Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

БелорусскиЙ государственный университет

информатики и радиоэлектроники

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра информационных технологий автоматизированных систем

|  |
| --- |
| *К защите допустить*: |
| Заведующий кафедрой ИТАС |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А. А. Навроцкий |

Пояснительная записка

к дипломному проекту

на тему

**Программный комплекс поддержки принятия решений на основе нечетких множеств**

БГУИР ДП 1-53 01 02 06 006 ПЗ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент |  | Д. В. Дишук |
| Руководитель |  | С. А. Валяк |
| Консультанты: |  |  |
| *от кафедры ИТАС* |  | А. Л. Гончаревич |
| *по экономической части* |  | Т. Л. Слюсарь |
| Нормоконтролер |  | Е. В. Протченко |
| Рецензент |  |  |

Минск 2020

**РЕФЕРАТ**

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОДАЖАМИ БИЛЕТОВ НА ТРАНСПОРТ: дипломный проект / К. Ю. Рыжова. – Минск : БГУИР, 2020, – п.з. –75 с., чертежей (плакатов) – 6 л. формата А1.

Дипломный проект на тему «Автоматизированная информационная система управления продажами билетов на транспорт» разработан с целью повышения степени удовлетворенности клиентов за счет анализа накопленной информации о клиентском поведении, правильной настройке инструментов маркетинга, оптимизации работы сотрудников компании.

Пояснительная записка к дипломному проекту состоит из введения, 4 разделов, включающих литературный обзор по теме дипломного проекта, сравнительный анализ существующих аналогов системы, описание процессов проектирования и программной реализации, а также технико-экономического обоснования разработки и внедрения системы, заключение, список использованных источников и приложение, содержащее листинг кода отдельных классов.

Для разработки автоматизированной информационной системы был выбран объектно-ориентированный язык программирования *Java*. Система представляет собой веб-приложение доступ, к которому, пользователи смогут получать посредствам веб-браузера. Она предназначена для использования в локальной сети либо сети Интернет.

В результате работы над дипломным проектом была спроектирована и разработана автоматизированная информационная система управления продажами билетов на транспорт, подготовлено руководство пользователя и выполнено экономическое обоснование разработки и внедрения системы.

Результаты, полученные в ходе дипломного проектирования, могут использоваться участниками финансового рынка для анализа рынка производных финансовых инструментов, выбора стратегии и принятия решения при проведении операций на рынке ценных бумаг.(здесь про практическую значимость и возможную область применения)

Министерство образования Республики Беларусь

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Учреждение образования БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Факультет | ИТиУ | | | | Кафедра | | | | ИТАС | | | | | | | | | | |
| Специальность | 1-53 01 02 | | | | Специализация | | | | | | | 06 | | | | | | | |
| УТВЕРЖДАЮ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |  | | | | | Зав. кафедрой | | | |
| « | | | | | | | | | | | 2 | | » | | апреля | | | 2020 | г. |
| **ЗАДАНИЕ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **по дипломному проекту (работе) студента** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Яроша Александра Григорьевича | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (фамилия, имя, отчество) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Тема проекта (работы): | | Программный комплекс поддержки принятия решений на | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| основе нечетких множеств | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| утверждена приказом по университету от | | | | | « | 01 | | » | | апреля | | | | 2020 г. | | | № | 872-с | |
| 2 Срок сдачи студентом законченной работы | | | | | | | 01.06.2020 | | | | | | | | | | | | |
| 3 Исходные данные к проекту: | | | Тип операционной системы – Windows; | | | | | | | | | | | | | | | | |
| язык программирования – Java; система управления содержимым – Adobe CQ 5; облачный | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| сервис – ExactTarget. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Назначение разработки: создание мероприятий в режиме онлайн, приглашение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| пользователей на мероприятие, сбор статистики, формирование отчётов в форматах CSV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| и PDF. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Введение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Анализ предметной области. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Проектирование подсистемы автоматизации бизнес-процессов. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Реализация подсистемы автоматизации бизнес-процессов. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Описание работы с подсистемой | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 Технико-экономическое обоснование проекта. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Заключение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Список использованных источников | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Приложение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Обзор системы управления содержимым CQ5 (ПЛ) – формат А1, лист 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Типичная конфигурация CQ-окружения (ПЛ) – формат А1, лист 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Диаграмма классов сервисов (ПД) – формат А1, лист 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Диаграмма классов сущностей ExactTarget (ПД) – формат А1, лист 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Схема алгоритма работы администратора (ПД) – формат А1, лист 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Схема алгоритма работы пользователя (ПД) – формат А1, лист 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Содержание задания по технико-экономическому обоснованию. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Технико-экономическое обоснование эффективности разработки и реализации | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| подсистемы автоматизации бизнес-процессов. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Задание выдал |  | | | Т.Л. Слюсарь | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапов дипломного проекта (работы) | Объём этапа, % | Срок выполнения этапа | Примечание |
| Сбор и изучение материалов по системам управления содержимым. Сбор данных по облачным сервисам. | 40 | 20.04.2020 |  |
|  |  |  |  |
| Расчет экономической эффективности | 60 | 04.05.2020 |  |
| Проектирование и разработка программного обеспечения | 80 | 18.05.2020 |  |
| Оформление графического материала и поясни- |  |  |  |
| тельной записки | 100 | 01.06.2020 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата выдачи задания | 02.04.2020 | | Руководитель | |  | Т.С. Боброва |
| Задание принял к исполнению | |  | | А. Г. Ярош | |

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ВЕДЕНИЕ 6](#_Toc40597226)

[1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ 7](#_Toc40597227)

[1.1 Многокритериальный анализ 7](#_Toc40597228)

[2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИС И ЕЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ 11](#_Toc40597229)

[2.1 Общая характеристика пользовательской организации сущности задачи 11](#_Toc40597230)

[2.2 Структура системы 11](#_Toc40597231)

[2.3 Математическое/алгоритмическое обеспечение 11](#_Toc40597232)

[2.4 Входные и выходные данные 11](#_Toc40597233)

[2.5 Техническое системное программное обеспечение 12](#_Toc40597234)

[2.6 Эргономическое обеспечение 12](#_Toc40597235)

[2.7 Организационное обеспечение 12](#_Toc40597236)

[3 Программная реализация информационной системы (программного комплекса) 13](#_Toc40597237)

[3.1 Выбор программных средств реализации 13](#_Toc40597238)

[3.2 Структура программного обеспечения ИС 13](#_Toc40597239)

[3.3 Разработка программного кода ИС 13](#_Toc40597240)

[3.4 Руководств пользователя 13](#_Toc40597241)

[3.5 Описание интерфейса 14](#_Toc40597242)

[3.6 Сообщения ИИС 14](#_Toc40597243)

[3.7 Контрольные примеры 14](#_Toc40597244)

[4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ 15](#_Toc40597245)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 16](#_Toc40597246)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 17](#_Toc40597247)

[Приложение А (справочное) 18](#_Toc40597248)

[Приложение Б (обязательное) 19](#_Toc40597249)

[ВЕДЕМОСТЬ ДОКУМЕНТОВ 20](#_Toc40597250)

# ВЕДЕНИЕ

Здесь будет супер классное введение

# АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

## Многокритериальный анализ

**1.1.1** Методы математического программирования, интенсивно развиваемые в исследовании операций, изначально ориентировались на решение однокритериальных задач. Со временем росло понимание неадекватности такого подхода реальным процессам принятия решений. Все яснее становилась необходимость учитывать существование более одного показателя эффективности, оптимальные решения по которым не совпадают. С этого периода началось бурное развитие многокритериальных методов принятия решений и, в частности, методов многокритериального математического программирования.

Многокритериальность может быть обусловлена одной из трех причин:

1. Цель не может быть адекватно представлена (покрыта) одним критерием.
2. Принимающий решения ставит более одной цели, которые связаны общими активными средствами.
3. Решения принимаются группой лиц с несовпадающими интересами.

**1.1.2** Постановка всякой задачи многокритериального выбора включает три объекта − множество возможных решений, векторный критерий и отношение предпочтения ЛПР. Решить эту задачу – означает на основе векторного критерия и имеющихся сведений об отношении предпочтения ЛПР найти множество выбираемых решений.

Важнейшим инструментом решения многокритериальных задач является принцип Эджворта-Парето (принцип Парето), который стали успешно применять еще в XIX веке. Однако принцип Эджворта-Парето имеет вполне определенные границы применимости и его использование при решении некоторых задач рискованно или же вообще не допустимо. Для того чтобы сформулировать принцип Эджворта-Парето, постановку обычной многокритериальной задачи, включающей множество возможных решений и набор критериев (векторный критерий) необходимо дополнить бинарным отношением предпочтения лица, принимающего решение (ЛПР). Расширенная подобным образом многокритериальная задача названа задачей многокритериального выбора. Ее решение заключается в отыскании так называемого множества выбираемых решений, которое может состоять из одного элемента, но в общем случае, оно является подмножеством множества возможных решений.

Применение принципа Эджворта-Парето позволяет из множества всех возможных исключить заведомо неприемлемые решения, т.е. те, которые никогда не могут оказаться выбранными, если выбор осуществляется достаточно «разумно». После такого исключения остается множество, которое называют множеством Парето или областью компромиссов.

Оно, как правило, является достаточно широким и в процессе принятия решений неизбежно встает вопрос о том, какое именно возможное решение выбрать среди парето-оптимальных. Выражаясь иначе, какие из парето-оптимальных решений следует удалить для того, чтобы произвести дальнейшее сужение области компромиссов и, тем самым, получить более точное представление об искомом множестве выбираемых решений? Этот вопрос при решении практических многокритериальных задач является наиболее трудным и наименее проработанным к настоящему времени.

В общем случае, располагая лишь множеством возможных решений и набором критериев (т.е. оставаясь в рамках модели многокритериальной задачи), обоснованного ответа на поставленный вопрос не сможет дать ни один специалист по принятию решений, поскольку осуществление компромисса (выбора того или иного парето-оптимального решения) возможно лишь при расширении модели выбора за счет привлечения дополнительной информации об отношении предпочтения ЛПР. В зависимости от типа, характера и объема имеющейся в наличии дополнительной информации используют тот или иной метод принятия решений (или же их комбинацию).

**1.1.3** Основной тип дополнительной информации, с которым чаще всего приходится иметь дело при решении прикладных многокритериальных задач – это информация об относительной важности критериев. Поэтому многие из существующих подходов к решению многокритериальных задач используют именно эту информацию, чаще всего в виде так называемых коэффициентов относительной важности критериев. Обычно считается, что эти коэффициенты должны назначаться экспертами.

В формальном представлении критерии (целевые функции), по которым оценивается решение Х, будет записываться в виде . Критерий называют также частными. Для удобства рассуждений примем, что для всех *i* чем больше значение критерия, тем лучше. Тогда задача многокритериального математического программирования запишется в виде:

где *D* – множество допустимых решений.

Иначе говоря, задача состоит в максимизации вектора критериев по .

Существенное отличие этой задачи от традиционной однокритериальной состоит в понятии оптимальности. В однокритериальной задаче под оптимальным понимается решение, обеспечивающее максимальное значение критерия. При многих критериях увеличение одних критериев приводит к уменьшению других (редкие исключения не представляют практического интереса) и поэтому понятие оптимальности требует принципиальных уточнений. Очевидно, что без дополнительной информации о предпочтениях ЛПР бессмысленно говорить об оптимальном решении и тем более формализовано искать его.

**1.1.4** Успешное решение многокритериальных задач невозможно без использования различного рода сведений о предпочтениях лица, принимающего решение. При этом одним из самых главных источников таких сведений является информация об относительной важности критериев.

Без установления принципа оптимальности, отражающего предпочтения ЛПР, невозможно формально распознать оптимальное решение. Однако учитывая стремление ЛПР к увеличению значений всех частных критериев, можно формальными методами исключить не перспективные точки и тем самым облегчить решение задачи.

В специальной литературе предложены различные способы вовлечения ЛПР в процесс принятия решений. В зависимости от того, на какой стадии процесса выявляются и используются предпочтения ЛПР, можно выделить три группы многокритериальных методов принятия решений:

1. основаны на том, что ЛПР может выразить свои предпочтения до начала процесса многокритериальной оптимизации;
2. интерактивные (диалоговые) методы
3. методы построения множества эффективных решений с последующим представлением его ЛПР.

В методах первой группы используются различные способы свёртки критериев, лексикографическое упорядочение критериев, установление желаемых уровней критериев и др. Вторая группа методов основана на непосредственном участии ЛПР в процессе оптимизации, когда на каждой итерации компьютер предлагает решения, а ЛПР их оценивает, и с учётом этих оценок компьютер ищет новые решения. Методы третьей группы отличаются друг от друга различными способами построения и представления множества эффективных решений.

**1.1.5** ЛПР может выразить свои предпочтения в различной форме. Это зависит от особенностей самого ЛПР, новизны задачи, типа и числа критериев и других факторов. Поэтому методы данной группы отличаются тем, что используют разные представления предпочтений и способы их формализации. Однако все они в конечном итоге сводят многокритериальную задачу к одной или ряду задач с одним (иногда обобщенным) критерием. К методам первой группы относятся:

* Функция полезности;
* Решение на основе лексикографического упорядочения критериев;
* Метод главного критерия;
* Линейная свертка;
* Максиминная свертка;
* Метод идеальной точки;
* Целевое программирование (ЦП);

**1.1.6** Интерактивные методы

* Метод уступок
* Интерактивное компромиссное программирование
* Метод STEM
* Метод взвешенных метрик Чебышева
* Прогрессивный алгоритм принятия многокритериальных решений.

**1.1.7** Построение эффективного множества

## Нечеткие множества

Множеством называется совокупность определенных вполне различаемых объектов, рассматриваемых как единое целое.

Л. Заде расширил двузначную оценку 0 или 1 до неограниченной многозначной оценки выше 0 и ниже 1 на [0, 1] и впервые ввел понятие нечеткого множества, заменив характеристическую функцию на функцию принадлежности, которая может принимать любые значения в интервале [0, 1] для . В соответствии с этим элемент множества *U* может не принадлежать , может быть элементом А в небольшой степени ( близко к нулю), может более или менее принадлежать А ( не слишком близко к 0, не слишком близко к единице), может быть в значительной степени элементом А ( близко к единице) или, наконец, может быть элементом . С точки зрения характеристической функции нечеткие множества есть естественное обобщение обычных множеств, когда мы отказываемся от бинарного характера этой функции и предполагаем, что она может принимать любые значения на отрезке [0, 1]. Множество значений х, на котором определена функция принадлежности, получило название нечеткого множества.

Чаще всего определение нечеткого множества объясняют следующим образом: величина обозначает субъективную оценку степени принадлежности *х* множеству A, например, означает, что *х* на 80 % принадлежит множеству A.

Понятие «функция принадлежности» – одно из базовых в теории нечетких множеств, поэтому вопрос о возможных методах ее построения имеет важное значение. Здесь необходимо отметить два обстоятельства. Функция принадлежности нечеткого множества определяется вне самой теории нечетких множеств, т. е. проверить корректность построения функции принадлежности невозможно методами самой теории. Насколько удачно выбран тип функции принадлежности, можно видеть в конце решения задачи. С одной стороны, указанное обстоятельство критиками теории нечетких множеств рассматривается как существенный недостаток, с другой – функция принадлежности – это способ формализации нечетких субъективных утверждений или оценок, и доказать справедливость или несправедливость этих оценок можно лишь в процессе или по окончании решения задачи. Второе обстоятельство состоит в том, что введенное в начале рассмотрения определение нечеткого множества не накладывает ограничений на выбор вида функции принадлежности. Вместе с тем удобно использовать такие варианты функций принадлежности, которые допускают аналитическое представление, что позволяет более эффективно расходовать вычислительные ресурсы. Кроме того, определенные типы функций принадлежности являются стандартными в ряде соответствующих программных средств. Функция принадлежности – это некоторая невероятностная субъективная мера нечеткости, определяемая в результате опроса экспертов о степени соответствия элемента x понятию, формализуемому нечетким множеством A. В отличие от вероятностной меры, которая считается оценкой стохастической неопределенности, имеющей дело с неоднозначностью наступления некоторого события в различные моменты времени, нечеткая мера выступает численной оценкой лингвистической неопределенности, связанной с неоднозначностью и расплывчатостью категорий человеческого мышления. При построении функции принадлежности с каждым нечетким множеством A ассоциируется некоторое свойство, признак или атрибут R, который характеризует некоторую совокупность объектов X. Чем в большей степени конкретный объект *x* ∈ X обладает этим свойством R, тем более близко к единице соответствующее значение . Если элемент *x* ∈ X определенно обладает этим свойством R, то , если же *x* ∈ X определенно не обладает этим свойством R, то

Несмотря на то что функции принадлежности строятся на основе экспертных заключений, для исключения произвола были сформулированы некоторые правила, которых необходимо придерживаться. Прежде чем переходить непосредственно к построению функций принадлежности, следует задать универсальное множество, к которому принадлежит соответствующее нечеткое множество. Выбор универсального множества определяется характером решаемой задачи и типом нечеткой переменной. В некоторых случаях бывает удобно использовать в качестве универсального множества отрезки [0, 1] или [–1, 1]. В большинстве задач универсальное множество определяется на некоторой числовой оси. При расположении нечетких множеств на универсальном придерживаются принципа естественной упорядоченности, когда нечеткие множества, соответствующие лингвистическим значениям «малое», «низкое», «плохое» и т. п., располагаются в левой части области определения универсального множества, соответствующие значениям «большое», «высокое», «хорошее» и т. п. – в правой части.

Типизация функций принадлежности в контексте решаемой задачи существенно упрощает соответствующие аналитические и численные расчеты при применении методов теории нечетких множеств. Выделяют кусочно-линейные, типовые функции принадлежности. к которым относятся треугольные и трапецеидальные функции принадлежности, использующиеся для задания неопределенностей типа «приблизительно равно», «среднее значение», «расположен в интервале», «подобен объекту», «похож на предмет» и т. п.

Достоинства кусочно-линейных функций принадлежности:

1. Для их задания требуется малый объем данных;
2. Простота модификации параметров (модальных значений) функции принадлежности на основе измеряемых значений входных и выходных величин системы;
3. Возможность получения в рамках модели отображения «вход—выход» в виде гиперповерхности, состоящей из линейных участков;
4. Легко обеспечивается выполнение условия пересечения функций принадлежности, соответствующих соседним лингвистическим значениям в точке 0,5.

К недостаткам кусочно-линейных функций принадлежности можно отнести то, что такие функции принадлежности не являются непрерывно дифференцируемыми. Соответственно модель системы, содержащая подобные функции, также не является непрерывно дифференцируемой.

Все методы построения функций принадлежности можно разделить на две группы: прямые и косвенные (рис. 1.1).

Прямые методы характеризуются тем, что эксперт непосредственно задает правила определения значений функции принадлежности , характеризующей элемент .

Как правило, прямые методы задания функции принадлежности используются для измеримых понятий или когда выделяются полярные значения. Разновидностями прямых методов можно назвать прямые групповые методы, когда, например, группе экспертов предъявляют конкретный объект, и каждый должен дать один из двух ответов: принадлежит или нет этот объект к заданному множеству. Тогда число утвердительных ответов, деленное на общее число экспертов, дает значение функции принадлежности объекта к данному нечеткому множеству. Прямыми методами являются также непосредственное задание функции принадлежности таблицей, графиком или формулой.

Из анализа результатов исследований и решения практических задач, связанных с необходимостью обрабатывать информацию, известно, что прямые методы в основном используются в качестве вспомогательных, так как характеризуются большой долей субъективизма.



Рисунок 1.1 — Методы построения функций принадлежности

Косвенные методы построения значений функции принадлежности используются в случаях, когда нет элементарных измеримых свойств, через которые определяются нечеткие множества. В косвенных методах значения функции принадлежности выбираются таким образом, чтобы удовлетворить ранее сформулированные условия. Экспертная информация служит только исходной для дальнейшей обработки. Дополнительные условия могут налагаться как на вид получаемой информации, так и на процедуру ее обработки. К таким методам относятся статистический, метод парных сравнений, экспертных оценок и ряд других.

Выбор функции принадлежности в значительной мере определяется объемом имеющейся информации о моделируемой системе, а также качеством имеющихся в распоряжении исследователя методов настройки модели.

При малом объеме имеющейся информации о системе следует использовать простейшие кусочно-линейные функции принадлежности, состоящие из прямолинейных участков, для нахождения параметров которых требуется значительно меньшее по сравнению с остальными функциями принадлежности количество информации.

Наличие большого объема информации о системе в форме измеренных входных и выходных данных дает возможность идентификации большего числа параметров нечеткой модели, что позволяет использовать более сложные функции принадлежности, такие как П-образные, и тем самым приводит к моделям наиболее точным, чем в случае простых функций, состоящих из прямолинейных участков. Вместе с тем для идентификации большого числа параметров нечеткой модели требуются высокоэффективные методы ее адаптации (настройки), которые не всегда имеются в распоряжении исследователя. Опыт ряда исследователей позволяет говорить о преимуществе в данной ситуации более простых, состоящих из прямолинейных участков функций принадлежности, упрощающих процесс настройки (обучения) нечеткой модели, обеспечивая при этом ее высокую точность.

Для нечетких множеств определено достаточно много различных операций, часть из которых справедлива и для классических множеств. Следует отметить, что при выполнении различных операций над нечеткими множествами необходимые преобразования выполняются над соответствующими функциями принадлежности.

Сравнение нечетких множеств и выполнение над ними различных операций будет возможно, когда соответствующие нечеткие множества определены на одном и том же универсуме.

## Применение нечетких множеств при принятии решений

Задачи принятия решений представляют обширный класс задач, относящихся к исследованию операций. В зависимости от исходной формулировки они могут решаться методами теории игр и статистических решений. Отдельный класс составляют задачи многокритериального альтернативного выбора, когда на некотором множестве допустимых (возможных) альтернативных решений.

Существует большой класс задач, когда оценки критериального соответствия могут быть заданы только приблизительно, либо имеются обоснованные сомнения в точности числовых значений, либо оценки вообще могут быть заданы только в виде лингвистических утверждений типа «большое соответствие», «незначительное соответствие» и т. п. В этих условиях для решения задач многокритериального альтернативного выбора вполне обосновано использование аппарата нечетких множеств.

Описание в форме нечетких множеств гораздо менее требовательно к квалификации экспертов и зачастую точнее отражает суть дела и имеющуюся у лица, принимающего решения, информацию. Предлагаемые теорией решения, основанные на нечеткой информации, и сами несут на себе печать нечеткости. Они могут рассматриваться лишь как рекомендации для лица, принимающего решения, требуя от него выбора одного из предлагаемых вариантов. Тем не менее, даже этот факт можно рассматривать как достоинство теории: он показывает, как увеличение информированности ЛПР сказывается на достоверности и правильности принимаемых решений.

В настоящее время все методы применения нечетких множеств для решения указанных задач можно разделить на методы на основе отношений нечеткого предпочтения, критериальной свертки, правил нечеткого вывода.

## Системы поддержки принятия решений

Строгого общепринятого определения СППР нет. В общем случае СППР определяется как диалоговые автоматизированные системы, которые позволяют лицам, принимающим решения (ЛПР), использовать данные, знания, объективные и субъективные модели, правила принятия решений для идентификации, анализа и решения слабоструктурированных и неструктурированных ЗПР. Целью СППР является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях, при осуществлении полного и объективного анализа предметной деятельности.

СППР представляет собой скоординированный набор данных, систем, инструментов и технологий, программного и аппаратного обеспечения, с помощью которого предприятие собирает и обрабатывает информацию о возникшей проблемной ситуации с целью повышения обоснованности принимаемых управленческих действий.

Основу СППР составляет комплекс взаимосвязанных моделей с соответствующей информационной поддержкой исследования, экспертные БД, включающие опыт решения задач управления и обеспечивающие участие коллектива экспертов в процессе выработки рациональных решений.

Построение моделей автоматизации процесса принятия решений для задач управления на основе экспертной информации, имеющих нечеткое описание, базируется на понятиях «нечеткое множество» и «лингвистическая переменная».

СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

1. СППР использует и данные, и модели;
2. СППР предназначены для помощи ЛПР в принятии решений для слабоструктурированных и неструктурированных задач;
3. Они поддерживают, а не заменяют выработку решений ЛПР;
4. Цель СППР повысить обоснованность и эффективность принимаемых решений.

Основными функциями СППР являются:

* оказание помощи ЛПР при анализе исходной информации (оценка сложившейся обстановки и ограничений, накладываемых средой)
* выявления и ранжирование приоритетов, учет неопределенности в оценках ЛПР и формирование его предпочтений
* генерация возможных решений (формирование списка альтернатив
* оценка возможных альтернатив, исходя из предпочтений ЛПР и ограничений среды
* анализ возможных последствий принимаемых решений
* рекомендация по выбору лучшего с точки зрения ЛПР решения
* в условиях коллективного принятия решений обеспечение постоянного обмена информацией о принимаемых решениях и помощь в согласовании групповых решений;
* сбор данных о результатах реализации принятых решений и оценка результатов.

Обычно в СППР выделяют три основные части:

1. Система данных для сбора и хранения информации, получаемой из внутренних и внешних источников. Обычно это Хранилище данных.
2. Система диалога, позволяющая пользователю задавать, какие данные следует выбирать и как их обрабатывать.
3. Система моделей и методов - идеи, алгоритмы и процедуры, которые позволяют обрабатывать данные и проводить их анализ.

В настоящее время большинство СППР еще носят всего лишь информационно-справочный характер, однако все шире для анализа и выработки предложений в СППР используются разные методы. Это могут быть: информационный поиск, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др. Некоторые из этих методов были разработаны в рамках теории искусственного интеллекта. Если в основе работы СППР лежат методы искусственного интеллекта, то говорят об интеллектуальной СППР, или ИСППР.

Главное отличие интеллектуальных систем поддержки принятия решений от информационно- справочных систем состоит в том, что обязательным элементом функционирования является формирование рекомендаций, или проектов решений.

Перспективно применение в СППР комбинированных методов принятия решений в сочетании с методами искусственного интеллекта и компьютерным моделированием, различные имитационно-оптимизационные процедуры, принятие решений в сочетании с экспертными процедурами.

## Существующие решений программные средства для решения задач на основе нечетких множеств

В настоящее время известно достаточно большое число программных систем для решения различных задач с применением нечетких множеств. Подробное описание этих систем, а также методы их использования для решения конкретных задач изложены в различных источниках.

01761.pdf — 117,125 стр

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИС И ЕЕ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

## Общая характеристика пользовательской организации сущности задачи

Разрабатываемая система предназначена для поддержки принятия решений на основе нечетких множеств.

В системе должны быть реализованы следующие функции:

* возможность выбор количества значимых критериев;
* создание пользовательских критериев оценки альтернативы;
* возможность задания весов критериев;
* ввод пользовательских оценок;
* выбор наилучшей альтернативы;
* вывод результата на экран.

Программный модуль предоставляет возможность принятия решения о выборе наилучшей альтернативы по критериям, заданным пользователем.

2 режима работы. Преподаватель/студент. Возможности задавать свою функцию

## Структура системы

Описываются основные составные части разрабатываемой ИС: подсистемы, модули, блоки и т. д., выделяемые в соответствии с решаемыми задачами и подзадачами. Этот подраздел обычно сопровождается иллюстрацией – структурной схемой, разрабатываемой ИС.

Схема из блокнота

## Математическое/алгоритмическое обеспечение

Одним из способов задания пользовательских критериев является задание функции принадлежности. Функция принадлежности нечёткого множества — обобщение индикаторной (или характеристической) функции классического множества. В нечёткой логике она представляет степень принадлежности каждого члена пространства рассуждения к данному нечёткому множеству.

Функция принадлежности элемента к множеству *А* ставит в соответствие каждому элементу этого множества число из интервала [0,1], характеризующее степень принадлежности данного элемента заданному множеству. Т.е. это некоторая не вероятностная субъективная мера нечеткости, определяемая в результате опроса экспертов о степени соответствия элемента x понятию, формализуемому нечетким множеством A. В отличие от вероятностной меры, которая является оценкой стохастической неопределенности, имеющей дело с неоднозначностью наступления некоторого события в различные моменты времени, нечеткая мера является численной оценкой лингвистической неопределенности, связанной с неоднозначностью и расплывчатостью категорий человеческого мышления.

При построении функции принадлежности с каждым нечетким множеством *A* ассоциируется некоторое свойство, признак или атрибут, который характеризует некоторую совокупность объектов X. Чем в большей степени конкретный объект обладает этим свойством, тем более близко к 1 соответствующее значение . Если элемент определенно обладает этим свойством, то , если же x ∈ X определенно не обладает этим свойством, то .

На практике удобно использовать те функции принадлежности, которые допускают аналитическое представление в виде некоторой простой математической функции.

Кусочно-линейные функции принадлежности используются для задания неопределенностей типа: «приблизительно равно», «среднее значение», «расположен в интервале», «подобен объекту», «похож на предмет» и т.п.

Методы построения функций принадлежности:

* прямые
* косвенные

В зависимости от числа привлеченных к опросу экспертов как прямые, так и косвенные методы делятся на одиночные и групповые.

В прямых методах эксперт либо группа экспертов просто задают для каждого значение функции принадлежности .

Как правило, прямые методы построения функций принадлежности используются для таких свойств, которые могут быть измерены в некоторой количественной шкале. Например, такие физические величины, как скорость, время, расстояние, давление, температура и другие имеют соответствующие единицы и эталоны для своего измерения.

При прямом построении функций принадлежности следует учитывать, что теория нечетких множеств не требует абсолютно точного задания функций принадлежности. Зачастую бывает достаточно зафиксировать лишь наиболее характерные значения и вид функции принадлежности.

Процесс построения или задания нечеткого множества на основе некоторого известного заранее количественного значения измеримого признака получил даже специальное название — фаззификация или приведение к нечеткости. Речь идет о том, что хотя иногда нам бывает известно некоторое значение измеримой величины, мы признаем тот факт, что это значение известно неточно, возможно с погрешностью или случайной ошибкой. При этом, чем меньше мы уверены в точности измерения признака, тем большим будет интервал носителя соответствующего нечеткого множества. Следует помнить, что в большинстве практических случаев абсолютная точность измерения является лишь удобной абстракцией для построения математических моделей. Именно по этой причине фаззификация позволяет более адекватно представить объективно присутствующую неточность результатов физических измерений.

В контексте нечеткой логики под фаззификацией понимается не только отдельный этап нечеткого вывода, но и собственно процесс или процедура нахождения значений функции принадлежности нечетких множеств (термов) на основе обычных (не нечетких) исходных данных. Фаззификацию еще называют введением нечеткости.

Целью этапа фаззификации является установление соответствия между конкретным, обычно численным, значением отдельной входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма входной лингвистической переменной. После завершения этого этапа для всех входных переменных должны быть определены конкретные значения функций принадлежности по каждому из лингвистических термов, которые используются в подусловиях базы правил системы нечеткого вывода.

Дефаззификация в системах нечеткого вывода представляет собой процедуру или процесс нахождения обычного (не нечеткого) значения для каждой из выходных лингвистических переменных множества.

Цель дефаззификации заключается в том, чтобы, используя результаты аккумуляции всех выходных лингвистических переменных, получить обычное (не нечеткое) значение каждой из выходных переменных. Дефаззификацию также называют приведением к четкости.

Косвенные методы построения функций принадлежности Используются при решении задач, для которых свойства физических величин не могут быть измерены.

Наибольшее распространение среди косвенных методов получил метод парных сравнений.

Метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т.Л. Саати, основан на парных сравнениях альтернативных вариантов по различным критериям с использованием девятибалльной шкалы и последующим ранжированием набора альтернатив по всем критериям и целям. Этот метод относится к классу критериальных и занимает особое место, благодаря тому, что он получил исключительно широкое распространение и активно применяется по сей день. Взаимоотношения между критериями учитываются путем построения иерархии критериев и применением парных сравнений для выявления важности критериев и подкритериев.

МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

К основным процедурам метода анализа иерархий относятся следующие:

* генерация множества альтернативных вариантов;
* формирование множества критериев для оценки альтернативных вариантов и представление его в виде иерархии;
* выявление предпочтений экспертов на множестве альтернатив по различным критериям;
* установление относительной важности влияния критериев на общую цель и другие критерии;
* получение ранжированных наборов альтернатив по всем критериям и целям.

Все оценки определяются экспертами. Сначала эксперты генерируется множество допустимых альтернатив, среди которых необходимо провести выбор лучшей альтернативы или упорядочивание всех элементов.

Вершиной иерархий обычно является глобальная цель, на следующих уровнях присутствуют критерии и на самом нижнем уровне - альтернативы.

Иерархическая структура критериев и целей является моделью знаний конкретной предметной области, которая изменяется и уточняется с течением времени.

Элементы одного уровня иерархии попарно сравниваются по силе их влияния на элементы более высокого уровня. Результаты заносятся в матрицу попарных сравнений. При сравнении элемента с самим собой имеем равную значительность «1», т.е. главная диагональ матрицы состоит из единиц.

В МАИ используется 9-балльная шкала. Возможные значения и их объяснения отображены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 — Значения по 9-ти бальной шкале

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Интенсивности относительной важности | Определение | Объяснение |
| 1 | Равная важность | Равный вклад двух объектов в достижении цели |
| 3 | Умеренное превосходство одного над другим | Опыт и суждения дают легкое превосходство одному объекту над другим |
| 5 | Существенное или сильное превосходство | Опыт и суждения дают сильное превосходство одному объекту над другим |
| 7 | Значительное превосходство | Одному объекту дается настолько сильное превосходство над другим, что оно становится значимым |
| 9 | Очень сильное превосходство | Очевидность превосходства одного объекта над другим подтверждается наиболее сильно |
| 2,4,6,8 | Промежуточные значения между двумя соседними суждениями | Принимаются в компромиссных случаях |
| Обратные величины приведенных чисел | Если при сравнении одного объекта с другим получено одно из вышеуказанных чисел (например, 3), то при сравнении второго объекта с первым получим обратную величину (т.е.1/3) |  |

Следующий шаг состоит в вычислении вектора приоритетов по данной матрице. Существует несколько методов оценки этого вектора. Например, перемножить элементы каждой строки матрицы и нормировать извлечением корня степени равной количеству элементов в строе матрицы.

В рамках МАИ нет общих правил для формирования структуры модели принятия решения. Это является отражением реальной ситуации, поскольку всегда для одной и той же проблемы имеется целый спектр мнений. Метод позволяет учесть это обстоятельство с помощью построения дополнительной модели для согласования различных мнений, посредством определения их приоритетов. Таким образом, метод позволяет учитывать «человеческий фактор» при подготовке принятия решения. Это одно из важных достоинств данного метода перед другими методами принятия решений.

В рамках МАИ нет средств для проверки достоверности данных. Этот недостаток ограничивает отчасти возможности применения метода. Однако метод применяется главным образом в тех случаях, когда в принципе не может быть объективных данных, а ведущими мотивами для принятия решения являются предпочтения людей.

Работа по подготовке принятия решений часто является слишком трудоемкой для одного человека. Однако применение метода позволяет разбить большую задачу, на ряд малых самостоятельных задач. Благодаря этому для подготовки принятия решения можно привлечь экспертов, работающих независимо друг от друга над локальными задачами.

Метод дает только способ ранжирования альтернатив, но не имеет внутренних средств для интерпретации рейтингов, т.е. считается, что ЛПР, зная рейтинг возможных решений, должен в зависимости от ситуации сам сделать вывод. Это следует признать недостатком метода.

Метод дает удобные средства учета экспертной информации для решения различных задач. Он отражает естественный ход человеческого мышления и дает не только способ выявления наиболее предпочтительного решения, но и позволяет количественно выразить степень предпочтительности по средством ранжирования. Это способствует полному и адекватному выявлению предпочтений ЛПР. Кроме того, оценка меры противоречивости использованных данных позволяет установить степень доверия к полученному результату.

Иллюстрации к этому разделу обыч- но представляют собой обобщенную схему алгоритма обработки данных в разра- батываемой ИС и/или схемы отдельных алгоритмов обработки данных в этой ИС (см. рисунок 7.8). Могут использоваться и другие способы описания методов и алгоритмов обработки данных: псевдокоды, таблицы решений и т. д.

## Входные и выходные данные

**2.4.1** Источником данных является пользователь, который принимает решение о выборе наилучшей альтернативы. В таблице 2.2 приведено описание структур, разработанных для хранения вводимых пользователем данных.

Таблица 2.2 — Описание структур для хранения пользовательских данных

|  |  |
| --- | --- |
| Структура | Описание |
| criterions | Предназначена для хранения данных о критериях, созданных пользователем |
| alternatives | Предназначена для хранения данных об альтернативах, из которых будет выбираться наилучшая |
| criterionWeights | Предназначена для хранения весов критериев, заданных пользователем для оценивания альтернатив |

Каждая структура имеет свои поля, которых необходимы для удобного хранения вводимых данных.

**2.4.2** Структура *criterions* представляет собой массив коллекций ключ/значение, который разработан для сохранения информации о пользовательских критериях. Критерии могут быть введены пользователем в виде функции, таблицы и массива.

Информация о назначении полей данной структуры представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 — Поля структуры *criterions*

|  |  |
| --- | --- |
| Поле | Описание |
| name | Предназначено для хранения названия критерия. Также используется для извлечения и добавления данных в структуру |
| criterionType | Предназначено для хранения информации о типе задания критерия. |
| paramValues | Предназначено для хранения вводимых пользователем значений критериев, которые используются для оценки альтернатив |
| paramnames | Предназначено для хранения вводимых пользователем названий параметров критериев, которые используются для оценки альтернатив |

**2.4.3** Структура *alternatives* представляет собой массив коллекций ключ/значение, который разработан для сохранения информации об альтернативах, из которых в результате работы системы должна быть выделена наилучшая.

Информация о назначении полей данной структуры представлена в таблице 2.4

Таблица 2.4 — Поля структуры *alternatives*

|  |  |
| --- | --- |
| Поле | Описание |
| %Название критерия% | Предназначено для хранения названия критерия. Также используется для извлечения и добавления данных в структуру. Для удобства название поля формируется по названию критерия |
| %Значение критерия для конкретной альтернативы% | Предназначено для хранения информации о значении критерия. |

**2.4.4** Структура *criterionWeights* представляет собой простой массив, предназначенный для хранения вводимых пользователем значений важности критериев.

**2.4.5** В процессе работы программы для обработки данных об альтернативах создаетсядвумерныймассив *alternativeCompare*. Он необходим для обработки структуры *alternatives*:

* нормировки значений критериев;
* подсчета итоговых значений;
* выделения наилучшей альтернативы.

СМОТРЕТЬ В ПОСОБИИ ПО ДП

Подробно описываются входные и выходные данные разрабатываемой ИС. Как правило, этот подраздел разбивается на следующие пункты:

* общая характеристика информационного обеспечения;
* входные данные;
* база данных (если требуется);

выходные данные

## Техническое системное программное обеспечение

Компоненты системы должны функционировать на следующей минимальной конфигурации технических средств:

* компьютер класса Pentium III тактовая частота – 800 МГц;
* объем ОЗУ – 512 Мбайт для Windows Vista;
* видеоадаптер (допускается встроенный), позволяющий разрешающую способность – 1024х824;
* монитор размером 17'', обеспечивающий указанное выше разрешение (рекомендуется 19'');
* сетевой адаптер;
* клавиатура, манипулятор типа «мышь».

## Эргономическое обеспечение

Описываются конкретные решения, обеспечивающие безопасную и удоб- ную работу с проектируемой ИС. Рекомендуемый объем подраздела – одна-две страницы.

Вся информация в данном подразделе должна описывать конкретные ре- шения для данного дипломного проекта. Не допускается приводить общие ука- зания и рекомендации по проектированию интерфейса программных средств и обеспечению безопасности работы с техническими средствами, взятые из лите- ратуры или Интернета.

# Программная реализация информационной системы (программного комплекса)

## Выбор программных средств реализации

Приводится краткая характеристика программных средств (операционных систем, языков программирования, СУБД и т. д.), рассматриваемых в качестве альтернатив для разработки ИС, и приводится обоснование выбора тех из них, которые были использованы для этой цели. Допускается рассмотрение только одного программного средства с обоснованием его применения для разработки ИС. Размер данного подраздела не должен превышать двух страниц.

## Структура программного обеспечения ИС

Указываются основные компоненты программной реализации ИС: модули, библиотеки, процедуры и т. д. Этот раздел, как правило, сопровождается структур- ной схемой программного обеспечения ИС (рисунки 7.12 и 7.13).

## Разработка программного кода ИС

Этот подраздел, как правило, содержит следующие пункты:

– процесс разработки программного кода: описание процесса системного проектирования, сопровождаемое соответствующими схемами: диаграммы классов, диаграммы вариантов использования, диаграммы состояний и т. д. (ри- сунки 7.14, 7.15);

– основные фрагменты программного кода: описание наиболее значимых фрагментов программного кода с обязательными пояснениями к ним (рису- нок 7.16). При необходимости приводятся схемы алгоритмов и другие материалы

## Руководств пользователя

Подраздел содержит подробное описание процесса взаимодействия поль- зователя с ИС. Как правило, приводится описание действий пользователя для следующих ситуаций:

– действия для различных этапов работы с ИС;

– решение различных типов задач;

– использование различных режимов работы ИС;

– действия в случае возникновения ошибок, отказов и сбоев оборудова- ния и программных средств.

Описания иллюстрируются необходимыми копиями экранов.

## Описание интерфейса

Приводятся описания окон и других элементов интерфейса разработанной ИС: кнопки, флажки, переключатели, текстовые поля и т. д. Этот подраздел не требуется, если интерфейс ИС достаточно подробно описан в руководстве пользователя.

## Сообщения ИИС

Описываются сообщения, выводимые ИС в различных режимах работы, в частности, при ошибках пользователя. Данный подраздел может отсутствовать, если сообщения достаточно подробно описаны в руководстве пользователя. Ес- ли количество описываемых сообщений ИС достаточно большое, то рекоменду- ется оформлять его в виде приложения.

## Контрольные примеры

Приводятся примеры решения задач с использованием разработанной ИС. Описания примеров, как правило, должны включать:

– описание исходных данных и ожидаемого результата;

– подробное описание действий по решению задачи, включая подготовку и процесс ввода исходных данных и последующие действия в ходе решения за- дачи. При этом указываются конкретные действия с элементами интерфейса ИС: нажатия кнопок, установки флажков и переключателей, ввод данных в тек- стовые поля и т. д.;

– полученные результаты;

– сведения, подтверждающие правильность полученных результатов (например, результаты ручного расчета).

Описания контрольных примеров обычно также включают копии экранов, иллюстрирующие ход решения задачи.

# ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

## Характеристика программного средства

Целью разработки программного комплекса является создание системы способной поддерживать принятие решений на основе нечетких множеств. Комплекс является собственной разработкой, предполагает дальнейшее внедрение и использование в организации.

Проблема принятия решений на основе нечетких множеств является актуальной, т.к. многие понятия, связанные с человеческим мышлением и умозаключениями, являются нечеткими по своей природе и требуют соответствующего лингвистического описания.

Эффект, ожидаемый от использования программного комплекса, состоит в снижении трудоемкости работ для сотрудников, что в свою очередь приведет к экономии на заработной плате и приросту прибыли предприятия за счет сокращения расходов.

## Расчет инвестиций в разработку программного комплекса

Расчет затрат на основную заработную плату команды разработчиков осуществляется исходя из состава и численности команды, размера месячной заработной платы каждого участника команды, а также трудоемкости работ, выполняемых при разработке программного средства отдельными исполнителями

Основная заработная плата исполнителей проекта рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| , | (4.1) |

где Зо – основная заработная плата исполнителей, тыс. руб;

*n* − количество исполнителей, занятых разработкой ПО;

– часовая тарифная ставка i-го исполнителя, руб;

– количество часов работы, ч.

Расчетные данные для основной заработной платы приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Расчет затрат на основную заработную плату команды разработчиков

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория  исполнителя | Месячная  заработная плата, р. | Часовая  заработная плата, р. | Трудоёмкость  работ, ч | Итого, р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. Программист | 1 530,36 | 9,11 | 140 | 1 275,40 |
| 2. Тестировщик | 2 996,95 | 17,84 | 40 | 713,56 |
| Итого: | 4 527,31 | 26,95 | 180 | 1 988,96 |
| Всего затраты на основную заработную плату разработчиков | | | | 1 988,86 |
| Примечание — При расчете заработной платы использовалась среднемесячная заработная плата в Республике Беларусь для сотрудников различных категорий ИТ-отрасли за март 2020 года. | | | | |

Дополнительная заработная плата включает выплаты, предусмотренные законодательством о труде (оплата отпусков, льготных часов, времени выполнения государственных обязанностей и других выплат, не связанных с основной деятельностью исполнителей), и определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.2) |

где Зд − дополнительная заработная плата исполнителей, руб;

Нд − норматив дополнительной заработной платы, равный 10%.

Дополнительная заработная плата составит:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Отчисления в фонд социальной защиты населения и обязательное страхование определяются в соответствии с действующими законодательными актами по нормативу в процентном отношении к фонду основной и дополнительной зарплаты исполнителей, определенной по нормативу, установленному в целом по организации следующим образом:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.3) |

где Нсоц ‒ ставка отчислений в ФСЗН и Белгосстрах (в соответствии с действующим законодательством по состоянию на 01.01.2020 г. ‒ 34,6 %).

Тогда отчисления на социальные нужды составят:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Прочие расходы рассчитываются по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.4) |

где ‒ норматив прочих расходов, %.

В этом случае прочие расходы составят:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Общая сумма расходов на разработку программного продукта определяется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.5) |

Тогда общая стоимость разработки составит:

|  |
| --- |
|  |

Все расчеты сметы затрат и себестоимости ПС сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Смета затрат и себестоимость ПС

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование статьи затрат | Условное обозначение | Сумма, р. |
| 1. Основная заработная плата разработчиков |  | 1 988,96 |
| 2. Дополнительная заработная плата разработчиков |  | 298,34 |
| 3. Отчисления на социальные нужды |  | 688,18 |
| 4. Прочие расходы |  | 596,69 |
| 5. Общая сумма затрат (инвестиций) на разработку |  | 3 572,17 |

## Расчет экономического эффекта от использования программного средства

Разработка программного средства осуществляется с целью:

снижения трудоёмкости выполнения «ручных» операций и бизнес-процессов;

повышения качества сервиса.

Экономическим эффектом в результате использования программного средства является прирост чистой прибыли, полученный за счет:

‒ экономии на заработной плате и начислениях на заработную плату сотрудников за счет снижения трудоемкости работ.

Экономия на заработной плате и начислениях на заработную плату сотрудников за счет снижения трудоемкости работ рассчитывается по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.6) |

где ‒ трудоемкость выполнения работ до внедрения ПС, ч;

‒ трудоемкость выполнения работ после внедрения ПС, ч;

и после внедрения программного средства, ч;

‒ часовая тарифная ставка сотрудника, использующего программное средство, р.;

– плановый объем работ, выполняемых сотрудником;

– норматив дополнительной заработной платы, %;

– ставка отчислений от заработной платы, включаемых в себестоимость (34,6 %).

Прирост чистой прибыли, полученной за счет экономии на текущих затратах предприятия:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4.7) |

где – экономия на текущих затратах при использовании ПС, р.;

– прирост текущих затрат связанных с использованием ПС (затраты на сопровождение программного средства, затраты на интернет-трафик и т. п.), р.;

‒ ставка налога на прибыль согласно действующему законодательству, (по состоянию на 01.01.2020 г. – 18 %).

Результаты расчетов экономического эффекта от использования программного комплекса приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 — Расчет экономического эффекта от использования программного средства

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Экономический эффект | Условное обозначение | Итого, р. |
| 1. Экономия на заработной плате и начислениях на заработную плату сотрудников за счет снижения трудоемкости работ |  | 4 532,25 |
| 2. Прирост чистой прибыли, полученной за счет экономии на текущих затратах предприятия |  | 3 618,05 |

Таким образом, прирост прибыли, полученной за счет экономии на текущих затратах предприятия, составит 3618,05р. (*три тысячи шестьсот восемнадцать рублей пять копеек*) за год.

## Расчёт показателей экономической эффективности разработки (модернизации. совершенствование) и использования программного средства в организации

Оценка экономической эффективности разработки и использования программного комплекса зависит от результата сравнения затрат на его разработку и полученного экономического эффекта (годового прироста чистой прибыли).

Т.к. сумма инвестиций меньше суммы годового экономического эффекта, т. е. затраты окупятся менее чем за год, оценка экономической эффективности инвестиций в разработку программного комплекса осуществляется с помощью расчета простой нормы прибыли (рентабельности инвестиций) по формуле:

где ‒ прирост чистой прибыли, полученной от использования разработанного программного комплекса, р.;

‒ инвестиции (затраты) на разработку (модернизацию, совершенствование) программного средства, р.

## Вывод по результатам расчета

Общая сумма затрат на разработку составит 3572,17р. (*три тысячи пятьсот семьдесят два рубля семнадцать копеек*)

При этом прирост годовой прибыли, полученной за счет экономии на текущих затратах предприятия, составит 3618,05р. (*три тысячи шестьсот восемнадцать рублей пять копеек*).

При таких значениях рентабельность инвестиций принимает значение 101,28 %.

Таким образом разработка программного комплекса целесообразна и окупится менее, чем за год после разработки и внедрения.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

мммрпмрпм

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

# Приложение А (справочное)

# Приложение Б (обязательное)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ВЕДЕМОСТЬ ДОКУМЕНТОВ | | | | | | | | | | | |
| *Обозначение* | | | | | *Наименование* | *Дополнительные сведения* | | | | | |
|  | | | | | *Текстовые документы* |  | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *БГУИР ДП 1-53 01 02 06 ХХХ ПЗ* | | | | | *Пояснительная записка* | *94 с.* | | | | | |
|  | | | | | *Отзыв руководителя* |  | | | | | |
|  | | | | | *Рецензия* |  | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
|  | | | | | *Графические документы* |  | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *ГУИР.000000.001 ПД* | | | | | *Организационная структура* |  | | | | | |
|  | | | | | *международного* |  | | | | | |
|  | | | | | *холдинга «АБВ»* | *Формат А1* | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *ГУИР.000000.002 ПЛ* | | | | | *Структура существующей* |  | | | | | |
|  | | | | | *информационной системы* | *Формат А1* | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *ГУИР.000000.003 ПД* | | | | | *Структура информационной* |  | | | | | |
|  | | | | | *системы планирования* |  | | | | | |
|  | | | | | *потребности в материалах* | *Формат А1* | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *ГУИР.000000.004 ПЛ* | | | | | *Схема база данных* | *Формат А1* | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *ГУИР.000000.005 ПЛ* | | | | | *Схема деятельности процесса* |  | | | | | |
|  | | | | | *планирования потребности в* |  | | | | | |
|  | | | | | *материалах* | *Формат А1* | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
| *ГУИР.000000.006 ПЛ* | | | | | *Схема алгоритма работы* |  | | | | | |
|  | | | | | *планирования потребности* |  | | | | | |
|  | | | | | *в материалах* | *Формат А1* | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
|  | | | | |  |  | | | | | |
|  |  |  |  |  | *БГУИР ДП 1-53 01 02 06 ХХХ Д1* | | | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *Изм.* | *Л.* | *№ докум.* | *Подп.* | *Дата* | *Тема дипломного проекта в соответствии с приказом*  *Ведомость дипломного  проекта* | | *Лит* | | | *Лист* | *Листов* |
| *Разраб.* | | *Студент* |  |  |  | *Т* |  | *94* | *94* |
| *Провер.* | | *Руковод* |  |  | *Кафедра ИТАС*  *гр. 62060Х* | | | | |