипломного проекта, обоснована экономическая целесообразность внедрения программного модуля относительно действующей в настоящее время технологии обработки информации.