Министерство образования и науки Российской Федерации ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Институт информационных технологий и управления в технических системах

Кафедра Информационных систем

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту

по дисциплине «Системная инженерия»

Выполнил:

ст. гр. ИС/м-21о

Лисянский А. И.

Проверил:

проф. Доронина Ю.В.

Севастополь

2017 **СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1. Постановка задачи | 4 |
| * 1. Описание предметной области | 4 |
| 1.2 Описание требований к ИС | 4 |
| 2 Системотехнический анализ задачи | 8 |
| 3 Анализ требований к системе и выбор критериев для оценки качества решения задачи | 11 |
| 4 Формализация постановки задачи создания сложной системы | 16 |
| 5. Декомпозиция задачи создания сложной системы | 19 |
| 6. Вариантный анализ подходов к решению задачи создания сложной системы | 21 |
| 6.1. Выбор критериев оценки комплекса технологий при проектировании ИС. | 21 |
| 6.2. Расчет показателя эффективности оценки комплекса технологий при проектировании ИС. | 22 |
| 7. План решения научной задачи на основе методов планирования эксперимента | 27 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 29 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 30 |

**введение**

Целью данного курсового проекта является активизация исследовательской деятельности магистрантов в рамках подготовки магистерской диссертации с использованием требуемого математического аппарата для анализа и моделирования сложных систем различной физической природы.

Пояснительная записка к курсовому проекту содержит семь разделов.

В первом из них приводится разработанная ранее постановка задачи.

Во втором разделе произведен системотехнический анализ задачи, рассмотрена система в виде «черного ящика», определены входные и выходные данные, а также стандартный сценарий работы системы.

В третьем разделе выполнен анализ требований к системе и выбор критериев для оценки качества решения задачи, установлено соответствие функций и требований, проанализировано соответствие системы моделям качества.

В четвертом разделе осуществлена формализация постановки задачи создания сложной системы.

В пятом разделе произведена декомпозиция задачи создания сложной системы с использованием функционального метода на основе разделения функций.

В шестом разделе приведен вариантный анализ подходов к решению задачи создания сложной системы.

В заключительном разделе пояснительной записки составлен план решения научной задачи на основе методов планирования эксперимента.

1. **Постановка задачи**
   1. **Описание предметной области**

Предметной областью является разработка робототехнической системы с использованием контроллера Arduino Mini, а также моделирование поведения объектов в этой системе и управление его состоянием с использованием пакета Simulink.

Объект исследования – система жизнеобеспечения растений.

Предмет исследования – методы и средства моделирования сложных робототехнических систем и объектов в них.

Цель исследования – разработка и моделирование системы жизнеобеспечения растений, а также моделирование объекта в системе для сокращения времени ее разработки.

Гипотеза исследования – может быть построена такая модель биологической системы, в которой будет учтен максимум факторов, присущих реальной системе, а также модель технической системы, способной поддерживать максимально благополучные условия для жизнедеятельности биологической системы.

* 1. **Описание требований к ИС**

Как известно, требования к ИС возникают из целей функционирования ИС. Основная цель функционирования разрабатываемой ИС – обеспечение жизни растения в течение максимально возможного времени. Так как по сути проектируются модель объекта и система автоматизированного управления для поддержания состояния объекта, требования также необходимо разделить на 2 группы. (рис.1.1)

G0

Требования к САУ

Требования к объекту моделирования

Рисунок 1.1. – Группы требований к разрабатываемой ИС

В свою очередь, к группе требований к моделируемой ИС относятся требования к адекватности модели, а требования к работоспособности будут относиться к обеим группам.

Однако по функциональным признакам требования могут быть сгруппирован иначе: требования к адекватности модели, к работоспособности, к качеству, к надежности оборудования, к стоимости. Для упрощения схемы не будем изображать ее двухуровневой, пропустив уровень, изображенный на рисунке 1.1. Дерево целей проектирования представлено на рисунке 1.2.

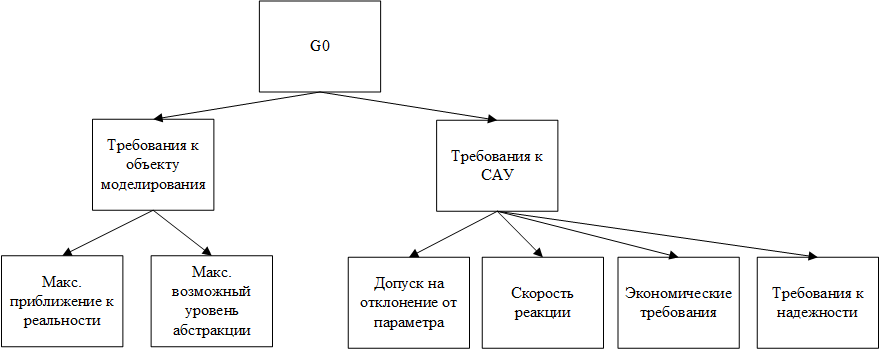


Рисунок 1.2 – Дерево целей проектирования

Данные цели проектирования должны быть приведены к одной степени экстремизации, а именно приведем их к вероятностям на максимум (рисунок 1.3)

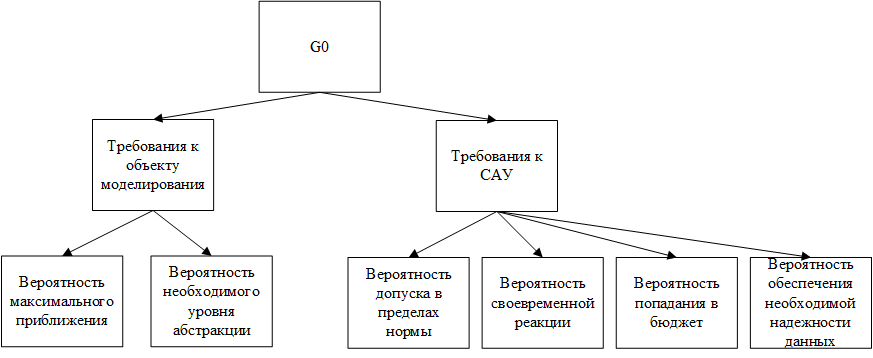


Рисунок 1.3 – Дерево целей проектирования с экстремизацией

Таким образом, были получены 2 группы требований, каждое из которых представляет собой вероятность, и все они должны быть максимизированы для выбора наиболее эффективной технологии проектирования.

Функциональные требования:

* Считывания данных 2х типов – от пользователя и от окружающей среды,
* отключения сбора данных одного из типов,
* сбора статистики.

Нефункциональные:

* Требования к точности реакции,
* к точности механизмов,
* к скорости сохранения статистики,
* внешние интерфейсы (обеспечить запись в журнал ОС информации о запуске системы, обеспечить запись в журнал ОС информации о возникших ошибках),
* предложения по тестированию: скорость сохранения статистики проверять как скорость подключения к серверу, создания и передачи данных должно быть меньше, чем время не регистрируемого отказа системы.

**2 Системотехнический анализ задачи**

При проектировании разрабатываемой сложной системы воспользуемся принципами системного анализа.

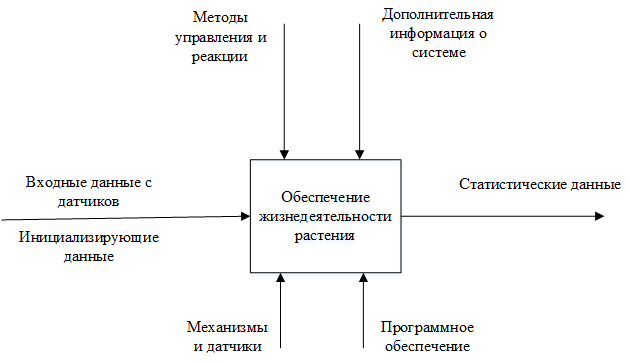


Рисунок 2.1 – представление системы в виде «черного ящика»

Данная система представлена в виде «черного ящика» (рисунок 2.1), согласно принципу конечной цели. То есть конечная цель имеет абсолютный приоритет, и вся логика функционирования системы должна быть направлена на ее достижение.

Вектор X - входные данные.

Он включает в себя:

- текущее состояние датчиков,

- необходимые для нормального функционирования параметры,

- оптимальные для конкретного растения заданные пользователем параметры,

- время начала работы.

Ниже рассматривается процесс, протекающий в проектируемой системе. Данный процесс можно разбить на несколько этапов. В промежутки времени между смежными этапами состояние системы не меняется.

Основными этапами существования системы являются:

* ввод исходных данных в систему и ее запуск;
* считывание параметров внешней среды, сравнение их с оптимальными;
* принятие решения о необходимости изменения параметров, запуск соответствующих механизмов;
* сбор статистики.

Типичный сценарий работы системы:

1. На вход системы пользователь вводит все необходимые параметры.

2. Запуск системы.

3. Считывание показателей среды.

4. Анализ соответствия идеальных и считанных параметров, если они соответствуют, переход на пункт 9.

5. Принятие решения о вмешательстве.

6. Запуск механизмов в соответствии с принятым решением.

7. Повторное считывание, переход на пункт 4.

8. Сохранение статистики.

9. Ожидание в соответствии с таймингами считывания.

Выходные данные.

Поскольку автоматизированная система собирает статистические данные и использует их для анализа и принятия решения об изменении воздействия на систему, данные должны аккумулироваться в хранилище, которое выглядит как максимально упрощенная БД.

Потому возможно рассчитать некоторые информационные характеристики ИС.

Длина логической записи:

 (2.1)

Рассматриваемая логическая запись имеет следующие поля:

* номер (2 байта),
* дата и время (12 байт),
* характеристики с датчиков: освещенности (2 байта),
* влажности (2 байта),
* температуры (2 байта).

**3 Анализ требований к системе и выбор критериев для оценки качества решения задачи.**

Из описания системы, определяется множество функций ИС. Глобальная функция: Ф – получение эффективного состава партий и расписаний для формирования комплектов для их выпуска с заданной периодичностью.

Поддерживающие и обеспечивающие функции:

* Ф1 – построение эффективного состава партий;
* Ф2 – построение эффективного расписания для зафиксированного состава партий;
* Ф3 – построение составов комплектов при условии периодичности их выпуска;
* Ф4 – поддержка высокой скорости реализации процесса построения решения на каждом уровне;
* Ф5 – точность полученных решений на каждом из уровней системы;
* Ф6 – обеспечение взаимодействия различных уровней системы между собой.

Определение наиболее приоритетные функции, требующие разработки в первую очередь;

Ф1, Ф2 и Ф3 , так как реализация этих методов накладывает ограничения на остальные функции системы.

Выполним соотнесение вышеописанных функций и требований к системе, описанные в практической работе №1 таблице 1:

, (2)

где TФ1 – требования класса Ф1;

1Ф1 – эффективный метод формирования составов партий;

2Ф1 – скорость формирования решений выбранным алгоритмом.

Ф1 – получение эффективного решения выбранным методом.

Формула 3 описывает требования к функции Ф2:

, (3)

где TФ2 – требования класса Ф2;

1Ф2 – эффективный алгоритм формирования расписаний;

2Ф2 – получение наилучшего решения за минимальное время.

Формула 4 описывает требования к функции Ф3:

, (4)

где TФ3 – требования класса Ф3;

1Ф3 – эффективный метод формирования составов комплектов;

2Ф3 – получение наилучшего решения за минимальное время.

Описание требований к системе было произведено в пункте 1.2 данного курсового проекта.

В качестве критериев для требований были выбраны полнота, осуществимость, однозначность. Таблица 3.1 иллюстрирует соответствие требований выбранным критериям с подробным описанием отношений выбранных критериев к заданным требованиям.

Таблица 3.1. Соответствие требованиям критериям

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Требования | Критерии | | |
| Полнота | Осуществимость | Однозначность |
| К получению точных данных | +  Точные данные демонстрируют правильное функционирование системы | +  Существуют методы жадной стратегии, гарантирующие точный результат | +  Результаты составов партий, расписание обработки партий и составы комплектов составлены в соответствии с |
| К скорости получения результата | + | +  Существуют методы жадной стратегии, гарантирующие результат за конечное число шагов | +  Время, необходимое на оптимизацию составов партий данных и построения расписаний их обработки |
| Возможность работы с несколькими типами данных на входе | -  Не указано точное кол-во типов и само перечисление типов | +  Методы жадной стратегии предполагают наличие в системе нескольких типов данных | +  Предполагается работа с различными типами данных на входе |
| Функция построения расписания | +  Составляется на основе заранее известных методов | +  Методы заранее известны | +  Методы заранее известны |
| Функция построения составов комплектов | +  Составляется на основе заранее известных методов | +  Методы заранее известны | +  Методы заранее известны |
| Функция оптимизации составов партий | +  Составляется на основе заранее известных методов | +  Методы заранее известны | +  Методы заранее известны |

Выводы: было выяснено, что нефункциональное требование «Возможность работы с несколькими типами данных на входе» необходимо уточнить, чтобы оно удовлетворяло требованиям полноты.

Требование было перефразировано в «Возможность работы с заранее известными несколькими типами данных».

В зависимости от выбранных показателей качество разрабатываемого программного продукта может быть определено по нескольким моделям. В данной работе был проведен анализ соответствия выбранных требований к ПОГ моделям Боэма, Гецци и FURPS+ [4, с.3]. В таблице 3.2 представлено краткое описание моделей, а так же сравнительный анализ применимости этих моделей качества для разрабатываемой системы.

Таблица 3.2. Сравнение моделей качества

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Модель | Основные особенности | Подходит ли для исследуемой системы |
| Боэма | Модель Боэма пытается качественно определить качество программного обеспечения заданным набором показателей и метрик. В этой модели практичность описывает, как легко, надежно и эффективно программный продукт может быть использован, сопровождаемость характеризует насколько легко изменить и повторно протестировать программный продукт, и мобильность описывает, как программный продукт может использоваться, даже при изменении программных и аппаратных средств. | Подходит, но не идеально, поскольку качество описывается через качество. |
| FURPS+ | Функциональность, Практичность, Надежность, Производительность, Эксплуатационная пригодность и т.д. | Неоправданно сложная |
| Гецци | Различают качество процесса и продукта. Хар-ки: целостность, надежность и устойчивость, производительность, практичность, верифицируемость, сопровождаемость, возможность многократного использования, мобильность, понятность, возможность взаимодействия | Да, подходит к обозначенным критериям. |

На основании данных, представленных в таблице, было выяснено, что оптимальной моделью качества для разрабатываемой системы будет являться модель Гецци.

**4 Формализация постановки задачи создания сложной системы**

Обобщенное описание системы сжатия банковских данных можно выполнить с помощью формулы 5:

, (5)

где X – входные данные системы,

Y – выходные данные системы,

Z – ограничения,

F – функции системы,

T – требования к системе,

A – Алгоритмы формирования расписаний, составов партий и комплектов.

Формула 6 описывает формализацию двухуровневой системы формирования комплектов при ограничениях на директивные сроки выпуска:

1) первые уровень:

, (6)

2) второй уровень:

, (7)

где

Постановку задачи оптимизации можно сформулировать следующим образом: необходимо определить такие алгоритмы формирования составов партий, построения расписаний и формирования комплектов, при которых получаемый результат является глобальным оптимумом. И находится за конечное число шагов.

Описание функции цели представлено формулой 7:

первый уровень: , где , а значения параметра  определяются выражением

,

второй уровень: , где



Таким образом, необходимо определить такой алгоритм формирования составов комплектов партий данных и расписаний, которые обеспечивают реализацию требований системы с достижением максимальной степени сжатия данных и максимальной скоростью сжатия данных.

В результате было выполнено описание и формализация функций системы обработки партий данных при наличии ограничений на формирование комплектов.

Описанные функции были сопоставлены с выбранными требованиями к системе, которые были описаны в практической работе №1. Была выполнена формализация первостепенных требований к разрабатываемой системе.

Предложено формальное описание системы, а также определена функция цели, которая заключается в минимизации времен составов комплектов за счет оптимизации расписания и составов партий.

**5. Декомпозиция задачи создания сложной системы**

В качестве метода для декомпозиции задачи создания системы поддержания жизнедеятельности растений был выбран функциональный метод на основе разбиения функций.

Данная методика реализуется в рамках методологии IDEF0.

Определим входные и выходные данные, внешние воздействия на систему и механизмы, исходя из которых можно сформировать ограничения средствами программы MS Visio, позволяющей строить разнообразные схемы и процессы, в том числе контекстные диаграммы.[2, с.12]

Результат построения представлен на рисунке 2.1.

На вход системы поступают данные от пользователя, введенные с клавиатуры (числовые значения параметров системы).

На выходе системы – статистические данные. Механизмом в разрабатываемой системе является программное обеспечение, а также механизмы и датчики, которыми оно управляет.

Управляющими воздействиями являются методы управления и реакции, а также дополнительная информация о системе, возникающая в процессе функционирования. Дополнительная информация о системе – эта информация, существенно влияющая на работу системы, которая может быть введена в начале, однако не имеет смысла ради ее ввода останавливать систему и запускать ее снова [4, с.5].

На рисунке 5.1 изображена декомпозиция процесса, изображенного на рисунке 2.1, для более детального рассмотрения процесса функционирования системы.

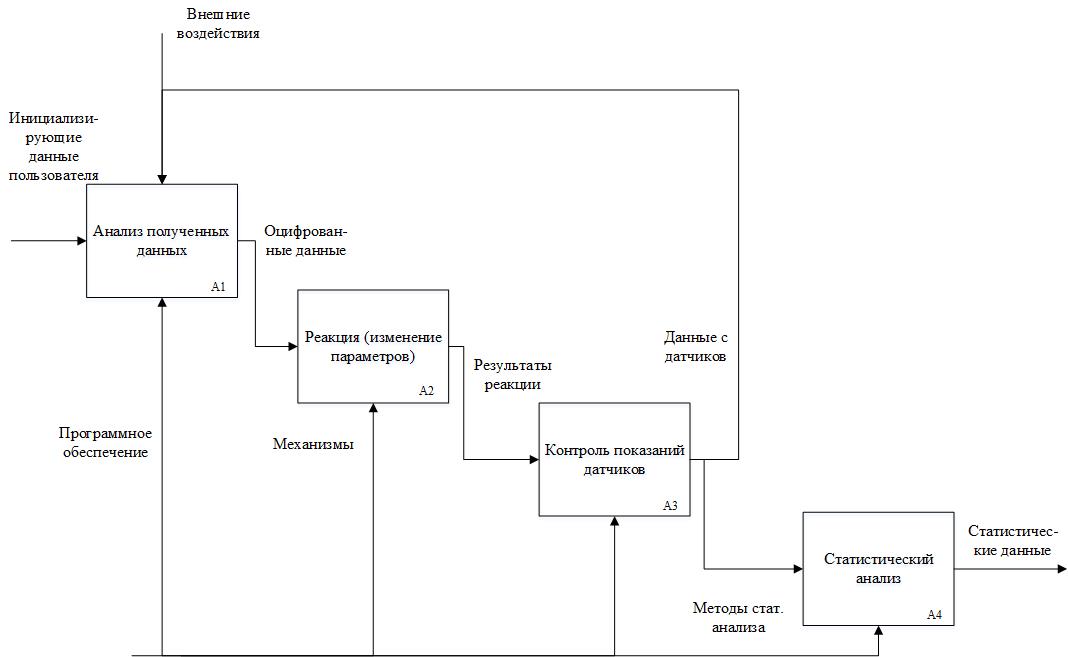


Рисунок 1.6 – Декомпозиция главного процесса системы

Таким образом, можно сделать вывод, что разделенные функции близки по смыслу к основным этапам существования системы, приведенными в пункте 2, что лишь подтверждает правильность декомпозиции функций системы.

**6. Вариантный анализ подходов к решению задачи создания сложной системы**

**6.1. Выбор критериев оценки комплекса технологий при проектировании ИС.**

При выборе комплекса технологий при проектировании были использованы критерии оценки оптимальности, приведенные в таблице 6.1.

Таблица 6.1. Критерии эффективности выбора комплекса технологий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Название | Соответствие |
| 1 | Группа доступности |  |
| 1.1 | Наличие бесплатной студенческой версии | Существуют бесплатные студенческие версии Visual Studio и Anylogic |
| 1.2 | Наличие лицензии для возможности применения в обучении | Все используемые программы лицензированы. |
| 2 | Группа удобства использования |  |
| 2.1 | Высокая документированность | Visual Studio очень хорошо документирована, все функции описаны, документация в свободном доступе |
| 2.2 | Применимо к нескольким этапам проектирования | MS Visio и MS Word применимы ко всем этапам проектирования, Visual Studio применима ко всем этапам, связанным с разработкой, AnyLogic – к этапам, связанным с моделированием. |
| 2.3 | Сложность ПО | Все используемые средства просты в использовании и не требуют дополнительного обучения. |

Кроме перечисленных критериев, могут быть дополнительно рассмотрены автоматизированности этапов проектирования, однако данному критерию удовлетворяет только программа Ramus Educational, но использование данной программы только для достижения данного критерия нецелесообразно.

Комплекс средств, которые будут использованы в Научно-исследовательской работе, включает такие средства,: MS Word, MS Excel, Visual Studio 2013, AnyLogic.

**6.2. Расчет показателя эффективности оценки комплекса технологий при проектировании ИС.**

Приведем все критерии к одному уровню экстремизации – на максимум, и одной единице измерения – вероятностям.[5, с. 35-40] Получим 2 группы критериев, представленные в таблице 6.2.

Таблица 6.2. Критерии эффективности, приведенные к одной единице измерения и уровню экстремизации.

|  |  |
| --- | --- |
| № | Название |
| 1 | Группа доступности |
| 1.1 | Вероятность наличия бесплатной студенческой версии |
| 1.2 | Вероятность наличия лицензии для возможности применения в обучении |
| 2 | Группа удобства использования |
| 2.1 | Вероятность высокой документированности |
| 2.2 | Вероятность возможности применения к нескольким этапам проектирования |
| 2.3 | Вероятность простого применения ПО |

Сформированная иерархия критериев представлена на рисунке 6.1.

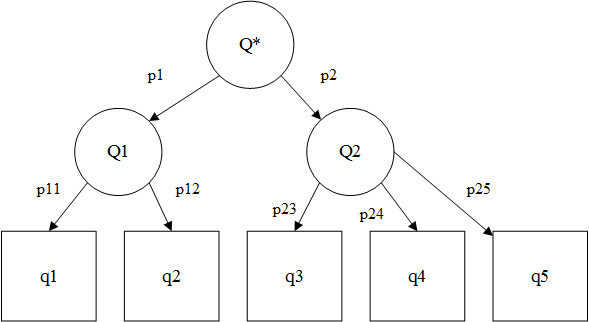


Рисунок 6.1 – Иерархия критериев системы.

Для формирования массива значений коэффициентов приоритета уточним, что группа доступности важнее, чем группа удобства использования, и потому p1=0,6, а р2=0,4.

В группах считаем, что вероятность наличия бесплатной студенческой версии немного важнее, чем наличия лицензии для возможности применения в обучении, вероятность простого применения ПО и возможности применения к нескольким этапам тестирования равны по важности и обе важнее, чем высокая документированность технологии. Конкретные числовые значения представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3. Значения коэффициентов приоритета

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| p1 | 0,6 |
| p2 | 0,4 |
| p11 | 0,7 |
| p12 | 0,3 |
| p23 | 0,2 |
| p24 | 0,4 |
| p25 | 0,4 |

Значения критериев оценки в соответствии с вариантом TD1 представлены в таблице 3.4.

Таблица 6.4. Значения критериев оценки для варианта TD1.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| q11 | 0,9 |
| q12 | 0,7 |
| q23 | 0,7 |
| q24 | 0,8 |
| q25 | 0,8 |

Результаты расчета эффективности представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5. Результаты расчета показателя эффективности для варианта TD1.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| Q\* | 0,85 |
| Q1 | 0,875 |
| Q2 | 0,786 |

Для сравнения вычислим значения показателя эффективности для варианта TD2 и TD3.

Расчет показателя для варианта TD2:

Значения критериев оценки в соответствии с вариантом TD2 представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6. Значения критериев оценки для варианта TD2.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| q11 | 0,75 |
| q12 | 0,8 |
| q23 | 0,7 |
| q24 | 0,4 |
| q25 | 0,6 |

Результаты расчета эффективности представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7. Результаты расчета показателя эффективности для варианта TD2.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| Q\* | 0,7154 |
| Q1 | 0,7674 |
| Q2 | 0,5714 |

Как можно заметить, вариант выбора технологий TD1 является более эффективным, чем TD2.

Рассчитаем показатель для варианта TD3:

Значения критериев оценки в соответствии с вариантом TD1 представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8. Значения критериев оценки для варианта TD3.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| q11 | 0,7 |
| q12 | 0,8 |
| q23 | 0,6 |
| q24 | 0,7 |
| q25 | 0,5 |

Результаты расчета эффективности представлены в таблице 6.9.

Таблица 6.9. Результаты расчета показателя эффективности для варианта TD3.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение | Значение |
| Q\* | 0, 7018 |
| Q1 | 0,7391 |
| Q2 | 0,6202 |

Как можно заметить, вариант выбора технологий TD1 является более эффективным, чем TD3.

Таким образом, было выяснено, что набор технологий TD1 является наиболее эффективным, а поэтому может быть выбран для проектирования.

Результирующий набор выглядит как средства MS Word и MS Visio для описания и моделирования объекта в системе, а также анализа требований к ИС, MS Visio для построения IDEF0-диаграммы, AnyLogic для построения модели работы системы, программирование будет осуществляться в среде Visual Studio 2013, тестирование будет выполнено вручную с использованием среды Visual Studio 2013, а его результаты будут задокументированы средствами текстового редактора MS Word.

**7. План решения научной задачи на основе методов планирования эксперимента**

Основная цель построения плана решений научной задачи – определение необходимого количества опытов

Рассчитаем необходимое количество опытов для худшего случая с точностью =0,05 (формула 7.1)[6, с.157-162].

(7.1)

где - табулированный аргумент функции Лапласа,

*p –* ожидаемая вероятность исхода события, т.е. в нашем случае вероятность поддержания жизни растения в течение заданного времени.

Расчёт проведен для так называемого «худшего» случая, то есть в предположении, что ожидаемая вероятность обработки запросов p = 0,5.

Теперь произведем расчет для реального положения дел.

Общая формула для определения количества необходимых опытов:

(7.2)

Однако для подстановки в 7.2 необходимо знать дисперсию, которая может быть нам неизвестна в начальный момент времени. Один из способов вычисления дисперсии – на основе известного размаха значений искомой величины.

(7.3)

В случае рассматриваемой системы невозможно достичь , а при применение системы теряет смысл. Отсюда , .

Тогда .

(7.4)

Тогда .

Выберем точность =0,01 и получим .

Отсюда

. (7.5)

То есть для проведения полного факторного эксперимента нам необходимо выполнить минимум 425 опытов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения данного курсового проекта были получены следующие результаты:

* выполнен системотехнический анализ сложной ИС поддержания жизнедеятельности растения, в ходе которого были детально изучены входные и выходные данные системы, а также составлен стандартный сценарий ее работы;
* формализована постановка задачи создания сложной ИС, определен критерий оптимизации системы, описана функция цели системы;
* формализованная постановка задачи декомпозирована с помощью функционального метода на основе разбиения функций;
* среди функций были выделены базовые или основополагающие, установлено соответствие требований функциям;
* выполнен анализ требований к системе и выбор критериев для оценки качества решения задачи, а также выбор модели качества для оценки качества системы, была выбрана модель Гецци;
* произведен вариантный анализ подходов к решению задачи создания сложной ИС (выбор методов, выбор ПО, выбор СУБД и т.п);
* осуществлено планирование будущего эксперимента, а именно выяснено, что для проведения полнофакторного эксперимента в ходе тестирования системы необходимо выполнить минимум 425 опытов;

Таким образом, цель курсового проекта была достигнута, а задачи – выполнены.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Боев В. Д. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования в AnyLogic7:. — СПб.: ВАС, 2014. — 432 с.
2. Официальный сайт Microsoft. Учебные материалы. [Электронный ресурс]. Режим доступа – https://www.visualstudio.com
3. IDEF0 Function Modeling Method. Описание. [Электронный ресурс]. URL: http://www.idef.com/IDEF0.htm (дата обращения: 05.09.2017).
4. Жарко Е.Ф. Сравнение моделей качества программного обеспечения. Аналитический подход: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – Москва, 2014 – 3 с.
5. Технологии проектирования информационных систем: методические указания / Разраб. Ю.В. Доронина, И.В. Дымченко, О.А. Сырых. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016. – 70 с.
6. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (Отдельные главы из учебника для ВУЗов) / Н.А.Спирин, В.В.Лавров. Под общ. Редакцией Н.А.Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 257 с.
7. Учебно-методическое пособие по дисциплине «Системная инженерия» для студентов всех форм обучения направления подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии» (магистратура) / Разраб. Ю.В. Доронина – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017.