

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра теории функций и стохастического анализа

**ПОСТРОЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**
АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 248 группы
направления 09.04.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета
Дынина Николая Вадимовича

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.

Р. Н. Фадеев

Заведующий кафедрой
д. ф.-м. н., доцент

С. П. Сидоров

Саратов 2019

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сложность процессов и объектов во всех сферах человеческой жизни всё время растёт. Это приводит к увеличению трудоёмкости операций, связанных с проектированием, обслуживанием и эксплуатацией. В какой – то мере это может быть компенсировано повышением уровня профессионализма и количества людей, принимающих участие в вышеописанных процессах. Человеческие возможности, однако, имеют предел. Человек не может полноценно воспринимать объекты, если их количество превышает его возможности к анализу, а увеличение числа лиц ведёт к необходимости согласования их деятельности. Также следует учитывать, что на пути реализации таковых объектов обычно стоят препятствия, связанные с отсутствием или ограниченными возможностями конструкционных или функциональных материалов и с недостаточностью достигнутого технологического уровня. Поэтому процесс реализации научных и технических идей требует поиска разумного компромисса между желаемым и возможным. В связи с вышесказанным, применение современных средств автоматизации позволяет обойти указанные ограничения, одним из средств которых является разработка и внедрение экспертных систем. При этом, решением для получения нужного компромисса при реализации исследуемого объекта является математическая модель.

Математическая модель объекта (системы) – это любое математическое описание, отражающее с требуемой точностью поведения объекта (системы) в реальных условиях.

Экспертные системы (ЭС) – это сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей.

Актуальность использования экспертных систем обуславливается тем, что они имеют дело с операциями, объектами и предметами реального мира, взаимодействие с которыми требует, как правило, наличия значительного накопленного опыта. ЭС предназначены для качественного решения задач в заданной области, даже если пользователь программы не обладает таким же уровнем знаний как эксперт данной области.

Следовательно, тема выпускного исследования – построение экспертной системы на основе математической модели является актуальной.

Целью дипломной работы является проектирование и реализация экспертной системы для отслеживания выдачи и контроля исполнения заданий.

Для достижения поставленной цели исследования необходимо последовательно решить взаимосвязанную совокупность частичных задач, соответствующих содержанию дипломной работы:

- рассмотреть концептуальные аспекты экспертных систем;
- изучить технологию проектирования ЭС;
- проанализировать теоретическую базу по построению математических моделей;
- разработать математическую модель процесса выдачи и контроля исполнения заданий;
- спроектировать и построить логическую и физическую модель базы данных, учитывающую все связи между данными в разрабатываемой программе;
- создать пользовательский графический интерфейс, обрамляющий созданную БД, включающий не только непосредственную работу по выдаче заданий, но и модули пополнения данных.

Объектом исследования является процесс проектирования и реализации экспертной системы.

Предметом исследования является структура и содержание экспертной системы на языке программирования C#.

Теоретическая сторона исследования основывается на учебных пособиях, периодических изданиях, интернет-ресурсах, а также научных трудах таких отечественных и зарубежных авторов, как М. Мескона, Дж. Лафта, П. Друкера, К.В. Балдина, Б.Г. Литвака, И.Асоффа, Т.Саати, Э.Трахтенгерца и Д.Олсона.

Практическая сторона исследования сводится к созданию экспертной системы по контролю выдачи и исполнению заданий на языке программирования C#.

Дипломная работа состоит из введения, трёх глав, разделённых на параграфы, заключения, списка использованной литературы и приложения.

Во введении раскрыта актуальность темы, определены объект и предмет исследования. Поставлена цель и определены задачи работы.

Первая и вторая главы содержат теоретическую базу данных по выбранной теме.

В третьей главе идёт проектирование и разработка практической части дипломного проекта.

В приложении демонстрируется код программы по созданию экспертной системы.

В заключении подводятся итоги и делаются выводы по исследуемой проблеме.

Работа также прошла апробацию на различных конференциях, в частности, на ежегодной студенческой конференции "Актуальные проблемы математики и механики", которую проводил механико-математический факультет СГУ в апреле 2019 года, в секции "Анализ данных".

1 ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В настоящее время с ростом и развитием общества, многие процессы, протекающие во всех сферах человеческой жизни, оптимизировались и автоматизировались. Большую нишу, как наиболее эффективное средство оптимизации, заняли экспертные системы, которые позволяют эмулировать взаимодействие пользователя с консультантом, что ближе человеку, нежели работать с компьютером. Одним из главных преимуществ её использования является также то, что разработка и последующая эксплуатация экспертной системы обойдутся в разы дешевле, чем периодическое привлечение для проведения анализа и аудита предметной области человека-эксперта.

Но перед созданием экспертной системы необходимо тщательно разобраться с нюансами работы процесса, вникнуть в детали функционирования изучаемого вопроса. Данный этап можно решить, построив его математическую модель, так как любая построенная человеком система будет неким приближением к реальному объекту, поэтому было решено рассматривать экспертную систему именно на основе математической модели.

Для того, чтобы привести пример данного взаимодействия, было решено выбрать очень сложную и востребованную на данный момент проблему - проблему корректного распределения заданий между работниками. Данная задача является шаблонной, поэтому данное решение может применяться в совершенно различных областях, где существует данная задача.

Для решения поставленной цели дипломной работы были найдены, систематизированы и разобраны источники, содержащие информацию по технологиям проектирования и создания математических моделей и экспертных систем.

Все этапы по созданию математических моделей и экспертных систем можно свести к следующим стадиям:

1. Этап идентификации. Определяется цель и задачи разработки;
2. Этап концептуализации. Определяются основные параметры и данные для разрабатываемой системы;
3. Этап формализации. Полученные данные и параметры выражаются на некотором формальном языке.
4. Этап выполнения. Происходит программная разработка системы;
5. Этап тестирования. Проводятся проверки данных в базе данных и испытание общей структуры системы;
6. Этап опытной эксплуатации. Проверяется пригодность созданного продукта конечному пользователю.

Последовательно проходя по каждому из них, можно получить готовый программный продукт.

Перед переходом к старту по выполнению работы, было сформулировано техническое задание, согласно всем ГОСТам, на основе которых ведутся разработки. В нем была поставлена цель разработки, определены основные пользователи системы, главные функциональности и механизмы работы программы.

Итак, согласно разработанному ТЗ, на первом этапе была поставлена цель и определено назначение системы:

Экспертная система предназначена для повышения оперативности работы и качества принимаемых управленческих решений.

Основным назначением ОВКИЗ является автоматизация в следующих бизнес-процессах:

- Выдача заданий подчиненным;
- Контроль исполнения заданий;
- Своевременное оповещение о возможных простоях в работе.

Основными целями системы являются:

- хранение информации по всем сотрудникам, участвующим в бизнес-процессах;
- обеспечения сбора и обработки информации, необходимой для подготовки отчетности по выполнению заданий;
- грамотное планирование рабочего времени подчиненных для повышения продуктивности и нормализации их трудоёмкости.

На втором и третьем этапе была разработана математическая модель процесса выдачи и контроля отслеживания исполнения заданий.

Исходя из определения математической модели, которое определяет, что она отражает совокупность знаний, концепций и гипотез моделируемого объекта, были выделены следующие моменты, которые будут определять структуру математической модели.

Знанием в модели будет являться то, что у каждого сотрудника будет конкретная квалификация.

Представлением в модели будет, то что мерой измерения выполнения каждого задания будут являться «человеко-часы». Это единицы учёта рабочего времени, соответствующие одному рабочему часу. При это учитывается, что в одном дне 8 рабочих часов и в неделе присутствуют два выходных дня – суббота и воскресенье. Также подразумевается совместное выполнение задания исполнителями одной квалификации.

И наконец, за обеспечение равномерного распределения времени сотрудников по назначенным им заданиям и выдачу в некотором роде гипотез о результатах назначения будет отвечать «жадный алгоритм».

Суть данного алгоритма заключается в том, что после того как был подготовлен вариант распределения заданий между сотрудниками, проверяется корректность данного выбора. Этот процесс можно разбить на этапы:

1. Сначала нужно отсортировать все задания, по убыванию дат планируемой сдачи заданий. То есть в вершине списка должны быть задания с

самыми максимальными дедлайнами. Данный массив с хранимыми заданиями можно обозначить как «Date[n]», где n – количество заданий, i – номер задания;

2. Получив отсортированный массив дедлайнов (Date[n]), нужно далее строить интервалы, между первыми крайними датами,

Date[i+1] по Date[i]

- (a) Потом высчитывается количество рабочих часов, с учётом выходных дней, между этими датами, например, назовём эту величину WorkHours;
- (b) Далее выбираются задачи, которые актуальны в рассматриваемом промежутке, то есть задания, у которых дедлайн совпадает с Date[i], например назовём его ListActualTasks;
- (c) Отбираются все исполнители найденных актуальных заданий из ListActualTasks, например это будет ListPerformerActualTasks;
- (d) Для каждого найденного исполнителя из ListPerformerActualTasks перебираются все непосредственно ему назначенные задачи из ListActualTasks, и подсчитывается их количество;
- (e) Для каждого исполнителя ListPerformerActualTasks пересчитывается выработка в человеко-часах на одну назначенную задачу, т.е. (WorkHours/количество задач у исполнителя в рассматриваемом промежутке);
- (f) Далее перебираются все задачи из ListActualTasks;
- (g) Для каждой задачи выбираются все исполнители четвертной квалификации, назначенных на неё;
- (h) Суммируется их производительность за период, в соответствии с пунктом 5);
- (i) Сравниваем полученную сумму с трудоёмкостью задания четвертной квалификации;
- (j) Если трудоёмкость больше – вычитаем потраченное время и помещаем, что надо делать новую дополнительную задачу;

- (k) Если трудоёмкость меньше – то результат разницы между производительностью и трудоёмкостью списывается в простой исполнителям, с соответствующей категорией квалификации;
- (l) Далее аналогично пунктам (g-k) обрабатываются остальные категории квалификаций;
- (m) Если все 4 трудоёмкости задания выполняются – помечаем задание как выполненную;
- (n) Если хотя бы одна не выполнена – переносим задачу на более ранний срок с вычитанием трудоёмкости и производительности исполнителей;
- (o) Далее строится новый интервал

$$\text{Date}[i+2] \text{ по } \text{Date}[i+1]$$

И аналогично повторяются все шаги. И так перебираются все промежутки.

3. Следует фиксировать отработанные часы каждого сотрудника по выполнению назначенного задания;
4. После оценки всех интервалов, нужно вывести сообщение по заданиям, которые после проведения шага 2 остались помеченные как невыполненные в срок. По каждому такому заданию следует указать количество человека-часов по каждой квалификации необходимых для завершения задания. Так нужно показать информацию о количестве простоя по каждому сотруднику в период выполнения своих заданий.

На следующем этапе была спроектирована и создана база данных системы, изображенная на рисунке 1.

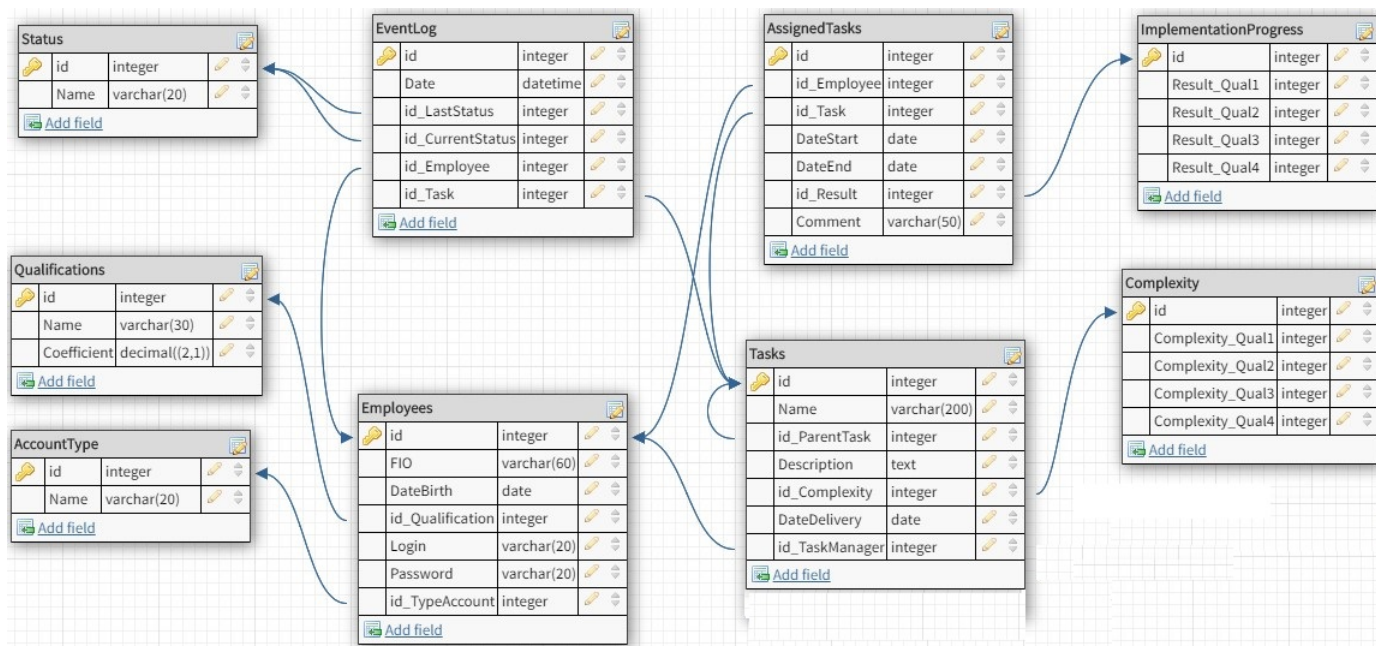


Рисунок 1 – Схема базы данных

На четвёртом этапе нужно было определить инструменты для реализации экспертной системы. В итоге, для разработки системы был выбран объектно-ориентированный язык C#, так как данный язык более лучше изучен мной. Еще огромный плюс использования C#, это среда разработки Visual Studio, поставляемая вместе с .NET, которая предоставляет необходимый инструментарий для эффективного и быстрого создания приложений с графическим интерфейсом и подключения базы данных.

На этапе тестирования функционирования созданной программы необходимо рассмотреть несколько типовых примеров, которые должны отразить правильность и адекватность работы экспертной системы, в соответствии с описанными пунктами алгоритма математической модели.

Пример №1

Задание одно с трудоемкостью (0,0,20,0) и сроком на выполнение - 3 дня.

- Один исполнитель третьей категории назначен на это задание;
- Исполнитель назначен всего на одно задание поэтому произведет 24 человека-часа.

Результат - задание будет выполнено, у исполнителя 4 часа простоя.

Пример №2

Задание одно с трудоемкостью (0,0,40,0) и сроком на выполнение - 3 дня.

- Один исполнитель третьей категории назначенный на это задание;
- Исполнитель назначен всего на одно задание поэтому произведет 24 человека-часа.

Результат - задание провалено на 16 человеко-часов, простоя нет.

Пример №3

Задание одно с трудоемкостью (0,0,40,0) и сроком на выполнение - 3 дня.

- Два исполнителя третьей категории назначенные на это задание;
- Исполнители назначены всего на одно задание поэтому произведут по 24 человека-часа.

Результат - задание будет выполнено, у исполнителей простой по 4 часа.

Теперь можно проверить как решит проверку корректности назначений экспертная система. Для этого пользователь должен зайти в программу, т.е. ввести свой логин и пароль в форму, продемонстрированную на рисунке 2:

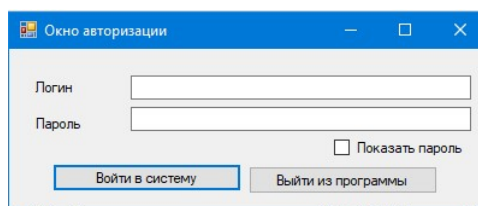


Рисунок 2 – Окно авторизации в программе

После введения логина и пароля перед ним появится стартовая страница программы с доступными для него опциями, как изображено на рисунке 3:

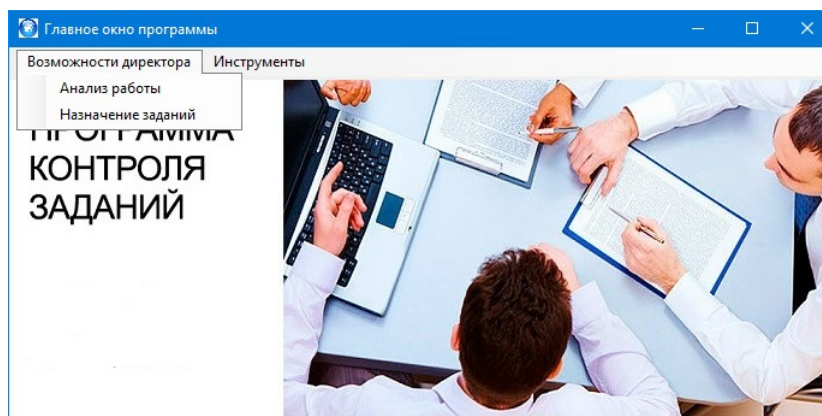


Рисунок 3 – Стартовая страница для роли «Директор»

Интерфейс по выдаче и отслеживанию выполнения заданий показан на рисунке 4:

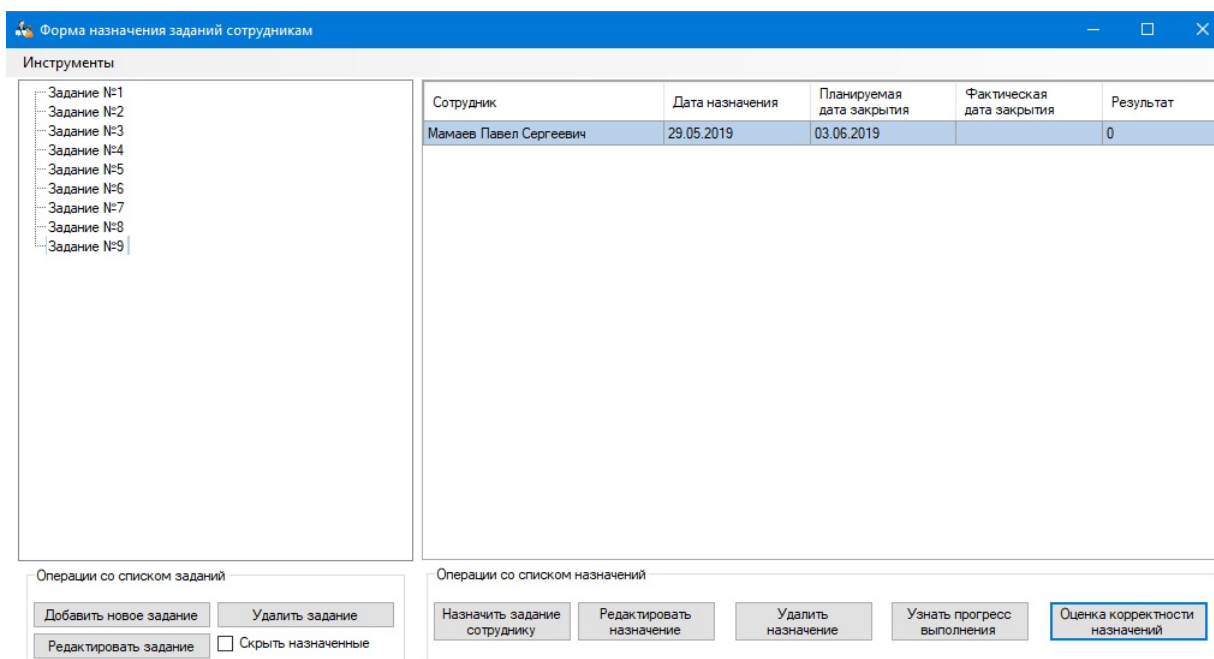


Рисунок 4 – Интерфейс для работы по выдаче заданий

Чтобы узнать какие задания не будут выполнены в срок и сколько часов не хватит для их закрытия, а также для ознакомления с простоями сотрудников, нужно нажать на кнопку «Оценка корректности назначений».

Результаты данной функциональности для составленных примеров представлены на рисунках 5-7:

Невыполняемые в срок задания:
Простои по заданиям:
У сотрудника: Игнатов Игнат Игнатович количество часов простоя равно: 4

Рисунок 5 – Информация по примеру №1

Невыполняемые в срок задания:
Пример №2. Не хватает часов квалификации: 0 0 16 0
Простои по заданиям:
У сотрудника: Игнатов Игнат Игнатович количество часов простоя равно: 0

Рисунок 6 – Информация по примеру №2

Невыполняемые в срок задания:
Простои по заданиям:
У сотрудника: Игнатов Игнат Игнатович количество часов простоя равно: 4
У сотрудника: Мамаев Павел Сергеевич количество часов простоя равно: 4

Рисунок 7 – Информация по примеру №3

Результаты вычислений, проводимых вручную и с помощью программы, совпадают, что говорит об адекватности работы созданной экспертной системы и об успешности выполнения поставленной цели магистерской работы, а именно, проектирование и реализация экспертной системы для отслеживания выдачи и контроля исполнения заданий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассматривался процесс выдачи и контроля исполнения заданий, проводимый с помощью создания математической модели и построения экспертной системы.

В ходе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

- Изучена и освоена технология проектирования и реализации экспертных систем;
- Рассмотрена и исследована методика создания математических моделей;
- Составлено полное техническое задание на разработку проекта;
- Построена математическая модель процесса выдачи и отслеживания исполнения заданий;
- Спроектирована и построена логическая и физическая модель базы данных, учитывающая все связи между данными в программе;
- Создан пользовательский графический интерфейс, обрамляющий созданную БД.

В заключении можно отметить несколько моментов:

- Разработанная экспертная система по контролю выдачи и исполнению заданий готова к интегрированию и апробации на практике;
- В процессе работы над проектом были получены практические навыки в исследовании предметной области и описании проектного решения.