

Министерство образования и науки Республики Казахстан

АО «Международный университет информационных
технологий»

Сербин В.В.

**МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

Учебное пособие

Алматы - 2017

УДК 004 (075.8)
ББК 32.973-018.2
С32

Рецензенты:

Ускенбаева Р.К., доктор технических наук, профессор, проректор по академическим вопросам Международного университета информационных технологий.

Дуйсебекова К.С., кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор, профессор Казахского Национального Университета им. Аль-Фараби.

Атымтаева Л.Б., доктор физ.-мат. наук, профессор Казахского Национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева.

С32

Сербин В.В. Методология научных исследований в области информационных технологий: учебное пособие. – Алматы: МУИТ, 2017. – 295 с.

Редактор – *Скляренко К.С.*

ISBN 978-601-7911-06-5

Учебное пособие посвящено методологии научных исследований в области информационных технологий, в нем подробно рассматриваются теоретические и эмпирические методы научного исследования. Также освещены вопросы выбора темы исследования, источников научно-технической информации, способов выдвижения гипотез, методов моделирования, структуры научной работы, расчета надежности алгоритмов и информационных систем, построения моделей на основе UML и их анализа с помощью компьютера, планирования опытов и обработки результатов экспериментов в области информационных технологий. Пособие предназначено для магистрантов специальностей «Информационные системы», «Вычислительная техника и программное обеспечение», «Информатика», а также докторантов PhD, обучающихся по направлению подготовки в области информационных технологий.

Рекомендовано Ученым Советом университета к изданию в открытой печати и использованию в учебном процессе в качестве пособия для обучающихся бакалавриата, магистратуры и PhD докторантуры по специальностям «Информационные системы», «Вычислительная техника и программное обеспечение», «Информатика».

ISBN 978-601-7911-06-5

© Сербин В.В., 2017
© МУИТ, 2017

Оглавление

Введение.....	6
1 Сущность и основные понятия науки и научного исследования.....	7
2 Методы научного исследования.....	13
2.1 Классификация методов научного исследования.....	13
2.2 Методы теоретического исследования.....	15
2.3 Методы эмпирические исследования.....	18
3 Этапы работы над научным исследованием.....	21
3.1 Структура и логика научного исследования.....	21
3.2 Подготовительный этап.....	22
3.2.1 Выбор приоритетного направления научного исследования по информационным технологиям.....	22
3.2.2 Выбор темы научного исследования.....	23
3.2.3 Определение предмета и объекта исследования.....	26
3.2.4 Определение гипотезы, цели и задач исследования.....	27
3.2.5 Разработка плана или программы научного исследования.....	29
3.2.6 Выбор инструментальных средств исследования.....	34
3.3 Исследовательский этап.....	36
3.3.1 Изучение литературы по теме исследования.....	36
4 Теоретическое исследование: сравнение, анализ, моделирование.....	48
4.1 Сравнение как метод теоретического анализа.....	48
4.2 Модель как метод познания исследуемых объектов.....	52
4.3 Классификация моделей.....	55
4.4 Математическое моделирование.....	61
4.4.1 Вероятностные (стохастические) модели технологических процессов, основанные на использовании стандартных законов распределения случайных величин.....	61
4.4.2 Имитационное моделирование (метод Монте-Карло).....	67
4.5 UML моделирование.....	69
4.5.1 Диаграмма классов.....	74

4.5.2 Диаграмма объектов.....	80
4.5.3 Диаграмма компонентов.....	82
4.5.4 Диаграмма развертывания.....	85
4.5.5 Диаграмма вариантов использования (прецедентов).....	87
4.5.6 Диаграмма последовательности.....	89
4.5.7 Диаграмма состояний.....	91
4.5.8 Диаграмма деятельности.....	94
4.6 Расчеты надежности алгоритма, программы, системы.....	96
4.6.1 Порядок расчета надежности.....	98
4.6.2 Расчет надежности алгоритма.....	105
4.6.3 Методы расчета надежности системы.....	112
4.6.4 Разомкнутая система массового обслуживания.....	116
5 Экспериментальные исследования.....	124
5.1 Проведение эксперимента.....	124
5.2 Методы проведения эксперимента.....	135
5.3 Журнал наблюдений.....	136
5.4 Классификация экспериментов.....	137
5.5 Планирование многофакторного эксперимента.....	141
5.6 Планы полного факторного эксперимента.....	145
5.7 Линейная аппроксимация статистических данных.....	147
5.8 Моделирование динамики производственных процессов на основе эксперимента.....	152
5.9 Определение парных коэффициентов корреляции.....	161
5.10 Математическая модель технологического процесса по данным, являющимися результатом активного эксперимента	165
5.11 Моделирование простейших случайных потоков.....	170
5.12 Экспериментальная проверка эффективности разработанного программного обеспечения.....	179
5.12.1 Оценка эффективности автоматизации (по времени).....	179
5.12.2 Оценка экономической эффективности использования программного обеспечения.....	180
5.12.3 Пример анализа разработанного браузера.....	182
5.13 Экспериментальная проверка эффективности обработки информации в разработанных системах.....	185
5.14 Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента.....	186

6 Обработка результатов исследований.....	188
6.1 Ошибки измерений и их классификация.....	188
6.2 Точечные оценки измеряемых параметров.....	191
6.3 Оценивание погрешностей результатов измерений.....	194
6.4 Интервальные оценки измеряемых параметров.....	196
7 Методика оформления результатов исследования.....	205
7.1 Научные результаты и их обнародование.....	205
7.1.1 Научные публикации.....	206
7.1.2 Работа над статьей.....	208
7.2 Подготовка научного отчета.....	213
7.2.1 Основные требования к оформлению результатов научного исследования.....	213
7.2.2 Структура отчета.....	218
8 Публичное выступление.....	221
8.1 Как построить свое выступление.....	221
8.2 Десять принципов построения выступления.....	221
8.3 Одиннадцать способов добиться уверенности при публичном выступлении.....	223
8.4 Презентация.....	224
8.5 Критерии оценки научных проектов.....	225
Тестовые вопросы.....	232
Список литературы.....	243
Приложения.....	250
Приложение А. Методические указания по составлению технического задания к разработке программного обеспечения.....	250
Приложение Б. Пример отзыва научного руководителя.....	279
Приложение В. Пример рецензии.....	280
Приложение Г. Шаблон экспертного заключения для публикации статьи.....	281
Приложение Д. Пример акта внедрения.....	282
Приложение Е. Пример научной статьи.....	283
Обозначения и сокращения.....	290
Терминологический словарь.....	291

Введение

Участие в исследовательской деятельности – это удел не только ученых-новаторов, но и всех творческих людей. Особенно важно заниматься творческой, научной, поисковой деятельностью в студенческом возрасте.

В последние два десятилетия во многих отчетных документах Института образования ЮНЕСКО, научных докладах участников международных конференций, работах отечественных теоретиков и практиков образования подчеркивается важность и необходимость усиления исследовательской работы обучающихся. Так, в докладе Ж. Делора, директора Института образования ЮНЕСКО еще в 1989 году отмечалось, что развитие навыков исследования, умения самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи является одним из приоритетных направлений современного высшего образования.

Наука активно прогрессирует, и научные открытия совершаются на наших глазах.

В данном учебном пособии содержатся теория проведения и методы научного исследования в области информационных технологий, методические рекомендации по организации научных исследований, примеры использования методов научного исследования, контрольные и тестовые вопросы.

Пособие предназначено для студентов, магистрантов и докторантов PhD высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки в области информационных технологий.

1 СУЩНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ НАУКИ И НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Наука – важнейшая часть общества, сфера человеческой деятельности, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных данных о действительности. **Наука** – это также деятельность, направленная на получение нового знания, преобразующего мир, обогащающего духовный мир человека, общества, цивилизации.

Принято выделять три основных аспекта понимания науки: наука как деятельность, как система научных знаний и как социальный институт. Рассматривая науку как деятельность, необходимо подчеркнуть ее особенный характер. Получение научного знания является главной целью научной деятельности. Изучать науку – это значит изучать деятельность ученого, технологию его действий по производству знаний. Любая форма деятельности представляет собой целенаправленную, процессуальную, структурированную активность. А это значит, что структура любой деятельности включает в себя следующие элементы: субъект, цель, объект, средства деятельности. Субъект науки – ключевой ее элемент. В научной познавательной деятельности в качестве субъекта выступает индивид (ученый), научный коллектив и научное сообщество. **Цель научной деятельности** – получение нового научного знания об объекте исследования. Конечная цель научного познания – выявление законов, в соответствии с которыми объекты могут быть преобразованы в человеческой деятельности в необходимый для общества продукт. Объект (предмет, предметная область) – это то, что именно изучает данная наука или научная дисциплина. Иначе говоря, это все то, на что направлена мысль исследователя, все, что может быть описано, воспринято, названо, выражено в мышлении и т. п.

Формой существования и развития науки является научное исследование.

Научное исследование – это деятельность, направленная на всестороннее изучение объекта, процесса или явления, их структуры и связей, а также получение и внедрение в практику полезных для человека результатов. Его объектом являются материальная или идеальная системы, а предметом – структура системы,

взаимодействие ее элементов, различные свойства, закономерности развития и т.д.

Научные исследования классифицируются по различным основаниям. По источнику финансирования различают научные исследования бюджетные, хоздоговорные и нефинансируемые. Бюджетные исследования финансируются из средств государственного бюджета. Хоздоговорные исследования финансируются организациями-заказчиками по хозяйственным договорам. Нефинансируемые исследования могут выполняться по инициативе ученого, индивидуальному плану преподавателя.

Фундаментальные научные исследования – это экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей среды. В области информационных технологий к фундаментальным исследованиям можно отнести исследования направленные на изучения искусственного интеллекта, машинного обучения, защита информации.

Прикладные научные исследования – это исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач. Иными словами, они направлены на решение проблем использования научных знаний, полученных в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности людей. Например, как прикладные можно рассматривать работы, связанные с исследованием системам для умного города (SMART City).

Поисковыми называют научные исследования, направленные на определение перспективности работы над темой, отыскание путей решения научных задач.

Разработкой называют исследование, которое направлено на внедрение в практику результатов конкретных фундаментальных и прикладных исследований (например, разработка информационной системы электронного правительства)

По длительности научные исследования можно разделить на долгосрочные, краткосрочные и экспресс-исследования.

В теории познания выделяют два уровня исследования: теоретический и эмпирический.

Теоретический уровень исследования характеризуется преобладанием логических методов познания. На этом уровне полученные факты исследуются, обрабатываются с помощью логических понятий, умозаключений, законов и других форм мышления.

Здесь исследуемые объекты мысленно анализируются, обобщаются, постигаются их сущность, внутренние связи, законы развития.

На эмпирическом уровне исследования познание с помощью органов чувств (эмпирия) может присутствовать, но оно является подчиненным.

Структурными компонентами теоретического познания являются проблема, гипотеза и теория.

Проблема – это сложная теоретическая или практическая задача, способы решения которой неизвестны или известны не полностью. Различают проблемы неразвитые (предпроблемы) и развитые.

Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

- возникновение на базе определенной теории, концепции;
- трудность, нестандартность задачи;
- решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
- пути решения проблемы неизвестны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Теория – это логически организованное знание, концептуальная система, которая адекватно и целостно отражает определенную область действительности.

Теория представляет собой одну из форм рациональной мыслительной деятельности.

Теория – это целостная система достоверных знаний.

Теория не только описывает совокупность фактов, но и объясняет их, выявляет происхождение и развитие явлений и процессов, их внутренние и внешние связи, причинные и иные зависимости.

Все содержащиеся в теории положения и выводы обоснованы, доказаны.

Теории классифицируют по предмету исследования. Различают социальные, математические, физические, химические, психологические, этические и прочие теории. Существуют и другие классификации теорий.

В современной методологии науки выделяют следующие структурные элементы теории:

- исходные основания – понятия, законы, аксиомы, прин-

ципы и т.д.;

- идеализированный объект – теоретическая модель какой-то части действительности, существенных свойств и связей изучаемых явлений и предметов;

- логика теории – совокупность определенных правил и способов доказывания;

- философские установки и социальные ценности;

- совокупность законов и положений, выведенных в качестве следствий из данной теории.

Структуру теории образуют понятия, суждения, законы, научные положения, учения, идеи и другие элементы.

Понятие – это мысль, отражающая существенные и необходимые признаки определенного множества предметов или явлений.

Категория – это общее, фундаментальное понятие, отражающее наиболее существенные свойства и отношения предметов и явлений. Категории бывают философскими, общенаучными и относящимися к отдельной отрасли науки.

Научный термин – это слово или сочетание слов, обозначающее понятие, применяемое в науке.

Совокупность понятий (терминов), которые используются в определенной науке, образует ее понятийный аппарат.

Суждение – это мысль, в которой утверждается или отрицается что-либо.

Принцип – это руководящая идея, основное исходное положение теории. Принципы бывают теоретическими и методологическими.

Аксиома – это положение, которое является исходным, недоказываемым, и из которого по установленным правилам выводятся другие положения.

Закон – это объективная, существенная, внутренняя, необходимая и устойчивая связь между явлениями, процессами.

Законы могут быть классифицированы по различным основаниям. Так, по основным сферам реальности можно выделить законы природы, общества, мышления и познания; по объему действия – всеобщие, общие и частные.

Закономерность – это:

- совокупность действия многих законов;

- система существенных, необходимых общих связей, каждая из которых составляет отдельный закон.

Положение – это научное утверждение, сформулированная

мысль. Учение – это совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности.

Идея – это: новое интуитивное объяснение события или явления; определяющее стержневое положение в теории.

Концепция – это система теоретических взглядов, объединенных научной идеей (научными идеями). Теоретические концепции обуславливают существование и содержание многих правовых норм и институтов.

Эмпирический уровень исследования характеризуется преобладанием чувственного познания (изучения внешнего мира посредством органов чувств). На этом уровне формы теоретического познания присутствуют, но имеют подчиненное значение.

Взаимодействие эмпирического и теоретического уровней исследования заключается в том, что:

- совокупность фактов составляет практическую основу теории или гипотезы;
- факты могут подтверждать теорию или опровергать ее;
- научный факт всегда пронизан теорией, поскольку он не может быть сформулирован без системы понятий, истолкован без теоретических представлений;
- эмпирическое исследование в современной науке определяется, направляется теорией.

Структуру эмпирического уровня исследования составляют факты, эмпирические обобщения и законы (зависимости).

Понятие «факт» употребляется в нескольких значениях:

- объективное событие, результат, относящийся к объективной реальности (факт действительности) либо к сфере сознания и познания (факт сознания);
- знание о каком-либо событии, явлении, достоверность которого доказана (истина);
- предложение, фиксирующее знание, полученное в ходе наблюдений и экспериментов.

Эмпирическое обобщение – это система определенных научных фактов.

Эмпирические законы отражают регулярность в явлениях, устойчивость в отношениях между наблюдаемыми явлениями. Эти законы теоретическим знанием не являются. В отличие от

теоретических законов, которые раскрывают существенные связи действительности, эмпирические законы отражают более поверхностный уровень зависимостей.

Контрольные вопросы

1. Что такое наука?
2. Какова основная цель научного знания?
3. Как классифицируются научные исследования?
4. Чем прикладные научные исследования отличаются от фундаментальных исследований?
5. Что такое объективность научного знания?
6. В чем заключается взаимодействие эмпирического и теоретического исследований?
7. Что такое теория? Приведите пример теории.
8. Перечислите структурные элементы теории.
9. Чем идея отличается от концепции?
10. Опишите структуру эмпирического уровня исследования.
11. Чем понятие отличается от положения?
12. Дайте общую характеристику методов исследования.

2 МЕТОДЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Классификация методов научного исследования

Известно, что исследовательский подход является одним из способов познания окружающего мира. И этот способ познания связан, прежде всего, с интеллектуальной деятельностью человека. Эта связь особенно важна для школьной и исследовательской практики. Здесь обычно приобщение к научно-исследовательской работе начинается с мотивации. Именно на этой стадии каждый участник должен увидеть вполне конкретные результаты своей будущей работы.

Приобщаясь к научно-исследовательской деятельности, студенты должны двигаться по своеобразной лестнице. Ступенька за ступенькой приведут к большому и серьезному результату. Прежде чем приступить к выполнению научно-исследовательской работы, нужно ознакомиться с существующими методами научного исследования.

МЕТОД (от греч. *methodos* – путь исследования или познания, теория, учение) – путь познания; способ построения и обоснования научного знания; способ, посредством которого познается предмет науки.

Методика поиска – это часть исследовательской системы, закономерна ее выражающая и позволяющая осуществлять исследовательскую деятельность. Выбор методов зависит от содержания тех этапов научного поиска, которые логически предшествуют этапам подбора и использования процедур, необходимых для проверки гипотезы. В свою очередь, все компоненты исследования определяются содержанием изучаемого, исходной концепцией исследователя. Содержанием исследования является не только его объект и предмет, но и исследовательская деятельность в целом, в которой метод связывает все элементы в единую динамическую систему.

Метод, таким образом, есть производное от общей концепции и стратегии исследования. Необходимо обосновать выбор методов, способы их сочетания на каждом этапе поиска, а также обосновать системы методов и приемов – методику исследования. На основе

классификации методов педагогического исследования В.И. Смирнова мы составили классификацию методов научного исследования.

В зависимости от сферы применения и степени общности различают методы:

- всеобщие (философские), действующие во всех науках и на всех этапах познания;
- общенаучные, которые могут применяться в гуманитарных, естественных и технических науках;
- частные – для родственных наук;
- специальные – для конкретной науки, области научного познания.

В зависимости от уровня познания выделяют методы теоретического и эмпирического исследования (Таблица 2.1)

Методы исследования классифицируют по отраслям науки: математические, физические, химические, биологические, медицинские, социально-экономические, и т.д.

Таблица 2.1 – Классификация методов исследования

Общенаучные	Конкретно-научные	
	теоретические	эмпирические
<p>социологические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анкетирование; - интервьюирование; - экспертные опросы; - рейтинг; <p>социально - психологические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - социометрия; - тестирование; - рейтинг; <p>математические:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ранжирование; - шкалирование; - индексирование; - корреляция. 	<ul style="list-style-type: none"> - анализ, синтез, сравнение; - идеализация; - формализация; - классификация; - индукция и дедукция; - моделирование; - абстракция и конкретизация; - противопоставление; - построение гипотез; - построение мысленного эксперимента; - прогнозирование; - предположение. 	<ul style="list-style-type: none"> - наблюдения (полевые и лабораторные); формализованные (по жесткой программе) и неформализованные; включенные; прямые и косвенные; сплошные и выборочные; - самонаблюдения; - измерение; - беседа; - опрос; - анкетирование; - эксперимент; (глобальный, локальный и микроэксперимент, естественный и лабораторный) - научная экспедиция; - тестирование.

2.2 Методы теоретического исследования

Основными методами теоретического исследования являются: анализ, синтез, сравнение, идеализация, формализация, гипотеза, классификация, абстракция и конкретизация, индукция и дедукция, моделирование, прогнозирование, предположение.

Анализ заключается в разложении изучаемого на единицы и раздельном изучении этих частей как элементов целого.

Синтез играет ведущую роль в исследовании, т.к. позволяет соединить части в целое, воссоздать из разрозненных частей нечто новое, единое, взаимодействующее с составными частями.

Анализ и синтез взаимосвязаны, они представляют собой единство противоположностей.

Анализ (и синтез) бывает:

- *прямой, или эмпирический* – используется для выделения отдельных частей объекта, обнаружения его свойств, простейших измерений и т. п.;

- *возвратный, или элементарно-теоретический* – базируется на некоторых теоретических соображениях причинно-следственной связи различных явлений или действия какой-либо закономерности. При этом выделяются и соединяются явления, представляющиеся существенными, а второстепенные игнорируются;

- *структурно-генетический* – требует вычленения в сложном явлении таких элементов, которые оказывают решающее влияние на все остальные стороны объекта.

Сравнение – установление сходства и различия предметов и явлений.

Метод сравнения будет плодотворным, если выполняются следующие требования:

- могут сравниваться только такие явления, между которыми может существовать определенная объективная общность;

- сравнение должно осуществляться по наиболее важным, существенным (в плане конкретной задачи) признакам.

Идеализация – это мысленное конструирование объектов, несуществующих в действительности или практически неосуществимых (например, абсолютно твердое тело, абсолютно черное тело, линия, плоскость).

Цель идеализации: лишить реальные объекты некоторых присущих им свойств и наделить (мысленно) эти объекты определенными нереальными и гипотетическими свойствами. При этом достижение цели осуществляется:

- *многоступенчатым абстрагированием* (например, абстрагирование от толщины приводит к понятию «плоскость»);
- *мысленным переходом* к предельному случаю в развитии какого-либо свойства (абсолютно твердое тело);
- *простым абстрагированием.*

Любая идеализация правомерна лишь в определенных пределах.

Формализация – метод изучения разнообразных объектов путем отображения их структуры в знаковой форме при помощи искусственных языков, например, в математике.

Достоинства формализации:

- обеспечивает обобщенность подхода к решению проблем;
- символика придает краткость и четкость фиксации значений;
- исключает двусмысленность обычного языка, так как символы однозначны;
- позволяет формировать знаковые модели объектов и заменять изучение реальных вещей и процессов изучением этих объектов.

Классификация – распределение информации на основе сравнения во взаимосвязанные группы, разряды или классы.

Дедукция и индукция – взаимообратные методы познания.

Дедуктивным называют такое умозаключение, в котором вывод о некотором элементе множества делается на основании знания общих свойств всего множества. Содержанием дедукции как метода познания является использование общих научных положений при исследовании конкретных явлений

Под индукцией понимается умозаключение от частного к общему, когда на основании знания о части предметов класса делается вывод о классе в целом.

Есть несколько *методов* установления причинной связи методами научной индукции:

1. *Метод единственного сходства.* Если два или более случаев исследуемого явления имеют общим лишь одно обстоятельство, а все остальные обстоятельства различны, то это единственное сходное обстоятельство является причиной рассматриваемого

явления.

2. *Метод единственного различия.* Если случай, в котором исследуемое явление наступает, и случай, в котором оно не наступает, во всем сходны и различны только в одном обстоятельстве, то это обстоятельство, присутствующее в одном случае и отсутствующее во втором, является причиной изучаемого явления.

3. *Соединенный метод* сходства и различия – комбинация двух первых методов

4. *Метод сопутствующих изменений.* Если возникновение или изменение одного явления вызывает определенное изменение другого, то оба эти явления находятся в причинной связи друг с другом.

5. *Метод остатков.* Если сложное явление вызывается сложной причиной, состоящей из совокупности определенных обстоятельств, и известно, что некоторые из этих обстоятельств являются причиной части явлений, то остаток этого явления вызывается остальными обстоятельствами.

Моделирование – создание на основе простой схемы, модели более сложного объекта, т.е. перенос реального объекта, процесса в условно создаваемую ситуацию, модель.

Под *моделями* понимаются системы, замещающие объект познания и служащие источником информации о нем. Модели – это такие аналоги, сходство которых с оригиналом существенно; а различие – несущественно.

Модели делят на два вида: *материальные и идеальные.*

Материальные модели воплощаются в определенном материале – дереве, металле, стекле и др.

Идеальные модели фиксируются в таких наглядных элементах, как чертежи, рисунки, схемы и др.

Метод моделирования имеет следующую *структуру*:

- постановка задачи;
- создание или выбор модели;
- исследование модели;
- перенос знания с модели на оригинал.

2.3 Методы эмпирические исследования

Основными методами эмпирического исследования являются: наблюдение, измерение, экспериментальное изучение (эксперименты), опрос, анкетирование, собеседование, тестирование и др.

Наблюдение – научный метод исследования, не ограниченный простой регистрацией фактов, а научно объясняющий причины исследуемого явления. Главная цель наблюдения – накопление фактов в их взаимосвязи.

Чтобы быть плодотворным, наблюдение должно удовлетворять следующим требованиям:

- преднамеренность (наблюдение ведется для определенной, четко поставленной задачи);
- планомерность (производится по плану, составленному по задачам наблюдения);
- целенаправленность (наблюдаются только интересующие стороны явления);
- активность (наблюдатель активно ищет нужные объекты, черты явления);
- систематичность (наблюдение ведется непрерывно или по определенной системе).

Измерение – это определение численного значения некоторой величины посредством единицы измерения. Измерение предполагает наличие следующих основных элементов: объекта измерения, эталона, измерительных приборов, метода измерения.

Измерение развилось из операции сравнения, тем не менее оно является более мощным и универсальным познавательным средством.

Эксперимент – метод изучения объекта, когда исследователь активно и целенаправленно воздействует на него путем создания искусственных условий или использования естественных условий, необходимых для выявления соответствующих свойств.

Преимущества **экспериментального изучения (эксперимента)** объекта по сравнению с наблюдением следующие:

- в процессе эксперимента можно изучать явление «в чистом виде», устранив побочные факторы, затемняющие основной процесс;
- в экспериментальных условиях можно исследовать свойства объектов;

- повторяемость эксперимента: можно проводить испытания столько раз, сколько это необходимо.

Эксперимент проводят *в следующих случаях*:

- при попытке обнаружения у объекта ранее неизвестных свойств;

- при проверке правильности теоретических построений;

- при демонстрации явления.

Опрос. Этот метод используется в двух основных формах: в виде интервью (устного опроса) и в виде анкетирования (письменного опроса). Опрос отражает субъективные мнения и оценки, но дает возможность быстро получить необходимую информацию. Поэтому опрос можно проводить на этапе первичного сбора материала.

Анкетирование – метод научного исследования, при котором опрос проводится письменно и используется набор структурно организованных вопросов (анкета).

Таблица 2.1 - Виды вопросов

Открытый	Закрытый	Прямой	Косвенный	Контрольный
Дается только вопрос, ответ формулирует сам отвечающий	Даются варианты ответов	Вопрос в личной форме, выясняет личные интересы опрашиваемых	Вопрос в безличной форме, выясняет отношение	Ответы на вопросы должны подтвердить выводы, сделанные на основании предыдущих вопросов

Требования к составлению анкеты

1. Вопросы должны быть логически связаны с темой исследования.

2. Вопросы должны быть понятными, не иметь двойственный смысл.

3. Вопросы излагаются в определенной последовательности.

4. Формулировка вопросов исключает подсказку.

5. Исключаются сложные многозначные слова.

6. Формулировка вопросов должна обеспечивать искренность, правдивость ответов.

7. Включаются наиболее существенные вопросы

Тестирование – метод диагностики, использующий стандартизированные вопросы и задачи (тесты), имеющие определенную шкалу значений.

Существенно важным для научного исследования является определение показателей количественных и качественных характеристик изучаемого явления. При этом особую значимость имеют количественные показатели и математическая обработка результатов как фактор доказательности.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «метод научного исследования».
2. Как классифицируются методы научного познания в зависимости от содержания изучаемых объектов?
3. Как классифицируются методы научного познания в зависимости от уровня познания?
4. Перечислите методы эмпирического исследования.
5. Перечислите методы теоретического исследования.
6. В чем состоит отличие наблюдения и измерения как методов эмпирических исследований?
7. В чем состоит отличие сравнения и эксперимента как методов эмпирических исследований?
8. Перечислите основные виды абстракции.
9. В чем состоит сходство и различие анализа и синтеза как методов познания?
10. Перечислите методы установления причинной связи методами научной индукции.
11. В чем состоит специфика идеализации как метода теоретического исследования?
12. Каковы достоинства формализации как метода теоретического исследования?
13. Каковы этапы развития гипотезы как метода теоретического исследования?
14. Чем отличается анализ от синтеза и что у них общего?

3

ЭТАПЫ РАБОТЫ НАД НАУЧНЫМ ИССЛЕДОВАНИЕМ

3.1 Структура и логика научного исследования

Работа над научно-исследовательской темой проходит ряд этапов, которые составляют так называемую структуру научного исследования. Разумеется, эта структура в значительной мере зависит от вида и целей работы, но для прикладных наук характерны определенные этапы.

Основные этапы научного исследования:

1. Подготовительный этап;
2. Исследовательский этап;
3. Оформление работы;
4. Апробация работы;
5. Внедрение результатов.

1 Подготовительный этап:

- выбор проблемы и темы исследования;
- обоснование необходимости проведения исследования;
- определение предмета и объекта исследования;
- определение гипотез, целей и задач исследования;
- разработка плана или программы научного исследования;
- подготовка средств исследования (инструментария).

2 Исследовательский этап:

- систематическое изучение литературы по теме;
- сбор статистических сведений и архивных материалов;
- проведение теоретических и эмпирических исследований;
- обработка, обобщение и анализ полученных данных;
- объяснение новых научных фактов, аргументирование и формулирование положений;
- выводы и практические рекомендации и предложения.

3 Оформление работы:

- уточнение композиции (построения, внутренней структуры) работы;
- уточнение заглавия, названий глав и параграфов;
- подготовка черновой рукописи и её редактирование;
- оформление текста, в том числе списка использованной литературы и приложений.

4 Апробация работы:

- написание научной статьи;
- участие в научных конференциях;
- публикация научной статьи в журналах;
- получение авторских свидетельств, предпатентов, патентов.

5 Внедрение результатов:

- применение результатов научной работы на практике в конкретных организациях и предприятиях;
- получение актов внедрения, доказывающих применимость результатов исследования и практическую ценность.

3.2 Подготовительный этап

3.2.1 Выбор приоритетного направления научного исследования по информационным технологиям

На сегодняшний день основными трендами в ИТ являются:

1. Большие данные. Big data посильны далеко не всем фирмам. Большинство организаций не обладает ни техническими возможностями работать с «большими данными», ни умением управлять ими. Поэтому лишь некоторые из них смогут воспользоваться этими данными для того, чтобы более эффективно конкурировать на рынке. По прогнозам, более 85% компаний не смогут научиться эффективно пользоваться «большими данными» для того, чтобы повысить свою конкурентоспособность без специалистов по большим данным.

2. Облачные хранилища. К концу 2017 г. более 70% крупнейших мировых компаний будут хранить важную информацию о своих клиентах и пользователях в «облачных» хранилищах, размещенных в ЦОДах внешних провайдеров (то есть не на соб-

ственных серверах). Данная тенденция будет обусловлена возможностью экономии на ИТ-затратах.

3. Мобильные приложения. По прогнозу, из 5 создаваемых программных продуктов только один продукт будет разрабатываться для персональных компьютеров как первостепенной рабочей платформы, остальные – в первую очередь для мобильных устройств: смартфонов и планшетов. Для сравнения, в 2011 г. число новых софтверных проектов для ПК и мобильных устройств совпадало. Смена приоритетов обусловлена стремительным распространением мобильной электроники. В ближайшие 4 года, утверждают в Gartner, 90% новых устройств, которые попадут в руки пользователей по всему миру, будут именно смартфонами и планшетами.

4. Интернет вещей – это возможность вещей людей дистанционно взаимодействовать через интернет в любое время и в любом месте, благодаря слиянию различных технологий. Сейчас можно идентифицировать объекты, предметы быта, оборудование и многое другое также, как людей, пользующихся интернетом.

5. Кибербезопасность. Популяризация «облачных» сервисов; личных смартфонов и планшетов, которые сотрудники предприятий будут использовать в работе, и, как следствие, возникновение новых способов взлома. В период с 2011 по 2016 гг. финансовый урон от действий кибермошенников будет возрастать.

6. Робототехника. Все, что нас окружает, может быть автоматизировано и роботизировано. Специалист робототехники занимается автоматизацией робототехнических действий, конфигурацией оборудования в момент запуска автоматизированных объектов. Современная армия роботов – это тренд в военном деле развитых стран.

3.2.2 Выбор темы научного исследования

Тема - отражает характерные черты проблемы и, следовательно, имеет в идеале проблемный характер. Кроме того, в теме содержится способ решения проблемы, сформулированный в краткой форме, вместе с тем ясно, недвусмысленно, точно, рекламно.

Научная проблема – это совокупность сложных теоретических и (или) практических задач; совокупность тем научно-исследовательской работы. Проблема может быть отраслевой, меж-

отраслевой, глобальной. К примеру, проблема борьбы с эпидемией ВИЧ-инфекции является не только межотраслевой, но и глобальной, поскольку затрагивает интересы мирового сообщества.

Формулировка проблемы (темы) – это определение задачи, которая требует решения. Проблемы бывают технологические и научные. Технологическая проблема – это противоречие между потребностями конкретного производства и существующим технологическим уровнем на предприятии. Научная (гносеологическая) проблема – это противоречие между знаниями о потребностях биотехнологии и незнанием путей и средств их удовлетворения. Такие проблемы решаются путем создания теории, выработки практических рекомендаций. Например, научной проблемой является разработка теоретических основ иммобилизации ферментов.

Научная тема – это сложная, требующая решения задача. Темы могут быть теоретическими, практическими и смешанными.

Теоретические темы разрабатываются преимущественно с использованием литературных источников. Примеры таких тем – анализ предметной области, существующих трендов в области информационных технологий и др.

Практические темы разрабатываются на основе изучения, обобщения и анализа производственной и лабораторно-исследовательской практики. Например, такими темами являются: разработка мобильных приложений на основе новых моделей и алгоритмов, информационных порталов, программно-аппаратных комплектов, информационных систем и сетей и др.

Смешанные темы сочетают в себе теоретический и практический аспекты исследования.

Актуальные темы исследования и разработки по ИТ

(источник АО «Зерде» и АО «Казтелеком»)

1. Анализ и сравнение существующих технологических платформ по Big data на основе свободного программного обеспечения.

2. Разработка платформы Big data на основе свободного программного обеспечения.

3. Построение математических и скоринговых моделей для обработки больших массивов данных с целью определения

наиболее привлекательных и низких по уровню погрешности моделей.

4. Применение Big Data в электронном правительстве для повышения качества предоставления государственных услуг.

5. Использование Big Data в образовании для определения качества и уровня освоения материала и определения персонализированного подхода для учеников.

6. Применение Big Data в медицине для прогнозирования и превентивной диагностики заболеваний у пациентов.

7. Применение Big Data в сельском хозяйстве для прогнозирования заболеваемости в животноводстве.

8. Применение Big Data в макроэкономике для анализа экономических и социальных показателей для прогноза уровня инфляции, спроса, роста ВВП и социальной напряженности населения.

9. Применение Big Data в торговле для построения клиентского профиля и предоставления персонализированных услуг и продуктов.

10. Применение Big Data в телекоммуникационной индустрии для поведенческого анализа абонентов и прогнозирования их оттока.

11. Анализ и сравнение существующих технологий сетей категории LPWAN.

12. Создание платформы ПО Интернет вещей на базе свободного программного обеспечения.

13. Разработка прототипов девайсов ПО Интернет вещей, работающих на технологиях LPWAN и LTE.

14. Применение технологий Интернет вещей для безналичных платежей (NFC) (разработка прототипов приложений).

15. Применение технологий Интернет вещей в рамках проектов «Умный город» (разработка прототипов приложений).

16. Применение технологий Интернет вещей для промышленных предприятий на производстве (разработка прототипов приложений).

17. Применение технологий Интернет вещей в здравоохранении для дистанционной медицины и удаленного мониторинга состояния здоровья пациента (разработка прототипов приложений).

18. Применение технологий Интернет вещей в транспорте для безопасности, съема и передачи данных (разработка прототипов приложений).

19. Применение технологий Интернет вещей в ЖКХ для учета, контроля и сбора данных по расходам на энергию, газ, воду и прочее (разработка прототипов приложений).

20. Применение технологий Интернет вещей в безопасности для съема данных с видеокамер и датчиков фиксации (разработка прототипов приложений).

21. Применение технологий Интернет вещей в сельском хозяйстве для мониторинга расходов на топливо машин, дистанционного мониторинга урожая и складского учета (разработка прототипов приложений).

22. Анализ и сравнение существующих технологических платформ и решений по blockchain.

23. Применение технологий blockchain для «умных» контрактов.

24. Применение технологий blockchain для банков и финансовых операций.

25. Применение технологий blockchain для нового Финансового центра г.Астана.

26. Применение технологий blockchain для хранения и обработки медицинских записей.

27. Применение технологий blockchain для акцизов для отслеживания происхождения товаров и их компонентов.

28. Применение технологий blockchain для кибербезопасности.

3.2.3 Определение предмета и объекта исследования

Объект исследования – это та совокупность связей и отношений, свойств, которая существует объективно в теории и практике и служит источником необходимой для исследователя информации.

Предмет исследования более конкретен. Он включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в работе, устанавливают границы научного поиска. В каждом объекте можно выделить несколько предметов исследования.

Объект и предмет – исследования не одно и то же, хотя нередко их отождествляют. Объект выступает как заданное, предмет – как то, что отыскивается, устанавливается. Предмет исследования определяет цель и задачи самого исследования.

Пример №3.1

*Объект исследования: информационно-обучающая система.
Предмет исследования: разработка многокритериальной модели принятия решений управления процессом обучения в информационно-обучающей системе.*

3.2.4 Определение гипотезы, цели и задач исследования

Гипотеза – это требующее проверки и доказательства предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов.

Научная гипотеза имеет следующие характерные свойства:

- релевантность, т.е. относимость к фактам, на которые она опирается;
- проверяемость опытным путем, сопоставляемость с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы);
- совместимость с существующим научным знанием;
- гипотеза должна обладать объяснительной силой – из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Большей объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой выводится наибольшее количество фактов;
- простота – гипотеза не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений.

Требования к гипотезе:

- соответствие фактам;
- проверяемость;
- простота;
- приложимость к широкому кругу явлений.

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные.

Описательная гипотеза – это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта.

Объяснительная гипотеза – это предположение о причинно-следственных зависимостях.

Прогнозная гипотеза – это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Формирование гипотезы – сложный, но очень важный процесс для начинающего исследователя. В результате этой деятельности развиваются способности к конструированию знаний, к аналогиям и переносу, формируется проблемное видение, альтернативное мышление, т.е. творческие способности.

Помните, что предлагаемая вами гипотеза может быть и парадоксальна, главное – уметь ее доказать и аргументировать. Закон Кларка о радикальных идеях гласит: «Каждая радикальная идея – в науке, политике, искусстве – вызывает три стадии ответной реакции:

1. "Это невозможно, и не отнимайте у меня время!"
2. "Может быть и так, но, право, не стоит за это браться..."
3. "Я же всегда говорил, что это отличная мысль!"»

Цель формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Цель конкретизируется и развивается в задачах исследования.

Пример №3.2

Цель исследования: разработка информационно-обучающей системы на основе многокритериальной модели принятия решений с целью увеличения эффективности процесса обучения, оказания более качественных электронных образовательных услуг.

Цель отвечает на вопросы: Что? Для чего? Ради чего? Зачем? С какой целью? На основе чего? В чем отличие?

Из предмета исследования вытекают основные задачи исследования. Обычно их выдвигают не более трех или четырех, относя более частные задачи в качестве подзадач к одной из основных. Единого стандарта в формулировке задач быть не может. Но все же первая из выдвигаемых задач связана с анализом существующих исследований и методик изучаемого

объекта; вторая задача может быть нацелена на разработку моделей, структур, архитектур системы; третья задача – на создание, разработку конкретных методик и алгоритмов, четвертая задача – на разработку конкретного программного обеспечения. Также задачами исследования могут быть внедрение данной разработки и проверка ее эффективности.

Пример №3.3

Задачи исследования:

- *анализ существующих исследований и разработок в области проектирования информационно-обучающих систем;*
- *разработка многокритериальной модели принятия решений для управления процессом обучения в информационной системе;*
- *разработка новых методов и алгоритмов оценки уровня знаний;*
- *разработка структуры и архитектуры информационно-обучающей системы, ориентированной на человеко-машинное взаимодействие;*
- *разработка информационного и программного обеспечения обучающей системы;*
- *внедрение программного обеспечения в образовательные учреждения;*
- *проверка эффективности работы информационно-обучающей системы.*

3.2.5 Разработка плана или программы научного исследования

Планирование научно-исследовательской работы имеет важное значение для ее рациональной организации.

Научно-исследовательские организации и образовательные учреждения разрабатывают планы работы на год на основе целевых комплексных программ, долгосрочных научных и научно-технических программ, хозяйственных договоров и заявок на исследования, представленных заказчиками.

Научная работа кафедр учебных заведений организуется и проводится в соответствии с планами работы на учебный год. Профессора, преподаватели и магистранты выполняют научно-исследовательские работы по индивидуальным планам.

Планируется и научно-исследовательская работа студентов

(НИРС). Планы работы учебных заведений и кафедр могут содержать соответствующий раздел о НИРСе. По планам работают студенческие научные кружки и исследовательские группы.

В научно-исследовательских и образовательных учреждениях по темам научно-исследовательских работ составляются рабочие программы и планы-графики их выполнения. При подготовке монографий, учебников, учебных пособий и лекций разрабатываются планы-проспекты этих работ.

Рабочая программа – это изложение общей концепции исследования в соответствии с его целями и гипотезами. Она состоит, как правило, из двух разделов: *методологического* и *процедурного*.

Методологический раздел включает:

- формулировку проблемы или темы;
- определение объекта и предмета исследования;
- определение цели и постановку задач исследования;
- интерпретацию основных понятий;
- формулировку рабочих гипотез.

Процедурный раздел рабочей программы включает:

- принципиальный план исследования;
- изложение основных процедур сбора и анализа эмпирического материала.

Конкретное научное исследование осуществляется по принципиальному плану, который строится в зависимости от количества информации об объекте исследования. Планы бывают поисковые, аналитические (описательные) и экспериментальные.

Поисковый план применяется, если об объекте и предмете исследования нет ясных представлений и трудно выдвинуть рабочую гипотезу. Цель составления такого плана – уточнение темы (проблемы) и формулировка гипотезы. Обычно он применяется, когда по теме отсутствует литература или ее очень мало.

Описательный план используется тогда, когда можно выделить объект и предмет исследования и сформулировать описательную гипотезу. Цель плана – проверить эту гипотезу, описать факты, характеризующие объект исследования.

Экспериментальный план включает разработку и тестирование. Он применяется тогда, когда сформулированы научная проблема и объяснительная гипотеза. Цель плана –

определение причинно-следственных связей в исследуемом объекте.

В процедурной части программы обосновывается выбор методов исследования, показывается связь данных методов с целями, задачами и гипотезами исследования.

При выборе того или иного метода следует учитывать, что он должен быть:

- *эффективным*, т.е. обеспечивающим достижение поставленной цели и необходимую степень точности исследования;
- *экономичным*, т.е. позволяющим сэкономить время, силы и средства исследователя;
- *простым*, т.е. доступным исследователю соответствующей квалификации;
- *безопасным* для здоровья и жизни людей;
- *допустимым* с точки зрения морали и норм права;
- *научным*, т.е. имеющим прочную научную основу.

Студенты вузов не разрабатывают рабочие программы научных исследований, но они составляют *планы подготовки учебных работ*. План магистерской, дипломной или курсовой работы должен содержать введение, основную часть, разбитую на разделы и подразделы (вопросы), и заключение.

План может быть *простым* или *сложным*. Простой план содержит перечень основных вопросов. В сложном плане каждый раздел разбивается на подразделы. Иногда составляют *комбинированный* план, где одни разделы разбиваются на подразделы, а другие оставляют без дополнительной рубрикации.

При составлении плана следует стремиться, чтобы:

- вопросы соответствовали выбранной теме и не выходили за пределы;
- вопросы темы располагались в логической последовательности;
- в него обязательно были включены вопросы темы, отражающие основные аспекты исследования;
- тема была исследована всесторонне.

План не является окончательным и в процессе исследования может меняться, поскольку могут быть найдены новые аспекты изучения объекта и решения научной задачи.

Чтобы упорядочить основные этапы научно-исследовательской работы в соответствии с планом (программой)

исследования, календарными сроками, составляется *рабочий план* (план-график) выполнения работ.

Студент должен уметь так выстроить логическую очередность выполнения работ, чтобы она в установленные сроки привела к достижению поставленной цели и решению научной задачи. В работе необходимо выделить главное, на чем следует сосредоточить внимание в данный момент, но вместе с тем нельзя упускать из поля зрения детали.

Научиться не только смотреть, но и видеть, замечать важные частности, видеть большое в малом, не уклоняясь от намеченной главной линии исследования, – это очень важное качество исследователя.

Пример №3.4

Абстракт

Тема: *«Разработка системы диагностики уровня знаний на основе многокритериальной модели принятия решений».*

Актуальность работы

Разработка программы тестирования на основе многокритериальной модели принятия решений обусловлена как научными целями расширения представлений об информационных процессах диагностики уровня знаний, так и практическими целями создания более эффективных моделей и алгоритмов, внедрение которых способствует обеспечению повышения объективности измерения и оценки.

Цель работы – *разработка принципиально новых моделей, методов и алгоритмов измерения уровня знаний с целью повышения объективности оценки на основе теории принятия решений.*

Сформулированная цель потребовала решения следующих задач:

- *анализ существующих исследований и разработок в области организации систем диагностики уровня знаний;*
- *разработка многокритериальной модели;*
- *разработка модели принятия решений выставления оценки;*
- *разработка архитектуры информационной системы оценки знаний, ориентированной на человеко-машинное взаимодействие;*

- проектирование и разработка программы тестирования на основе многокритериальной модели принятия;
- внедрение программного обеспечения в организации образования.

Методы исследования: методы теоретического исследования: анализ, синтез, сравнение; экспериментальный метод; математическое моделирование; элементы теории принятия решений; теория вероятности.

Объектом исследования являются процессы диагностики уровня знаний, а **предметом исследования** - разработка эффективных моделей и алгоритмов измерения уровня знаний и принятие решения выставления оценки.

Новизна работы и личностный вклад:

- предложена многокритериальная модель оценки уровня знаний обучаемого, учитывающая особенности информационного процесса обучения;
- впервые в модели предложен критерий уровня сомнений пользователя во время прохождения тестирования;
- разработана база знаний, состоящая из правил принятия решений выставления оценки;
- впервые реализована программа тестирования на основе многокритериальной модели принятия решений, обеспечивающая объективную оценку уровня знаний.

Практическая значимость работы состоит в том, что использование разработанной программы диагностики уровня знаний, созданной на основании результатов, полученных в работе, приводит к уменьшению количества необходимого для диагностики времени примерно в 1,5-2,0 раза. А разработанная многокритериальная модель уровня знаний позволяет повысить объективность по сравнению с контрольными группами примерно в 3-4 раза.

Реализация результатов работы

На основании полученных результатов научной работы разработан программный продукт, апробирован и внедрен в Институт повышения квалификации и переподготовки кадров системы образования (ИПК ПКСО) г. Алматы для определения соответствия заявленному уровню квалификации педагогических работников г. Алматы.

Публикации и акты внедрения

Основные результаты исследований и разработки изложены в статье «Программа тестирования на основе многокритериальной модели принятия решений», опубликованной в научно-популярном физико-математическом журнале «ФИЗМАТ». По работе имеется один акт внедрения ИПК ПКСО г. Алматы.

3.2.6 Выбор инструментальных средств исследования

Инструментальные средства информационных технологий для исследований можно разделить на две большие группы: базовые и прикладные.

К базовым программным средствам относятся:

- операционные системы (ОС);
- языки программирования;
- программные среды;
- системы управления базами данных (СУБД).

Прикладные программные средства предназначены для решения комплекса задач или отдельных задач в различных предметных областях.

Существует специализированный класс инструментальных средств под общим названием **CASE (Computer Added System Engineering)** – средства компьютерного проектирования, или CASE-технологии, которые также можно разделить на подклассы инструментальных средств поддержки процесса проектирования:

- приложений (программных средств - спецификация требований, алгоритмизация и программирование, отладка, документирование программ);
- баз данных (моделирование данных, проектирование логической и физической модели базы данных, разработка технологии создания и администрирования базы данных);
- информационных технологий управления для бизнес-процессов (анализ, моделирование и реализация бизнес-процессов с использованием средств информационных технологий).

Большинство стандартов графического представления бизнес-процессов и структур баз данных:

- IDEF0 (методологии семейства Integrated Computer-Aided Manufacturing – ICAM для моделирования сложных систем) – функциональная декомпозиция бизнес-процесса;
- IDEF3 – моделирование технологических процессов;

- DFD – моделирование потоков данных для разработки схемы документооборота, выбора мест хранения данных; базы данных;

- BPMN (Business Process Modeling Notation) – нотация для моделирования бизнес-процессов, поддерживаемая Object Management Group;

- UML (Unified Modeling Language) – унифицированный язык объектного программирования.

Сервисно-ориентированная архитектура приложений (Services-oriented architecture - SOA) – модульный подход к разработке программного обеспечения для их многократного использования в виде сервисов (служб) или Web-сервисов с помощью стандартных протоколов на основе промышленной платформы интеграции (платформы IBM WebSphere, Microsoft Windows Communication Foundation, SAP NetWeaver и др.).

Облачные вычисления (cloud computing) предназначены для обеспечения повсеместного доступа к вычислительным ресурсам провайдеров (ИТ-инфраструктуре, программным продуктам, производственным площадям) в целях сокращения затрат на информационные технологии, их преобразования в эксплуатационные (операционные) вместо капитальных (инвестиционных).

MATLAB – пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете. Пакет используют более миллиона инженерных и научных работников, он работает на большинстве современных операционных систем, включая Linux, Mac OS, Solaris Microsoft Windows. Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования. Программы, написанные на MATLAB, бывают двух типов – функции и скрипты. Функции имеют входные и выходные аргументы, а также собственное рабочее пространство для хранения промежуточных результатов вычислений и переменных. Скрипты же используют общее рабочее пространство. Как скрипты, так и функции сохраняются в виде текстовых файлов и компилируются в машинный код

динамически. Существует также возможность сохранять так называемые pre-parsed программы – функции и скрипты, обработанные в вид, удобный для машинного исполнения. В общем случае такие программы выполняются быстрее обычных, особенно если функция содержит команды построения графиков. Основной особенностью языка MATLAB являются его широкие возможности по работе с матрицами.

Microsoft Excel – программа для работы с электронными таблицами для обработки статистических расчетов и создания диаграмм, со встроенным языком макропрограммирования VBA (Visual Basic for Application). Ценной возможностью Excel является возможность писать код на основе Visual Basic для приложений. Этот код пишется с использованием отдельного от таблиц редактора. Управление электронной таблицей осуществляется посредством объектно-ориентированной модели кода и данных. С помощью этого кода данные входных таблиц будут мгновенно обрабатываться и отображаться в таблицах и диаграммах (графиках). Таблица становится интерфейсом кода, позволяя легко работать, изменять его и управлять расчётами для проведения научных исследований, в том числе, обработки результатов.

3.3 Исследовательский этап

3.3.1 Изучение литературы по теме исследования

Сущность данного этапа работы заключается в формировании у студента умений подбирать литературу по заданной теме, грамотно составлять библиографический список. При выполнении этой работы должны быть учтены следующие требования:

1. В библиографический список необходимо включить не менее 25 различных по своему характеру источников, среди которых должны быть монографии, статьи из сборников и различных научно-популярных журналов, авторефераты диссертаций, специальные исследования и другие работы, статьи и тезисы научных конференций.

Принцип новизны и актуальности предполагает, что следует чаще обращаться к литературе последних 3-5 лет, а принцип всестороннего и комплексного рассмотрения проблемы – к литературе казахстанской, российской, мировой.

2. Все включенные в список работы располагаются в порядке следования их в тексте исследования.

3. Список источников следует нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

4. Ссылки на использованные источники в тексте следует приводить в квадратных скобках.

5. При описании источника необходимо указать фамилию автора, инициалы, название работы, выходные данные: место издания, издательство, год, количество страниц. В случае, когда дается описание журнальной статьи, необходимо указать название журнала, год выпуска, номер, в котором данная статья опубликована. При описании сборника статей обязательно после названия сборника приводится фамилия его редактора.

6. Библиографическая запись выполняется на языке оригинала.

Виды научных изданий

Научным считается издание, содержащее результаты теоретических и (или) экспериментальных исследований, а также научно подготовленные к публикации памятники культуры и исторические документы.

Научные издания делятся на следующие *виды*: монография, автореферат диссертации, препринт, сборник научных трудов, материалы научной конференции, тезисы докладов научной конференции, научно-популярное издание.

Монография – научное или научно-популярное книжное издание, содержащее полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащее одному или нескольким авторам.

Автореферат диссертации – научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного им исследования, представляемого на соискание ученой степени.

Препринт – научное издание, содержащее материалы предварительного характера, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены.

Сборник научных трудов – сборник, содержащий исследовательские материалы научных учреждений, учебных заведений или обществ.

Материалы научной конференции – научный неперIODический сборник, содержащий итоги научной конференции (программы, доклады, рекомендации, решения).

Тезисы докладов (сообщений) научной конференции – научный неперIODический сборник, содержащий опубликованные до начала конференции материалы предварительного характера (аннотации, рефераты докладов и сообщений).

Научно-популярное издание – издание, содержащее сведения о теоретических и экспериментальных исследованиях в области науки, культуры и техники, изложенные в форме, доступной читателю-неспециалисту.

Виды учебных изданий

Учебное издание – это издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для преподавания и изучения, и рассчитанное на учащихся разного возраста и степени обучения. Виды учебных изданий: учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие и др.

Учебник – учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины (ее раздела, части), соответствующее учебной программе и официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Учебное пособие – учебное издание, дополняющее или частично (полностью) заменяющее учебник, официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Учебно-методическое пособие – учебное издание, содержащее как изложение дисциплины, так и методические материалы к проведению практических и самостоятельных индивидуальных работ, материалы по методике преподавания учебной дисциплины (ее раздела, части) или по методике воспитания.

Справочно-информационные издания

Справочное издание – издание, содержащее краткие сведения научного или прикладного характера, расположенные в порядке, удобном для их быстрого отыскания, не предназначенное для сплошного чтения. Это словари, энциклопедии, справочники специалиста и др.

Информационное издание – издание, содержащее систематизированные сведения о документах (опубликованных, неопубликованных, непубликуемых) либо результат анализа и обобщения сведений, представленных в первоисточниках, выпускаемое организацией, осуществляющей научно-информационную деятельность, в том числе органами научно-технической информации. Эти издания могут быть библиографическими, реферативными, обзорными.

Библиографическое издание – это информационное издание, содержащее упорядоченную совокупность библиографических записей (описаний).

Реферативное издание – это информационное издание, содержащее упорядоченную совокупность библиографических записей, включающих рефераты. К ним относятся реферативные журналы, реферативные сборники, информационные листки и экспресс-информация.

Обзорное издание – это информационное издание, содержащее публикацию одного или нескольких обзоров, включающих результаты анализа и обобщения представленных в источниках сведений.

Издания могут быть непериодическими, периодическими и продолжающимися.

Непериодическое издание выходит однократно, и его продолжение заранее не предусмотрено. Это книги, брошюры, листовки. *Книга* – книжное издание объемом свыше 48 страниц. *Брошюра* – книжное издание объемом свыше четырех, но не более 48 страниц. Текстовое листовое издание объемом от одной до четырех страниц называется *листовкой*.

Периодические издания выходят через определенные промежутки времени, постоянным для каждого года числом номеров (выпусков), не повторяющимися по содержанию, однотипно оформленными, нумерованными и (или) датированными выпусками, имеющими одинаковое заглавие. Это газеты, журналы, бюллетени, вестники.

Газета – периодическое газетное издание, выходящее через краткие промежутки времени, содержащее официальные материалы, оперативную информацию и статьи по актуальным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, а также литературные произведения и рекламу.

Журнал – это периодическое текстовое издание, содержащее статьи или рефераты по различным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, литературно-художественные произведения, имеющие постоянную рубрику, официально утвержденное в качестве данного вида издания.

Бюллетени и вестники могут быть периодическими или продолжающимися изданиями.

Продолжающиеся издания выходят через неопределенные промежутки времени, по мере накопления материала, не повторяющимися по содержанию, однотипно оформленными и (или) датированными выпусками, имеющими общее заглавие.

Бюллетень (вестник) – это периодическое или продолжающееся издание, выпускаемое оперативно, содержащее краткие официальные материалы по вопросам, входящим в круг ведения выпускающей его организации.

В завершение краткой характеристики основных источников научной информации следует упомянуть небумажные, нетрадиционные источники: кинофильмы, видеофильмы, микрофильмы, магнитные и оптические диски и др.

Пример №3.5

Образцы описания литературных источников

Журналы

1 Абуова Г.Н., Лизинфельд И.А. Масштабы ВИЧ-инфекции в мире и Южно-Казахстанской области // Наука и образование Южного Казахстана. – 2009. – № 1 (74). – С. 135-139.

2 Третьяков Ю.Д. Процессы самоорганизации в химии материалов // Успехи химии. – 2003. – Т. 72, № 4. – С. 731-763.

3 [Текст] : роман / Дж. Оруэлл; пер. с англ. В. Гольшевой // Новый мир. – 1989. – № 2. – С. 132-172; № 3. – С. 140-189; № 4. – С. 92-128.

4 Пак Н.С. Социологические проблемы языковых контактов // Вестник КазУМОиМЯ. Серия Филология. – Алматы, 2007. – № 2(10). – С. 270-278.

Книги

1 Назарбаев Н.А. В потоке истории. – Алматы: Атамура,

1999. – 296 с.

2 Агафонова Н.Н. Гражданское право: учебное пособие для вузов / под ред. А.Г. Калпина. – Изд. 2-е, перер. и доп. – М.: Юрист, 2003. – 542 с.

3 Надиров Н.К. Высоковязкие нефти и природные битумы: в 5 т. – Алматы: Ғылым, 2001. – Т. 4. – 369 с.

4 Гембицкий Е.В. Нейроциркуляторная гипотония и гипотонические (гипотензивные) состояния: руководство по кардиологии: в 5 т. / под ред. Е.И. Чазова. – М.: Изд-во Медицина, 1982. – Т. 4. – С. 101-117.

5 Портер М.Е. Международная конкуренция / пер. с англ.; под ред. В.Д. Щепина. – М.: Международные отношения, 1993. – 140 с.

6 Павлов Б.П. Батуев С.П. Подготовка водомазутных эмульсий для сжигания в топочных устройствах // В кн.: Повышение эффективности использования газообразного и жидкого топлива в печах и отопительных котлах. – Л.: Недра, 1983. – 216 с.

Сборники

1 Зимин А.И. Влияние состава топливных эмульсий на концентрацию оксидов азота и серы в выбросах промышленных котельных // Экологическая защита городов: тез. докл. науч.-техн. конф. – М.: Наука, 1996. – С. 77-79.

2 Лотман Ю. М., Успенский П.А. Отзвуки концепции «Москва – третий Рим» в идеологии Петра I: (к проблеме средневековой традиции в культуре барокко) // Избр. статьи: в 3 т. – Таллин, 1993. – Т. 2. – С. 9-21.

3 Паржанов Ж.А., Моминов Х., Жигитеков Т.А. Товарные свойства каракуля при разном способе консервирования // Научно-технический прогресс. междунар. науч.-практ. конф., посв. 1500-летию г. Туркестан. – Шымкент, 2000. – С.115-120.

4 Абусейтова М.Х. История Центральной Азии: концепции, методология и новые подходы // Матер. междунар. науч. конф. «К новым стандартам в развитии общественных наук в Центральной Азии». – Алматы: Дайк-Пресс, 2006. – С. 10-17.

Законодательные материалы

1 Постановление Правительства Республики Казахстан. О вопросах кредитования аграрного сектора: утв. 25 января 2001

года, № 137.

2 Постановление Правительства Республики Казахстан. Об утверждении Плана первоочередных действий по обеспечению стабильности социально-экономического развития Республики Казахстан: утв. 6 ноября 2007 года, № 1039 // ИС ПАРАГРАФ. – 2009, октябрь – 20.

3 Указ Президента Республики Казахстан. О некоторых вопросах развития агропромышленного комплекса: утв. 11 декабря 2006 года, № 220.

4 Стратегический план развития Республики Казахстан до 2010 года: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 4 декабря 2001 года, № 735 // www.minplan.kz. 28.12.2001.

5 План первоочередных действий по обеспечению стабильности социально-экономического развития Республики Казахстан: утв. Постановлением Правительства Республики Казахстан от 6 ноября 2007 года, №1039//www.kdb.kz.

6 Республика Казахстан. Закон РК. О государственных закупках: принят 21 июля 2007 года

7 Стратегический план Агентства РК по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2014 годы: утв. постановлением Правительства РК от 3 марта 2010 года, № 17.

Патентные документы

1 А.с. 549473. Способ первичной обработки кожевенного сырья / Р.И. Лаупакас, А.А. Скородянис; опубл. 30.09.1989, Бюл. № 34. – 2 с.

2 Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК ⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающие устройства / Чугаева В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 200131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 22.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

Газеты

1 Байтова А. Инновационно-технологическое развитие – ключевой фактор повышения конкурентоспособности // Казахстанская правда. – 2009. – № 269.

2 На реализацию проекта «Актау-Сити» будет направлено 36 млрд. тг // ПАНОРАМА – 2009, октябрь – 16.

3 Кузьмин Николай. Универсальный солдат. «Эксперт

Online» <http://www.nomad.su> 13.10.2009.

Стандарт (ГОСТы)

1 ГОСТ 10749.1-80. Спирт этиловый технический. Методы анализа. – Взамен ГОСТ 10749-72 ; введ. 01.01.82 до 01.01.87. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

2 ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – Взамен ГОСТ 7.1–84, ГОСТ 7.16–79, ГОСТ 7.18–79, ГОСТ 7.34–81, ГОСТ 7.40–82 ; введ. 2004–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – III, 48 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

3 ГОСТ 7.80–2000. Библиографическая запись. Заголовок. – Введ. 2001–07–01. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – III, 8 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

4 ГОСТ 7.11–78. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках библиографическом описании. – Переиздание (август 1981 г.) с Изменением № 1, утв. авг. 1981 г. – Взамен ГОСТ 7.11–70 ; введ. 1979–07–01.– М. : Изд-во стандартов, 1982. – 224 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

Электронные ресурсы

1 Internet шаг за шагом [Электронный ресурс] : [интерактив. учеб.]. – Электрон. дан. и прогр. – СПб. : ПитерКом, 1977. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) + прил. (127 с.). – Систем. требования: ПК от 486 DX 66 МГц ; RAM 16 Мб ; Windows 95 ; зв. плата ; динамики или наушники. – загл. с экрана.

2 Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ ; ред. Власенко Т. В. ; Web-мастер Козлова Н. В. – Электрон. Дан. – М. : Рос. гос. б-ка, 1977. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

Неопубликованные документы

Отчеты о научно-исследовательской работе

1 Формирование и анализ фондов непубликуемых документов, отражающих состояние науки Республики Казахстан: отчет о НИР (заключительный) / НЦ НТИ: рук. Сулейменов Е. З.; исполн.: Кульевская Ю. Г. – Алматы, 2008. – 166 с. – № ГР 0107РК00472. – Инв. № 0208РК01670.

Диссертации

1 Хамидбаев К.Я. Каракульские смушки Казахстана и некоторые факторы, обуславливающие их изменчивость: автореф. ... к. с.-х. н.: 06.02.01. – Алма-Ата: Атамура, 1968. – 21 с.

2 Избаиров А.К. Нетрадиционные исламские направления в независимых государствах Центральной Азии: дис. ... д. и. н.: 07.00.03 / Институт востоковедения им. Р.Б. Сулейменова. – Алматы, 2009. – 270 с. – Инв. № 0509РК00125.

Депонированные рукописи

1 Разумовский В.А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / Институт экономики. – Алматы, 2000. – 116 с. – Деп. в КазгосИНТИ 13.06.2000. – № Ка00144.

Препринт

1 Пономарь А.Б, Белкин В.В. Стратегия моделирования и обработки массивов данных в АСУП непрерывных станов горячей прокатки: Препринт АН Украины. Ин-т кибернетики; 86-76. – К.: 1976. – 45 с.

Отчет о научно-исследовательской работе

1 Проведение испытаний и исследований теплотехнических свойств камер КХС-2-12-ВЗ и КХС-2-12-КЗЮ: Отчет о НИР / Всесоюзн. заочн. ин-т пищ. пром-ти. – ОЦО 102ТЗ; № ГР 800571; Инв. № В 119692. – М., 1981. – 90 с.

Авторское свидетельство

Линейный импульсный модулятор: А. с. 1626362. Украина, МКІ НОЗК7/02 / В.Г. Петров. – № 4653428.21; Заявлено 23.03.92; Надрук. 30.03.93, Бюл. № 13. – 4с.іл.

Патент

Пат. 4601572 США. МКИ G 03 B 27/74. Microfilming system with zone controlled adaptive lighting; Пат. 4601572 США, МКИ G 03 B 27/24 / D.S. Wise (США); McGrew-Hill Inc. – № 721205; Заявл. 09.04.85; Опубл. 22.06.86; НКИ 355/68. – 3 с.

Каталог

Каталог млекопитающих СССР. Плиоцен – современность / АН СССР, Зоол. Ин-т: Под ред. И.М. Громова, Г.И. Барановой. – Л.: Наука, Ленингр. Отд-ние, 1981. – 456 с.

Инструкция

Типовая инструкция по эксплуатации теплоотдачи тепловых электростанций: ТИ 34-70-044-85: Утв. Гл. техн. упр. по эксплуатации энергосистем М-ва энергетики и электрификации СССР 01.10.85. – М., 1986. – 43 с.

Этапы работы с литературными источниками приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Этапы работы с литературными источниками

Этап работы	Содержание работы
Общее ознакомление	Ознакомление с оглавлением. Беглый просмотр литературного источника
Внимательное чтение по главам и разделам	Выделение наиболее важного текста
Выборочное чтение	Перечитывание наиболее важного текста
Составление плана прочитанного материала	В пунктах плана отражается наиболее существенная мысль
Выписки из прочитанного	Полные и точные (цитаты + ее библиографическое описание)
Составление и сопоставление прочитанного с другими источниками	Отмечается общее и отличительное в решении проблемы
Критическая оценка прочитанного и запись замечаний	Обращается внимание на объективность суждений

Изучая конкретную проблему, фиксируется, исходя из литературного обзора, достигнутый уровень знаний по ней. Здесь активно применяется метод сравнения, позволяющий аргументировано высказывать свое мнение об изучаемом вопросе. Итогом такой исследовательской деятельности является реферативная работа.

Существуют различные формы отражения исследовательской работы. Приведем некоторые из них в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Формы отражения исследовательской работы

Форма	Структура
Доклад	<ul style="list-style-type: none"> - в кратких вводных замечаниях – научно-практическая ценность темы - сущность темы, обоснованные научные предложения - выводы и предложения
Тезисы доклада	<ul style="list-style-type: none"> - основные положения доклада - основные выводы и предложения
Научная статья	<ul style="list-style-type: none"> - заголовок - вводные замечания - краткие данные о методике исследования - анализ полученных научных результатов и их обобщение - выводы и рекомендации - ссылки на цитируемую литературу
Реферат	<ul style="list-style-type: none"> - вводная часть - основной текст - заключительная часть - список литературы - указатели
Монография	<ul style="list-style-type: none"> - введение - подробное и всесторонне исследуется и освещается какая-либо одна из проблем или тема - выводы по каждому разделу (главе) - заключение
Научный отчет	<ul style="list-style-type: none"> - краткое изложение плана и программы законченных этапов научной работы - значимость проведенной работы ее ценность для науки и практики, актуальность

	<ul style="list-style-type: none"> - детальная характеристика использованных методов - существование новых научных результатов - заключение, подводящее итоги исследования и отмечающее нерешенные вопросы - выводы и предложения
Научный проект	<ul style="list-style-type: none"> - введение - обоснование актуальности работы - определение новизны, практической значимости - подробное рассмотрение проблемы исследования - ведение журнала научных исследований - анализ полученных научных результатов и их обобщение - выводы и предложения - ссылки на цитируемую литературу

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные этапы научного исследования.
2. Что включает в себя подготовительный этап?
3. Что включает в себя исследовательский этап?
4. Дайте определение понятию "тема научного исследования".
5. Перечислите актуальные направления в ИТ.
6. Дайте определение объекта и предмета исследования.
7. Виды гипотез исследования.
8. Какие существуют требования к гипотезе?
9. Чем цель исследования отличается от задач?
10. Какие существуют виды планов научных исследований?
11. Что такое абстракт?
12. Раскройте содержание абстракта.
13. Какие вы знаете инструментальные средства исследования?
14. Перечислите основные источники научно-технической информации.
15. В чем состоит преимущество Интернет-источников научно-технической информации?

4

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ: СРАВНЕНИЕ, АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ

4.1 Сравнение как метод теоретического анализа

Сравнение – установление сходства и различий предметов и явлений.

Метод сравнения будет плодотворным, если выполняются следующие требования:

- могут сравниваться только такие явления, между которыми может существовать определенная объективная общность;
- сравнение должно осуществляться по наиболее важным, существенным (в плане конкретной задачи) признакам.

Пример №4.1

Анализ характеристик и возможностей популярных систем проверки решений олимпиадных задач по информатике в формате ACM.

За основу анализа возможностей популярных систем проверки решений олимпиадных задач по информатике в формате ACM были взяты 4 системы: neerc.ifmo.ru, ACM.timus.ru, acmp.ru, Российская система ACM тестирования. Результаты анализа сведены с таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Анализ систем проверки решения олимпиадных задач в формате ACM.

Характеристики	neerc.ifmo.ru	ACM.timus.ru	acmp.ru	Российская система ACM тестирования	Free olimpiACM
1) автоматическое создание Ехе-шников (компиляция)	+	+	+	+	-

2) языки программирования	Java, C++	Pascal, java, C, C++, C#	Pascal, C++, java, basic	Pascal, C++, java,	любой
3) технология доступа	Internet	Internet	Internet	LOCAL	LOCAL
4) возможность проверки нескольких задач одновременно	-	-	-	+	+
5) возможность загружать свои тесты	-	-	-	+	+
6) возможность проверки задач нескольких участников одновременно	-	-	-	+	+
7) расчет рейтинга результатов	+	+	+	+	+
8) регистрация	+	+	+	-	-
9) возможность загружать свои задачи	-	-	-	+	+
10) требовательность к ресурсам	+	+	+	-	-
11) доступность	Бесплатно	Частично	Бесплатно	Платно	Бесплатно

В результате анализа четырех независимых ACM систем проверки олимпиадных задач по программированию получены следующие данные:

1) Компиляция (автоматическое создание exe-шников) присуща каждой системе: 1) neerc.ifmo.ru, 2) ACM.timus.ru, 3) aspr.ru, 4) ACM-тестирование, в нашей же системе 5) FreeolimpACM.kz она отсутствует.

2) Общими языками программирования для систем 1,2,3,4 являются: Java, Pascal, C++, тогда как в системе FreeolimpACM.kz используются любые языки программирования.

3) Для использования систем 1, 2, 3 необходим доступ к сети INTERNET, а к 4 и 5 системам он не обязателен (LOCAL).

4) Возможность проверки нескольких задач одновременно в системе 1, 2, 3, 4 отсутствует, тогда как в системе FreeolimpACM.kz она имеется.

5) Возможность загрузки своих тестов также отсутствует у систем 1, 2, 3, 4, а в нашей системе возможно загружать собственные тесты.

6) У систем 1, 2, 3, 5 имеется возможность проверки задач нескольких участников одновременно, тогда как в системе 4 она полностью отсутствует.

7) Расчёт рейтинга результатов имеется во всех системах.

8) В системах 1, 2, 3, 4 для использования вышеперечисленных операций необходимо пройти регистрацию, тогда как нашей системой FreeolimpACM.kz может воспользоваться любой, в том числе и не зарегистрировавшийся пользователь.

9) Так же в системе FreeolimpACM.kz имеется возможность загрузки своих олимпиадных задач, тогда как в остальных системах данная возможность отсутствует.

10) Система Algorprog.kz бесплатна, ACM.timus.ru платна на половину, asmp.ru бесплатна, ACM-тестирование – платная и FreeolimpACM.kz также не требует денежных затрат.

Пример №4.2

Анализ технических характеристик веб-браузеров (Таблица 4.2, 4.3)

В приведённых ниже таблицах отражены сравнительные данные и технические характеристики основных веб-браузеров. Для более детальной информации нужно смотреть в статьях по каждому браузеру в отдельности.

Таблица 4.2 – Технические характеристики веб-браузеров

Название	Производитель	Дата первой публичной версии	Последний релиз	Платность	Лицензия	Текущее ядро
Google Chrome	Google	ноябрь 2008	27.0.1453.110 m	Бесплатная	Проприетарная	Blink

Все браузеры, представленные в этом исследовании, преследовали одну цель: быстрее других отображать веб-страницы и при этом обеспечивать наибольший функционал и безопасность данных.

В зависимости от приоритетов тройку браузеров можно расставить следующим образом:

Если важна высокая скорость работы браузера, то выбор → Google Chrome.

Максимальный функционал → то Mozilla Firefox.

Наиболее высокий уровень защиты → Internet Explorer.

4.2 Модель как метод познания исследуемых объектов

Слова «модель» и «математическая модель» все более входят в жизнь современного общества. Без них совершенно невозможно использование компьютера (может быть, за исключением некоторых игрушек, офисных программ и работы на ЭВМ, как на пишущей машинке).

Более того, даже в самых строгих областях науки понятие *закона* (ряд законов природы, физические законы и др.) заменяется на более широкое, хотя и очень расплывчатое понятие *модели*. Дело в том, что до недавнего времени наука имела дело с довольно простыми системами, например, с парой материальных точек можно было создавать теории, верные всегда. Таковы законы Ньютона, Ома или Кирхгофа. Подобные законы носят характер некоторой абсолютной категории: закон может быть либо верен, либо ошибочен. И, конечно, он нужен для предсказания поведения тех величин (сил, токов, траекторий движения), взаимодействие между которыми трактует закон. Впрочем, впоследствии выяснилось: ньютоновская механика, законы Ома или Кирхгофа применимы не всегда, и были указаны границы их применения. Поэтому следует понимать, что абсолютность законов относится к данному уровню знаний, а на более высоком уровне закон может быть пересмотрен, т.е. до определенного времени он отражал свойства природы, как и некоторая *модель*.

Модель – это весьма многозначное понятие. В настоящее время находят более 30 синонимов, или характеристик *модели*.

Смысл, вкладываемый в понятие «модель» в современных прикладных науках подчеркивает, с какой точки зрения и насколько глубоко изучается тот или иной объект.

Детский рисунок: домик с трубой и дымом, круглое солнце с лучами, елочки – модель окружающего мира, где ухвачены главные черты восприятия ребенка.

Художник – реалист или импрессионист – напишет этот же пейзаж по-другому, в зависимости от своей философской позиции. Он может «подчеркнуть» иные его стороны, выразит в картине свое настроение или мировоззрение.

Но и ортодоксальный натуралист не сможет полностью, с абсолютной точностью воспроизвести натуру: даже если бы можно было воспроизвести все, что видит художник, то еще остается движение, звуки, запахи, т.е. жизнь во всем ее многообразии.

Из этого следует, что модель проще моделируемого объекта. Впрочем, и это не бесспорно, например, моделью у скульптора является натурщик. Едва ли статуя девушки, например, сложнее самой девушки.

Чертеж машины или схема радиоприемника – тоже модель, причем при конструировании часто создают ряд чертежей. Например, разрабатывают сначала блок-схему, затем принципиальную схему, а затем – монтажную схему.

Все они моделируют будущий приемник не только с различной степенью детализации, но и отражают разные его стороны.

Модель информационной системы может состоять из подсистем, подсистемы из модулей, модули из компонентов. Модель базы данных состоит из классов (таблиц).

Пример №4.3

Модель прироста населения в городе. На первом этапе считают ее пропорциональной числу жителей. Такая математическая модель – линейное уравнение – верна лишь в довольно грубом первом приближении. Если же учесть количество детей, стариков, незамужних женщин и неженатых мужчин, то модель прироста усложняется. А если включить в модель такие факторы, как уровень образования, количество работающих женщин, уровень благосостояния, жилищные условия и т.д., то математическая модель будет уже достаточно сложной, построить и изучить ее совсем не просто. Однако и в этом случае модель может оказаться не очень близкой к действительности: здесь не учтено множество случайных факторов – миграция населения, статистика браков

и разводов, уровень социальной защиты, эффективность медицинского обслуживания, экологические условия и пр.

Один и тот же человек, допустим, может представляться для окружающих различными моделями, если их строят, к примеру, родители, школьные учителя, друзья и недруги, судьи на уголовном процессе, социальные работники, медики и т.д. И список научных трудов, и трудовая книжка, и медицинская карта – все это разные стороны, т.е. по большому счету, разные модели одного объекта – человека.

Понятие модели отличается и от хорошо и давно известного в науке понятия *гипотезы*. Наука допускает существование нескольких гипотез, поскольку одни и те же наблюдаемые явления могут одинаково хорошо подтверждать различные гипотезы. Но наличие нескольких гипотез всегда рассматривается как некое временное явление – предполагается, что рано или поздно из конкурирующих гипотез удастся выделить одну, представить ее в математической форме, оценив количественно входящие в нее константы, и она приобретет уже статус закона.

Математические же модели не всегда нужно считать конкурирующими друг с другом, поскольку объект исследования они характеризуют с разных точек зрения.

Раньше считалось, что язык математики строго однозначен (дважды два = четыре), и этим он отличается от многозначного – полиформного – естественного языка людей.

Снижение требований, предъявляемых к математическому описанию, замена закона моделью привели к тому, что математический язык, однозначный по своей природе, стал применяться как многозначный. Начала стираться четкая грань, которая ранее существовала между математическим и вербальным описанием явлений.

До сих пор ведутся споры о возможности математического описания сложных, неорганизованных систем, таких, например, как социальные системы. В большинстве случаев эти споры основаны на недоразумении. Те, что утверждают, что нельзя, – имеют в виду математическое описание в старом, традиционном смысле. Те же, кто утверждает, что можно, исходят из совсем иных методологических концепций, понимая под математическим описанием не установление законов, а создание моделей с резко ослабленными требованиями.

Одна и та же сложная система может описываться разными моделями, каждая из которых отражает только одну сторону изучаемой системы. Это, если угодно, взгляд на сложную систему в некотором определенном и заведомо узком ракурсе. В этом случае, естественно, не возникает задача дискриминации – различные модели могут иметь право на одновременное существование. Модель в этом понимании ведет себя в каком-то смысле так же, как описываемая ею система, а в каком-то другом – иначе, ибо модель не идентична описываемой системе. Пользуясь лингвистической терминологией, мы должны были бы сказать, что математическая модель есть просто «метафора».

Оказывается, на сегодня основной, если не единственный метод познания, – это построение моделей, но не каких попало, а содержательных, дающих возможность выпукло увидеть какие-то интересные, значительные или нужные исследователю стороны изучаемого явления, объекта, процесса, погрузив в тень другие стороны. С иных позиций они могут оказаться более важными, и тогда нужно строить другую модель.

Процесс построения модели называется *моделированием*. Существует несколько приемов моделирования и способов их классификации.

4.3 Классификация моделей

Прежде всего, модели разделяют на материальные и идеальные (Рисунок 4.4)

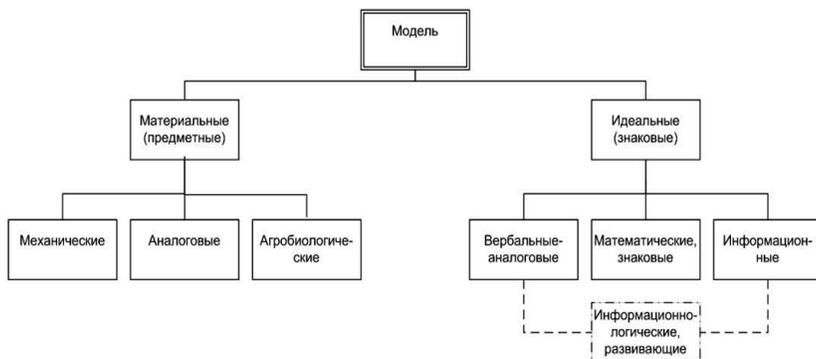


Рисунок 4.4 – Классификация моделей

Обычно моделирование разбивают на две большие группы: материальное (предметное, физическое) и идеальное (знаковое, математическое, кибернетическое, информационное).

Моделирование называют *предметным*, если исследование ведется на модели, воспроизводящей основные геометрические, физические, динамические и функциональные свойства «оригинала» (но не обязательно все).

От предметного моделирования принципиально отличается *идеальное*, которое основано не на материальной, а на аналогии идеальной. Идеальная модель может быть представлена *вербально*, т.е. в виде обычного словесного изложения. Чаще всего это начальный этап моделирования, в котором определяют факторы, связи между параметрами процесса, целевую функцию, намечают логические операции, которые могут обеспечить решение.

Вербальная модель в последующем должна быть формализована и в виде математических соотношений введена в *математическую модель*. Иными словами, математическая модель представляет собой систему математических соотношений – формул, функций, уравнений, систем уравнений, описывающих те или иные стороны изучаемого объекта, явления, процесса.

Математическое моделирование является наиболее универсальным видом моделирования. Оно позволяет осуществить с помощью ЭВМ решения целого класса задач, имеющих одинаковое математическое описание; обеспечивает простоту перехода от одной задачи к другой, введение переменных параметров, начальных условий, входных воздействий; дает возможность моделировать по частям (по «элементарным процессам»). Такое моделирование экономичнее физического как по затратам времени, так и стоимости.

Ранее уже шла речь о возможности разработки моделей для сложных, многофакторных и, как говорят, *плохоорганизованных* систем. Современные средства математики еще не позволяют построить для них *дискриптивные* (т.е. описательные) модели. Представляется, что пока невозможно математически (т.е. количественно и качественно) описать взаимодействия всех деталей очень сложной машины, не говоря уже о таких объектах, как человеческий мозг, растение, социальная среда и т.п. В этих условиях достаточно часто используются так называемые *информационные модели*. Внутренняя структура исследуемого

объекта в этом случае совсем не рассматривается, а его представляют в виде «Черного ящика».

Работу такого объекта представляют в виде преобразования входного воздействия $x(t)$ в выходное $y(t)$ (реакцию объекта, системы на входное возмущение).

Иначе говоря, система A осуществляет над входным воздействием некоторое *преобразование*, в результате которого функция $x(t)$ преобразуется в другую функцию $y(t)$. Символическая запись такого преобразования изображения на рисунке 4.5.

$$y(t) = A\{x(t)\} \quad (4.1)$$

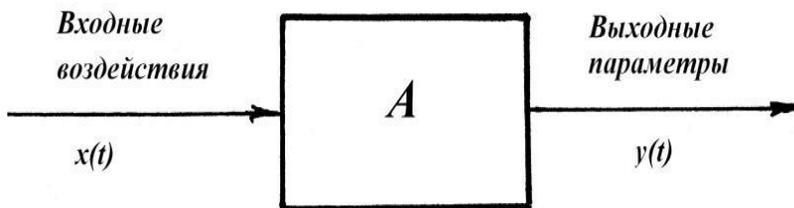


Рисунок 4.5 - Схема информационной модели

Преобразование A может быть любого вида и любой сложности. В наиболее простых случаях, например, входные данные программы и результат ее работы.

Правило A , по которому функция $x(t)$ преобразуется в $y(t)$, называют *оператором*. Если оператор A определяют по соотношению $x(t)$ и $y(t)$, то по сути дела и находят *информационную модель*.

В настоящее время основную часть моделей составляют *математические*. Одна из возможных классификаций математических моделей изображена на рис. 4.3, представляет собой модифицированную схему, используемую при исследованиях технических систем.

В этой схеме по *форме представления* различают инвариантные, алгоритмические, аналитические и графические модели.

Инвариантные модели обычно бывают в виде систем алгебраических или дифференциальных уравнений.

Алгоритмические модели записываются в виде алгоритма – последовательности вычислений. Сюда же относятся алгоритмы программ для ЭВМ.

Аналитические модели – это те, для которых найдены явные зависимости искомых переменных от заданных величин. Такие модели получают на основе физических законов, либо в результате прямого интегрирования исходных дифференциальных уравнений. К ним относятся регрессионные модели, получаемые на основе результатов эксперимента.

Графические модели бывают представлены в виде эквивалентных схем, диаграмм, циклограмм, графов и т.п.

Классификация математических моделей представлена на Рисунке 4.6.



Рисунок 4.6 - Классификация математических моделей

По характеру отражаемых свойств объектов модели разделяют на структурные и функциональные.

Структурные модели отображают связи между основными структурными единицами (элементами) системы. Их обычно представляют в форме таблиц, матриц. Элементы структурных моделей отличаются функциональными или конструктивными признаками.

Функциональные модели – это те, которые описывают процессы функционирования исследуемых объектов и имеют форму систем уравнений или графического представления в виде

диаграммы прецедентов (нотация UML).

По степени абстрагирования различают модели на микро-, мета- и макроуровне.

Модели на метауровне. Метауровень соответствует начальным стадиям исследования или проектирования, на котором осуществляется научно-технический поиск и ведется разработка технического предложения. Для построения математических моделей метауровня используют методы морфологического анализа и синтеза, математической логики, теории автоматического управления, теории массового обслуживания, теории игр, теории графов, теории информации.

Модели на макроуровне описывают динамические системы с сосредоточенными параметрами. Обычно это системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Эти модели используют для определения параметров технического объекта и его функциональных элементов.

Модели на микроуровне. Объект представляется как сплошная среда с распределенными параметрами.

На микроуровне проектируют неделимые по функциональному признаку элементы технической системы, называемые *базовыми элементами*. Примерами таких элементов являются рамы, панели, отдельные детали. Их проектирование основано на анализе сложнапряженного состояния деформированных элементов. Методы механики сплошной фрезы широко используются в гидравлике и аэродинамике, когда изучается сложное движение элементов среды, с учетом непрерывно изменяющихся полей сил, напряжений, скоростей, завихрений и т.п.

По способу получения моделей их разделяют на:

- *Теоретические*, построенные исключительно математическими методами.

- *Экспериментальные*, в том числе полученные использованием методов многофакторного эксперимента, закончившегося составлением уравнений регрессии.

Использующие методы *вычислительного эксперимента*. Вычислительным экспериментом называется методология и технология исследований, основанная на применении *прикладной математики и компьютеров* как технической базы использования математических моделей.

Возможности современных ЭВМ позволяют

проанализировать математические модели в широком диапазоне изменений факторов и представить их в виде цифровых рядов, позволяющих количественно оценить их значимость. Вычислительный эксперимент незаменим при исследовании глобальных климатических систем, когда постановка эксперимента невозможна; при исследовании ранимых объектов, которые в результате широкого диапазона изменения факторов можно привести к катастрофическим, необратимым результатам.

В учебном процессе исследование моделей вместо реальных объектов позволяет значительно расширить представление о процессе за весьма ограниченное учебное время.

- *Имитационные модели*, которые часто разрабатывают для создания последовательности случайных величин или случайных функций с определенными законами распределения или характеристиками. Эти законы и характеристики обычно соответствуют тем, которые имеют внешние возмущения при реальной эксплуатации машин. Имитационные модели часто используют в командных устройствах, воспроизводящих параметры реальных воздействий в лабораторных условиях. Имитационные модели могут сочетаться с методами вычислительного эксперимента, если некоторые параметры процесса являются случайными (например, имитация нагрузки на сервер с целью определения надежности системы и др.).

По учету физических свойств объектов существуют модели:

- динамические (т.е. зависимые от времени);
- статические (независимые от времени);
- непрерывные;
- дискретные;
- линейные (описываемые линейными дифференциальными уравнениями).

По способу прогнозирования результатов различают модели:

- детерминированные (неслучайные);
- вероятностные (стохастические).

По назначению модели разделяют на:

- *дискриптивные* (описательные), разработанные для исследования структуры того или иного объекта;
- *кибернетические* (управляющие), разработанные для исследования управляющих воздействий и обоснования их рациональных параметров;
- *оптимизационные* – создаваемые для оптимизации технологических процессов.

4.4 Математическое моделирование

4.4.1 Вероятностные (стохастические) модели технологических процессов, основанные на использовании стандартных законов распределения случайных величин

Вероятностные модели неизбежны при исследованиях, связанных случайными величинами (загрузка кеш памяти, потоки видео данных, последовательность записи данных и др.), событиями (технические и технологические отказы и др.) и случайными процессами (оптимизация алгоритмов, автоматическое регулирование и др.).

Наиболее полной характеристикой случайной величины является закон распределения.

Для дискретных случайных величин закон распределения может быть выражен в виде ряда распределения и функции распределения $F(x)$, устанавливающей соответствие между возможными значениями x случайной величины X и вероятностью P их появления:

$$F(x) = P(X = x). \quad (4.2)$$

Непрерывную случайную величину характеризует только функция

$$\text{распределения, причем из-за парадокса нулевой вероятности} \\ F(x) = P(X < x), \quad (4.3)$$

т.е. функция распределения $F(x)$ определяет вероятность P события, при котором случайная величина X окажется меньше заранее заданного значения x .

Вид функции распределения для дискретных и непрерывных случайных величин представлен на Рисунке 4.7.

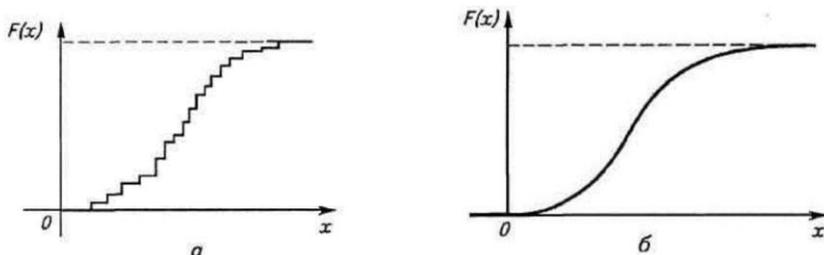


Рисунок 4.7 - Функция распределения случайных величин:
а – дискретных; б – непрерывных

Функция распределения непрерывных случайных величин изменяется в интервале от 0 до 1:

$$0 \leq F(x) \leq 1 \quad (4.4)$$

Это – неубывающая функция, т.е. если $x_2 > x_1$, то $F(x_2) > F(x_1)$ и есть вероятность того, что случайная величина X окажется в пределах интервала $x_1 < x_2$ и будет равна приращению функции на этом интервале

$$P(x_1 < x < x_2) = F(x_2) - F(x_1) \quad (4.5)$$

Функцию $F(x)$ часто называют *интегральной функцией распределения*. Закон распределения непрерывных случайных величин может быть выражен также *дифференциальной функцией* или иными словами – *плотностью распределения $f(x)$* (рис. 4.8).

Если вероятность попадания случайных величин на заданный участок определять с помощью дифференциальной функции распределения, то

$$P(a < x < b) = F(b) - F(a) = \int_a^b f(x) dx \quad (4.6)$$

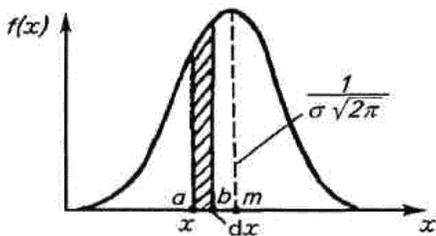


Рисунок 4.8 - Дифференциальная функция распределения

Наряду с законами распределения случайные величины, как известно, оценивают так называемыми числовыми характеристиками, среди которых используют *математическое ожидание, дисперсию, начальные n центральные μ моменты*, в частности:

$$m_x = m_1 = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx; D_x = \mu_2 = \int_{-\infty}^{\infty} (\dot{x})^2 f(x)dx, \quad (4.7)$$

где $\dot{x} = x - m_x$ – центрированное значение случайной величины x .

Математическое ожидание m_x является мерой положения случайной величины на числовой оси. Это то среднее значение x , к которому она приближается, если число измерений стремится к бесконечности.

Кроме важнейшей из характеристик положения – *математического ожидания* – на практике иногда применяются и другие характеристики положения, в частности, *мода* и *медиана* случайной величины.

Модой является то значение непрерывной случайной величины, в котором плотность вероятности максимальна. (Для прерывных, дискретных модой называют наиболее вероятное значение).

Если распределение имеет более одного максимума, то оно называется *полимодальным*, а в случае, когда экстремум функции определяет не максимальное, а минимальное значение – *антимодальным*.

Медианой случайной величины X называется такое ее значение M_e , для которого

$$P(X < M_e) = P(X > M_e), \quad (4.8)$$

т.е. одинаково вероятно, окажется ли случайная величина меньше или больше M_e . Для непрерывных случайных величин *медиана* – это абсцисса точки, в которой площадь, ограниченная кривой распределения, делится пополам.

Дисперсия является мерой рассеяния значений случайной величины относительно математического ожидания. Чем больше дисперсия, тем большими могут быть отклонения от m_x до x .

Поскольку количество измерений на практике всегда ограничено, то приходится вместо математического ожидания и «теоретической» дисперсии использовать их оценки:

$$\widetilde{m}_x = x_{cp} = \frac{\sum x_i}{n}; \quad \widetilde{D}_x = \frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n}. \quad (4.9)$$

Разумеется, чем больше число измерений, тем больше оценки приближаются к соответствующим теоретическим значениям.

При использовании дисперсии в качестве меры рассеяния следует иметь ввиду, что ее размерность равна квадрату размерности изучаемой величины, поэтому в ряде случаев более удобной характеристикой рассеяния считают *среднее квадратическое отклонение*:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}. \quad (4.10)$$

В качестве относительной меры рассеяния случайных величин используют *коэффициент вариации*:

$$V_x = \frac{\sigma_x}{m_x} 100. \quad (4.11)$$

Иногда в качестве числовых характеристик используют *асимметрию* и *эксцесс* распределения.

Коэффициент асимметрии, например, равен:

$$S_x = \frac{\mu_3(x)}{\sigma_x^3}, \quad (4.12)$$

и эксцесс, являющийся мерой заостренности кривой $f(x)$, вычисляется по формуле:

$$E_x = \frac{\mu_4(x)}{\sigma_x^4} - 3. \quad (4.13)$$

С помощью коэффициентов асимметрии и эксцесса изучаемые распределения можно сравнить с наиболее распространенными и хорошо исследованными.

В настоящее время известно и широко используется большое количество законов распределения случайных величин.

Часто их разделяют на две группы:

- теоретические (стандартные);
- выборочные (эмпирические).

К разработке основ теории вероятностей и построению

теоретических распределений на основе доказательств закона больших чисел и центральной предельной теоремы для непрерывных и целочисленных случайных величин относятся труды многих выдающихся ученых, начиная с Д.Кардана, Б.Паскаля, П.Ферма, Х.Гюйгенса, Я.Бернулли, до таких корифеев, как П.Лаплас, К.Гаусс, С.Пуассон, Р.Фишер, Н.Винер и российских ученых: А.Маркова, П.Чебышева, А.Ляпунова, А.Колмогорова и др., вклад которых оказался настолько значительным, что теорию вероятностей за рубежом стали называть *русской наукой*.

Согласно центральной предельной теореме, случайная величина, представляющая собой сумму большого числа независимых случайных величин, максимальная из которых мала по сравнению со всей суммой, имеет *нормальное распределение*. Термин «нормальное распределение» ввел К.Пирсон. Более старые наименования – *Гаусса-«закон»*, *Гаусса-Лапласа-«распределение»*.

Классический пример возникновения нормального распределения как точного принадлежит К.Гауссу при исследовании им закона распределения ошибок наблюдений.

Функция нормального распределения выражается формулой:

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (4.14)$$

а плотность:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (4.15)$$

Кривая плотности нормального распределения симметрична относительно m_x и имеет в этой точке единственный максимум, равный $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$.

С уменьшением σ кривая плотности становится все более островершинной. Изменение m_x при постоянном σ не меняет формы кривой, а вызывает лишь ее смещения по оси абсцисс. С вероятностью менее 0,003 все значения случайных величин с этим законом укладываются в интервал $\pm 3\sigma$ – т.н. *правило трех сигм*.

Коэффициент асимметрии и эксцесс нормального распределения равны нулю.

Исторически первой теоремой, простейшей формой закона

больших чисел было исследование схемы независимых испытаний Я. Бернулли, приведшее к обоснованию *биномиального* и *пуассоновского* распределений.

Биномиальное распределение определяет вероятность события A , которое в n испытаниях появится ровно m раз, выражается формулой:

$$P_{m,n} = C_n^m p^m q^{n-m}, \quad (4.16)$$

где P – вероятность появления события A ;

$q = 1 - P$;

C_n^m – бином Ньютона.

Распределение Пуассона. Говорят, что случайная величина X распределена по закону Пуассона, если вероятность того, что она примет определенное значение m , выражается формулой:

$$P_m = \frac{a^m}{m!} e^{-a} \quad (m = 0, 1, 2 \dots) \quad (4.17)$$

где a – некоторая положительная величина, называемая *параметром* закона Пуассона (математическое ожидание, m_x).

Природа Пуассоновского распределения как точного распределения вероятностей наиболее полно раскрыта в теории случайных или стохастических процессов.

В рамках этой теории (*пуассоновские, марковские, ветвящиеся процессы* и др.) разработана большая группа теоретических распределений, а также методология их обоснования. Опираясь такими понятиями, как события, их вероятности, случайные величины, их законы распределения и числовые характеристики, теория вероятностей дает возможность теоретическим путем определять вероятности одних событий через вероятности других, законы распределения и числовые характеристики других. Такая методология успешно освоена в новых и своеобразных методах прикладной теории вероятностей, появление которых связано со спецификой исследуемых технических проблем. Речь идет, в частности, о таких дисциплинах, как *теория информации, теория массового обслуживания, обработка и анализ больших данных* и др.

4.4.2 Имитационное моделирование (метод Монте-Карло)

Для определения результатов, к которым приведет прорезивание по той или иной схеме, может быть успешным метод статистического моделирования (метод Монте-Карло). В соответствии с этим методом на ЭВМ формируют случайные числа с равномерным распределением, а затем, с помощью тех или иных преобразований, получают величины с заданным законом распределения. Практически все современные ЭВМ имеют встроенные подпрограммы вычислений случайных чисел с равномерным распределением в интервале (0,1).

Известно, что при равномерном распределении в интервале (0,1) непрерывная случайная величина ξ имеет плотность распределения:

$$f_{\xi}(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{при } x < 0 \text{ и } x > 1 \end{cases} \quad (4.18)$$

Математическое ожидание ξ равно $m_{\xi} = 1/2$.

Дисперсия $D = 1/12$, а $\sigma = 1/(2\sqrt{3})$.

Равномерно распределенные числа R_i могут быть преобразованы в случайные числа S_i с заданным законом распределения посредством решения интегрального уравнения:

$$\int_{-\infty}^{S_i} f(x)dx = R_i \quad (4.19)$$

Чтобы получить случайные числа с экспоненциальным распределением, необходимо взять логарифм от $(1 - R_i)$, а поскольку эта разность представляет собой также равномерно распределенную величину, то и $\ln R_i$ будет распределен по показательному закону.

В некоторых случаях преобразование случайных чисел R_i по уравнению (4.19) оказывается неэффективным. Прежде всего, это случается, когда интегральное уравнение (4.19) не может быть решено точно. В частности, рассмотренный метод является неприемлемым для получения последовательности чисел, имеющих нормальное распределение. В этом случае используют приемы преобразования случайных чисел, основанные на моделировании условий, при которых оказываются справедливыми предельные теоремы теории вероятностей.

В силу центральной предельной теоремы сумма большого числа случайных слагаемых (при выполнении весьма общих условий) имеет асимптотически нормальное распределение. Иными словами, некоторая нормально распределенная случайная величина ξ может быть представлена как сумма независимых одинаково распределенных величин:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 \dots \xi_n \quad (4.20)$$

Математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение такой суммы равны:

$$a_c = a^* n; \sigma_c = \sigma^* \sqrt{n},$$

где a^* , σ^* - числовые характеристики ξ_i .

Для равномерно-распределенных величин $a^* = 1/2$; $\sigma^* = 1/(2\sqrt{3})$

тогда $a_c = n / 2$ и $\sigma_c = (1 / 2\sqrt{n/3})$.

Таким образом, чтобы получить случайные числа с нормальным распределением, необходимо на ЭВМ вызвать n последовательных случайных чисел R_i с равномерным распределением и просуммировать их:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \quad (4.21)$$

Чтобы пронормировать распределение этих чисел, каждое из чисел R нужно преобразовать:

$$\tilde{R} = (R - a_c) / \sigma_c \quad (4.22)$$

Учитывая значения a_c и σ_c , можно записать:

$$\tilde{R} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{n}} \left(R - \frac{n}{2} \right). \quad (4.23)$$

Для получения чисел R_3 , образующих последовательность с другими, заданными параметрами m_3 и σ_3 необходимо провести еще одно преобразование.

Поскольку

$$\tilde{R} = (R_3 - m_3) / \sigma_3, \text{ то } R_3 = \tilde{R} \sigma_3 + m_3 \quad (4.24)$$

После подстановки значения \tilde{R} можно получить случайные числа с нормальным распределением и заданными параметрами:

$$R_3 = A \sum_{i=1}^n R_i + B, \quad (4.25)$$

где $A = 2\sigma_3\sqrt{3/n}$, $B = m_3 - An/2$

4.5 UML моделирование

UML является графическим языком для визуализации, описания параметров, конструирования и документирования различных систем (программ в частности). Диаграммы создаются с помощью специальных CASE средств, например Rational Rose (<http://www-01.ibm.com/software/rational/>) и Enterprise Architect (<http://www.sparxsystems.com.au>). На основе технологии UML строится единая информационная модель. Приведенные выше CASE средства способны генерировать код на различных

объектно-ориентированных языках, а также обладают очень полезной функцией реверсивного инжиниринга. (Реверсивный инжиниринг позволяет создать графическую модель из имеющегося программного кода и комментариев к нему).

Модели позволяют нам наглядно продемонстрировать желаемую структуру и поведение системы. Они также необходимы для визуализации и управления ее архитектурой. Модели помогают добиться лучшего понимания создаваемой нами системы, что зачастую приводит к ее упрощению и возможности повторного использования.

При рассмотрении статических частей системы используются следующие четыре типа:

- Диаграмма классов (class diagram);
- Диаграммы объектов (object diagram);
- Диаграмма компонентов (component diagram);
- Диаграмма развертывания (deployment diagram);

Для работы с динамическими частями системы применяются пять типов, перечисленные ниже:

- Диаграмма вариантов использования или прецедентов (use case diagram);
- Диаграмма последовательности (sequence diagram);
- Диаграмма кооперации (collaboration diagram);
- Диаграмма состояний (statechart diagram);
- Диаграмма деятельности (activity diagram).

Терминология UML

Ассоциация – двунаправленная семантическая связь между классами.

Атрибут – определение элемента данных в контексте класса.

Базовый класс – класс, который с помощью механизма наследования используется для создания других производных классов.

Вариант использования – модель диалога между активным субъектом и системой с использованием некоторого подмножества функций системы.

Визуальное моделирование – способ восприятия проблем с помощью зримых абстракций, воспроизводящих понятия и объекты реального мира.

Возвратная связь – связь между несколькими объектами одного и того же класса.

Генерация кода – автоматическое конструирование программного кода системы на основе модели с учетом требований выбранного языка программирования.

Действие – фрагмент поведения системы в контексте потока функций управления.

Диаграмма вариантов использования – графическое представление подмножеств активных субъектов, взаимодействующих с системой посредством тех или иных вариантов использования.

Диаграмма взаимодействия – графическое выражение сценария.

Диаграмма внедрения – схема узлов среды выполнения, связей между ними и результатов разнесения компонентов системы по различным узлам.

Диаграмма действий – форма описания динамических характеристик системы, потоков функций управления, ветвей процесса и альтернативных путей достижения целей.

Диаграмма иерархии наследования – графическое представление иерархии наследования.

Диаграмма классов – графическое отображение подмножеств пакетов и/или классов модели и связей между ними.

Диаграмма компонентов – форма описания подмножеств компонентов модели и связей между ними.

Диаграмма последовательностей – способ воспроизведения очередности выполнения операций взаимодействия объектов во времени и цепочек сообщений, которыми объекты обмениваются в ходе осуществления функций, предусмотренных сценарием.

Диаграмма реализаций вариантов использования – логическая форма графического описания взаимодействия активных субъектов в системе.

Диаграмма состояний – графическое представление состояний объекта, событий или сообщений, провоцирующих переход объекта из одного состояния в другое, и действий, обусловленных сменой состояний.

Диаграмма сотрудничества – способ описания сценария и процесса взаимодействия объектов.

Единичное наследование – разновидность иерархии наследования, содержащей единственную цепочку классов, базовых по отношению к рассматриваемому производному

классу.

Зона – область диаграммы действий, связанная с определенным активным субъектом, ответственным за выполнение соответствующего подмножества действий

Идентификационный признак объекта – значение, определяющее свойство уникальности объекта.

Иерархия наследования – структура, задающая соотношения между базовыми и производными классами.

Компонент – вариант физической реализации класса или группы классов.

Контролируемое условие – элемент диаграммы действий, определяющий обстоятельства передачи управления.

Множественное наследование – разновидность иерархии наследования, содержащей более одной цепочки классов, базовых по отношению к рассматриваемому производному классу.

Наследование – соотношение между классами, когда один класс обладает структурой и поведением, характерными для ряда других классов.

Обобщение – метод объектно-ориентированного проектирования, реализующий механизм наследования и предполагающий создание базового класса, который инкапсулирует структуру и поведение, общие для нескольких будущих производных классов.

Обратное восстановление модели – обновление или создание модели UML на основе существующего программного кода.

Объект – понятие, абстракция или нечто с явно оговоренными границами, смыслом и назначением в контексте программного приложения.

Операция – именованный набор функций, определенный в составе класса.

Пакет – собрание "родственных" вложенных пакетов и/или классов.

Переход – элемент диаграммы действий, обозначающий направление передачи управления от одного действия к другому и смену состояний объекта.

Поведение объекта – функциональные характеристики объекта, определяющие его реакцию на запросы со стороны других объектов и реализуемые в виде набора операций.

Подкласс – см. Производный класс.

Полоса синхронизации – элемент диаграммы действий, обозначающий возможность логического объединения нескольких действий или их параллельного выполнения.

Признак множественности – количество объектов класса, вовлеченных в связь.

Производный класс – класс, наследующий характеристики одного или нескольких базовых классов.

Реализация варианта использования – логическое представление варианта использования.

Роль – конец линии связи, примыкающий к символу класса на диаграмме классов.

Связь – среда, обеспечивающая возможность взаимодействия объектов или компонентов.

Связь агрегирования – строгая форма ассоциации, представляющая взаимоотношения частей и целого.

Связь зависимости – связь между объектом, запрашивающим некоторый сервис, и объектом, который предоставляет этот сервис.

Связь пакетов – соотношение между двумя пакетами системы.

Связь принадлежности – см. Связь агрегирования.

Связь реализации – соотношение между вариантом использования и его реализацией.

Сигнатура операции – набор типов входных и возвращаемого значений операции.

Система обозначений – языковое средство описания проектных решений и обеспечения формы их представления.

Состояние объекта – одно из возможных сочетаний условий существования объекта.

Специализация – метод объектно-ориентированного проектирования, реализующий механизм наследования и предусматривающий возможность конструирования производного класса, тем или иным образом изменяющего структуру и/или поведение базового класса.

4.5.1 Диаграмма классов

Диаграммы классов используются для моделирования статического вида системы с точки зрения проектирования. Сюда по большей части относится моделирование словаря системы, коопераций и схем. Кроме того, диаграммы классов составляют основу еще двух диаграмм – компонентов и развертывания. Диаграммы классов важны не только для визуализации, специфицирования и документирования структурных моделей, но также для прямого и обратного проектирования исполняемых систем.

Диаграммой классов (Class diagram) называют диаграмму, на которой показано множество классов, интерфейсов, коопераций и отношений между ними. Ее изображают в виде множества вершин и дуг. Обычно диаграммы классов используются в следующих целях:

- для моделирования словаря системы. Моделирование словаря системы предполагает принятие решения о том, какие абстракции являются частью системы, а какие – нет. С помощью диаграмм классов вы можете определить эти абстракции и их обязанности;

- для моделирования простых коопераций. Кооперация – это сообщество классов, интерфейсов и других элементов, работающих совместно для обеспечения некоторого кооперативного поведения, более значимого, чем сумма составляющих его элементов. Например, моделируя семантику транзакций в распределенной системе, вы не сможете понять происходящие процессы, глядя на один-единственный класс, поскольку соответствующая семантика обеспечивается несколькими совместно работающими классами. С помощью диаграмм классов удастся визуализировать и специфицировать эти классы и отношения между ними;

- для моделирования логической схемы базы данных. Логическую схему можно представить себе как чертеж концептуального проекта базы данных. Во многих сферах деятельности требуется хранить устойчивую (persistent) информацию в реляционной или объектно-ориентированной базе данных. Моделировать схемы также можно с помощью диаграмм классов.

Моделирование кооперации осуществляется следующим

образом:

1. Идентифицируйте механизмы, которые вы собираетесь моделировать. Механизм – это некоторая функция или поведение части моделируемой системы, появляющееся в результате взаимодействия сообщества классов, интерфейсов и других сущностей. (Механизмы, как правило, тесно связаны с прецедентами).

2. Для каждого механизма идентифицируйте классы, интерфейсы и другие кооперации, принимающие участие в рассматриваемой кооперации. Идентифицируйте также отношения между этими сущностями.

3. Проверьте работоспособность системы с помощью прецедентов. По ходу дела вы, возможно, обнаружите, что некоторые ее части оказались пропущены, а некоторые – семантически неправильны.

4. Заполните идентифицированные элементы содержанием. Что касается классов, начните с правильного распределения обязанностей; позже можно будет превратить их в конкретные атрибуты и операции.

Логическая схема базы данных

Многие моделируемые системы содержат устойчивые объекты, то есть такие, которые можно сохранять в базе данных и впоследствии извлекать при необходимости. Для этого чаще всего используют реляционные, объектно-ориентированные или гибридные объектно-реляционные базы данных. UML позволяет моделировать логические схемы баз данных, равно как и сами физические базы. Диаграммы классов UML включают в себя, как частный случай, диаграммы "сущность-связь" (E-R диаграммы), которые часто используются для логического проектирования баз данных. Но если в классических E-R диаграммах внимание сосредоточено только на данных, диаграммы классов – это шаг вперед: они позволяют моделировать также и поведение. В реальной базе данных подобные логические операции обычно трансформируются в триггеры или хранимые процедуры. Моделирование схемы производится следующим образом:

1. Идентифицируйте классы вашей модели, состояние которых должно сохраняться и после завершения работы

создавшего их приложения.

2. Создайте содержащую эти классы диаграмму классов и характеризуйте их как устойчивые с помощью стандартного помеченного значения `persistent` (устойчивый). Для работы со специфическими деталями базы данных вы можете определить и свои собственные помеченные значения.

3. Раскройте структурные особенности классов. В общем случае это означает, что надо детально специфицировать их атрибуты и обратить особое внимание на ассоциации и их кратности.

4. Поищите типичные структурные образцы, усложняющие проектирование физической базы данных, например циклические ассоциации, ассоциации "один к одному" и n-арные ассоциации. При необходимости создайте промежуточные абстракции для упрощения логической структуры.

5. Рассмотрите поведение этих классов, раскрывая операции, важные для доступа к данным и поддержания их целостности. В общем случае, для лучшего разделения обязанностей, бизнес-правила, отвечающие за манипуляции наборами объектов, должны быть инкапсулированы в слое, находящемся над этими устойчивыми классами.

6. Старайтесь использовать в своей работе инструментальные средства, позволяющие преобразовать логический проект в физический.

Прямое и обратное проектирование

Иногда UML применяется так, что создаваемая модель впоследствии не отображается ни в какой программный код. Если вы, например, моделируете с помощью диаграмм действий бизнес-процесс, то во многих действиях будут участвовать люди, а не компьютеры. Но чаще всего модели все-таки преобразуются в код. Хотя UML не определяет конкретного способа отображения на какой-либо объектно-ориентированный язык, он проектировался с учетом этого требования. В наибольшей степени это относится к диаграммам классов, содержание которых без труда отображается на такие известные объектно-ориентированные языки программирования, как Java, C++, Smalltalk, Eiffel, Ada, ObjectPascal и Forte. Кроме того, в проект

UML была заложена возможность отображения на коммерческие объектные языки, например Visual Basic.

Прямое проектирование диаграммы классов производится следующим образом:

1. Идентифицируйте правила отображения модели на один или несколько языков программирования по вашему выбору. Это допустимо делать как при работе над одним конкретным проектом, так и для вашей организации в целом.

2. В зависимости от семантики выбранных языков, вероятно, придется отказаться от использования некоторых возможностей UML. Например, язык UML допускает множественное наследование, а язык программирования Smalltalk – только одиночное. В связи с этим можно или запретить авторам моделей пользоваться множественным наследованием (что сделает создаваемые модели зависимыми от языка), или разработать идиомы для трансляции таких расширенных возможностей в конструкции, поддерживаемые данным языком программирования (что усложнит отображение).

3. Применяйте помеченные значения для специфицирования языка программирования. Это можно сделать как на уровне индивидуальных классов (если нужна тонкая настройка), так и на более высоком уровне, например, для пакетов или коопераций.

4. Пользуйтесь инструментальными средствами для прямого проектирования моделей.

На рисунке изображена простая диаграмма классов, на которой проиллюстрирована реализация образца цепочки обязанностей. В данном примере представлены три класса: Client (Клиент), EventHandler (Обработчик Событий) и GUI EventHandler (Обработчик Событий ГИП). Первые два из них являются абстрактными, а последний – конкретным. Класс EventHandler содержит обычную для данного образца операцию `handleRequest` (обработать Запрос), хотя в рассматриваемом случае было добавлено два скрытых атрибута. Определенное для каждого класса помеченное значение показывает, что они будут преобразованы в код на языке Java. Прямое проектирование в данном случае легко осуществимо с помощью специального инструмента. Так, для класса EventHandler будет сгенерирован следующий код:

```
public abstract class EventHandler {
    EventHandler successor;
    private Integer currentEventID;
    private String source;
    EventHandler() {}
    public void handleRequest() {}
}
```

Обратным проектированием (Reverse engineering) называется процесс преобразования в модель кода, записанного на каком-либо языке программирования. В результате этого процесса вы получаете огромный объем информации, часть которой находится на более низком уровне детализации, чем необходимо для построения полезных моделей. В то же время обратное проектирование никогда не бывает полным. Как уже упоминалось, прямое проектирование ведет к потере информации, так что полностью восстановить модель на основе кода не удастся, если только инструментальные средства не включали в комментариях к исходному тексту информацию, выходящую за пределы семантики языка реализации.

Обратное проектирование диаграммы классов осуществляется так:

1. Идентифицируйте правила для преобразования из выбранного вами языка реализации. Это можно сделать на уровне проекта или организации в целом.

2. С помощью инструментального средства укажите код, который вы хотите подвергнуть обратному проектированию. Воспользуйтесь этим средством для создания новой модели или для модификации ранее созданной.

3. Пользуясь инструментальными средствами, создайте диаграмму классов путем опроса полученной модели. Можно начать, например, с одного или нескольких классов, а затем расширить диаграмму, следуя вдоль некоторых отношений или добавив соседние классы. Раскройте или спрячьте детали содержания диаграммы в зависимости от ваших намерений.

Пример №4.4

На диаграмме классов в соответствии с Рисунком 4.9, показаны основные классы информационно-обучающей системы (ИОС): ИОС. Тип пользователя, Обучаемый, Преподаватель,

Обучение, Теория, Тест, Практика, Тема, Принятие решений, Результат, Язык.

Класс ИОС отвечает за работу самой системы; класс Тип пользователя описывает пользователей системы; класс Обучение содержит подклассы Теория и Тест, которые в свою очередь отвечают за обучение учащегося; Класс принятие решения содержит правила, редактирует коэффициенты; класс Результат отвечает за вывод результатов в системе; класс Язык отвечает за язык программы. Классы связаны между собой ассоциацией. Так класс ИОС связан с классами Обучение, Тест, Принятие решений, Преподаватель, Результат и Язык с помощью свойства ассоциации множественность 1..*(один ко многим). Класс обучение связан с классом Обучаемый множественной ассоциацией 1..*, класс Тип пользователя связан с классом Результат один к одному. Ассоциации имеют также названия концов. Так конец ассоциации класса ИОС и класса Тест называется «формирует», так как ИОС формирует тестовые задания.

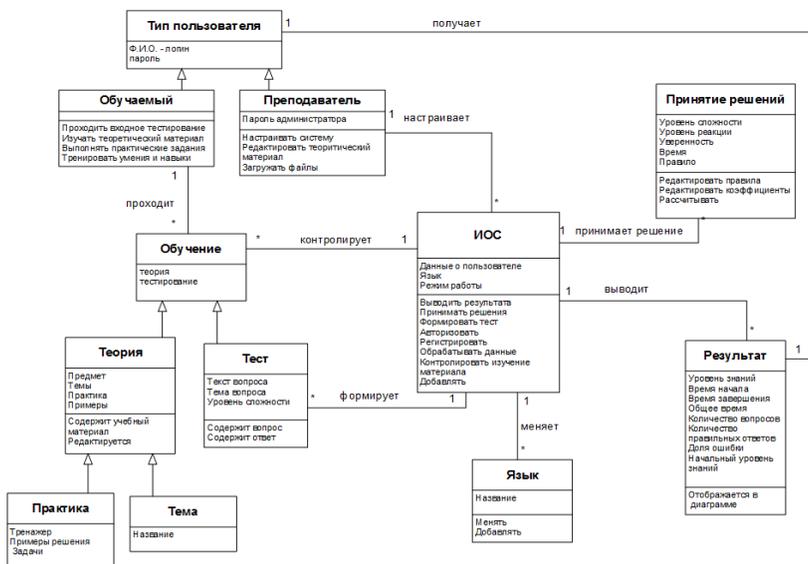


Рисунок 4.9 – Диаграмма классов информационно-обучающей системы

Классы Обучаемый и Преподаватель связаны с классом Тип пользователя с помощью Обобщения (Наследования), т.е. эти

классы наследуют все атрибуты класса Тип пользователя. Также связаны между собой классы Теория, Тест, которые являются подтипом класса Обучение и классы Практика, Тема являются наследниками класса Теория.

4.5.2 Диаграмма объектов

Диаграммы объектов позволяют моделировать экземпляры сущностей, которые содержатся в диаграммах классов. На диаграмме объектов показано множество объектов и отношений между ними в некоторый момент времени. Диаграммы объектов применяют при моделировании статических видов системы с точки зрения проектирования и процессов. При этом моделируется "снимок" системы в данный момент времени и изображается множество объектов, их состояний и отношений между ними. Диаграммы объектов важны не только для визуализации, специфицирования и документирования структурных моделей, но и для конструирования статических аспектов системы с помощью прямого и обратного проектирования.

Диаграмма объектов содержит множество экземпляров сущностей, представленных на диаграмме классов. Таким образом, диаграммы объектов выражают статическую составляющую взаимодействия и состоят из сотрудничающих объектов, однако сообщения на них не показаны. Диаграмма объектов отражает состояние системы в фиксированный момент времени, как показано на Рисунке 4.10.

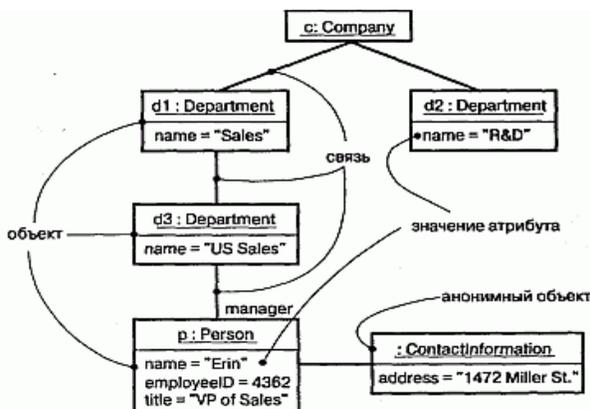


Рисунок 4.10 – Диаграмма объектов

- Диаграммой объектов (Object diagram) называется диаграмма, на которой показаны объекты и их отношения в некоторый момент времени. Графически диаграмму объектов представляют в виде графа, состоящего из вершин и ребер.

Моделирование объектной структуры осуществляется так:

- Идентифицируйте механизм, который собираетесь моделировать. Механизм представляет собой некоторую функцию или поведение части моделируемой системы, являющееся результатом взаимодействия сообщества классов, интерфейсов и других сущностей.

- Для каждого обнаруженного механизма идентифицируйте классы, интерфейсы и другие элементы, участвующие в кооперации, а также отношения между ними.

- Рассмотрите один из сценариев использования работы механизма. Заморозьте этот сценарий в некоторый момент времени и изобразите все объекты, участвующие в механизме.

- Покажите состояние и значения атрибутов каждого такого объекта, если это необходимо для понимания сценария.

- Покажите также связи между этими объектами, которые представляют экземпляры существующих ассоциаций.

Пример №4.5

В качестве примера на рис. 4.11 показана совокупность объектов, взятая из реализации автономного робота. Внимание здесь акцентировано на нескольких объектах, составляющих часть механизма робота, предназначенного для расчета модели мира, в котором тот перемещается. Разумеется, в работе системы принимает участие гораздо больше объектов, но в этой диаграмме рассматриваются только абстракции, непосредственно вовлеченные в процесс формирования взгляда на мир.

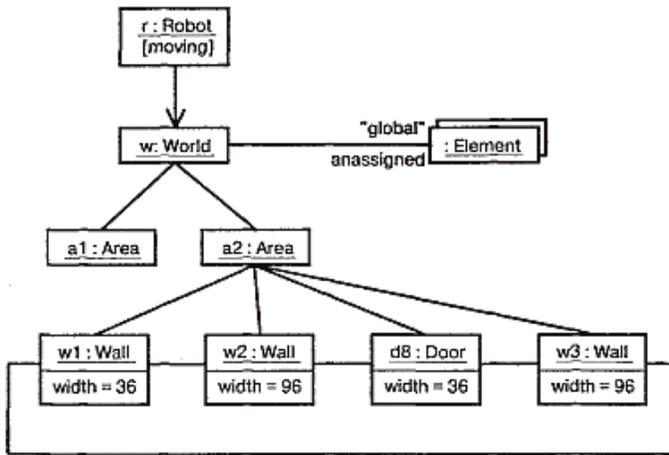


Рисунок 4.11 - Моделирование объектных структур

Как видно из рисунка 4.6, один из объектов соответствует самому роботу (r , экземпляр класса *Robot*); в настоящий момент он находится в состоянии *moving* (движется). Этот объект связан с экземпляром w класса *World* (Мир), являющегося абстракцией модели мира робота. В свою очередь объект w связан с мультиобъектом, который состоит из экземпляров класса *Element*, описывающего сущности, опознанные роботом, но еще не включенные в его модель мира. Эти элементы помечены как части глобального состояния робота. В текущий момент времени экземпляр w связан с двумя экземплярами класса *Area*. У одного из них ($a2$) показаны его собственные связи с тремя объектами класса *Wall* (Стена) и одним – класса *Door* (Дверь). Указана ширина каждой из трех стен и обозначено, что каждая связана с соседними. Как видно из диаграммы, робот распознал, что замкнутое помещение, в котором он находится, имеет с трех сторон стены, а с четвертой – дверь.

4.5.3 Диаграмма компонентов

Диаграммы компонентов – это один из двух видов диаграмм, применяемых при моделировании физических аспектов объектно-ориентированной системы (второй вид – диаграммы развертывания, см. далее). Они показывают организацию наборов компонентов и зависимости между ними.

Диаграмма компонентов (Component diagram) показывает набор компонентов и отношения между ними. Графически диаграмма компонентов представляется в виде графа с ребрами и вершинами.

При моделировании статического вида системы с точки зрения реализации диаграммы компонентов, как правило, используются в четырех случаях:

- моделирование исходного кода. В большинстве современных объектно-ориентированных языках программирования код пишется в интегрированных средах разработки, которые сохраняют исходные тексты в файлах. Диаграммы компонентов можно применять для моделирования управления конфигурированием этих файлов, которые представляют собой компоненты – рабочие продукты;

- моделирование исполняемых версий. Версия – это относительно полный и согласованный набор артефактов, предоставляемый внутреннему или внешнему пользователю. Для системы, составленной из компонентов, версия прежде всего подразумевает те части, которые необходимо поставить для получения работающей системы. При моделировании версий с помощью диаграмм компонентов вы визуализируете, специфицируете и документируете решения, принятые относительно физических составляющих системы, то есть компонентов развертывания;

- моделирование физических баз данных. Представляйте себе физическую базу данных как конкретную реализацию схемы, существующую в мире битов. Схемы, по сути дела, описывают API для доступа к хранимой информации; модель же физической базы данных представляет способы хранения этой информации в таблицах реляционной базы данных или на страницах объектно-ориентированной БД. Для представления этих и иных видов физических баз данных вы можете пользоваться диаграммами компонентов;

- моделирование адаптивных систем. Некоторые системы абсолютно статичны – их компоненты появляются на сцене, принимают участие в выполнении, а затем покидают сцену. Другие системы более динамичны; они включают мобильных агентов или компоненты, которые мигрируют с целью выравнивания нагрузки и восстановления после сбоя. Для представления таких систем применяются диаграммы компонентов совместно с некоторыми другими диаграммами UML.

Диаграммы компонентов применяются для моделирования статического вида системы с точки зрения реализации. Сюда относится моделирование физических сущностей, развернутых в

узле, например исполняемых программ, библиотек, таблиц, файлов и документов. По существу, диаграммы компонентов – это не что иное, как диаграммы классов, сфокусированные на системных компонентах.

Диаграммы компонентов важны не только для визуализации, специфицирования и документирования системы, основанной на компонентах, но и для создания исполняемых систем путем прямого и обратного проектирования.

Пример №4.6

Диаграмма компонентов в соответствии с рисунком 4.12 построена на примере программного обеспечения для электронного учебника.

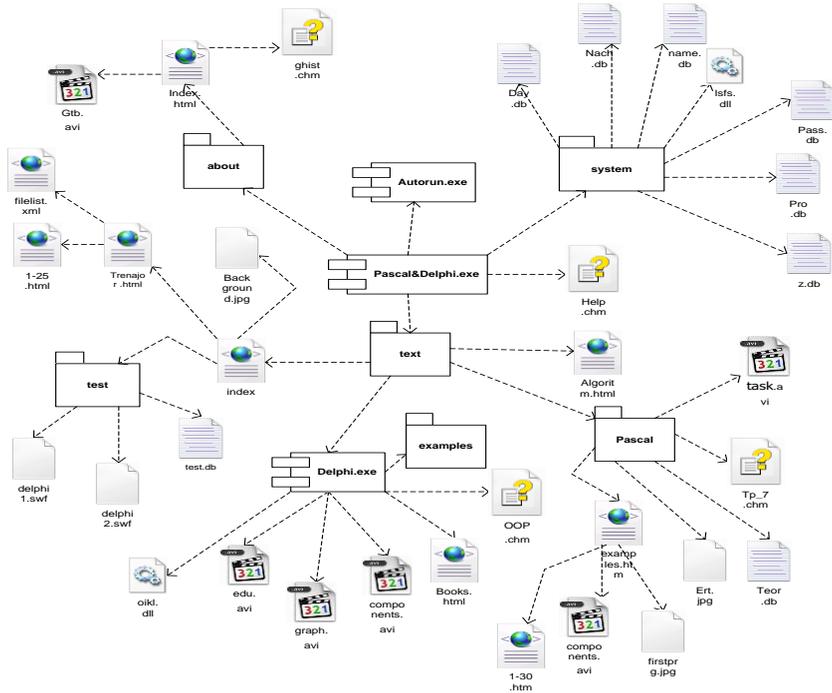


Рисунок 4.12 – Диаграмма компонентов ИОС

Диаграмма показывает разбиение системы на структурные части и связи между ними. В качестве физических компонентов

выступают файлы, библиотеки, модули, пакеты и т.д. Pascal&Delphi.exe является главным компонентом системы, который связывает основные пакеты Text, About, System и Help.chm (справочник по всей системе). В начале Pascal&Delphi.exe запускается Autorun.exe. Пакет Text состоит из главной страницы Index.html, Algoritm.html, пакета Pascal и Delphi.exe. Пакет About содержит информацию об авторе и состоит из главной страницы index.html, которая в свою очередь состоит из ghist.chm и gtb.avi. Пакет System представляет собой связь баз данных и внешних библиотек.

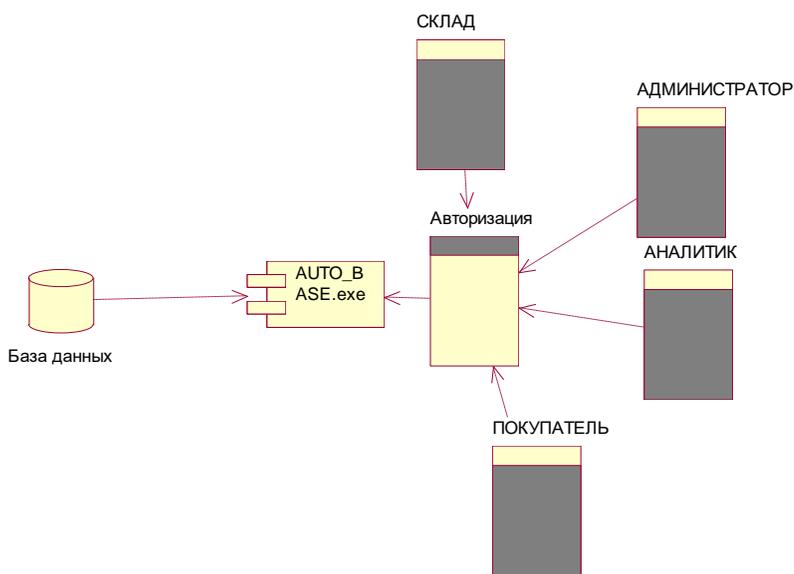


Рисунок 4.13 – Диаграмма компонентов

4.5.4 Диаграмма развертывания

Диаграмма развертывания в соответствии с Рисунком 4.14., содержит графические изображения процессов и связей между ними. Основной модуль MS SQL Server 2005 связан с базами данных: БД Математических моделей, Базой данных, Базой знаний, Сервером. Подсистемы Анализа обработки данных, Контекста, Диагностики, Экспертная подсистема, Модули регистрации и входа в систему, Теоретический, Аналитический, Практический и

Контролирующий связаны с основным модулем MS SQL Server 2005.

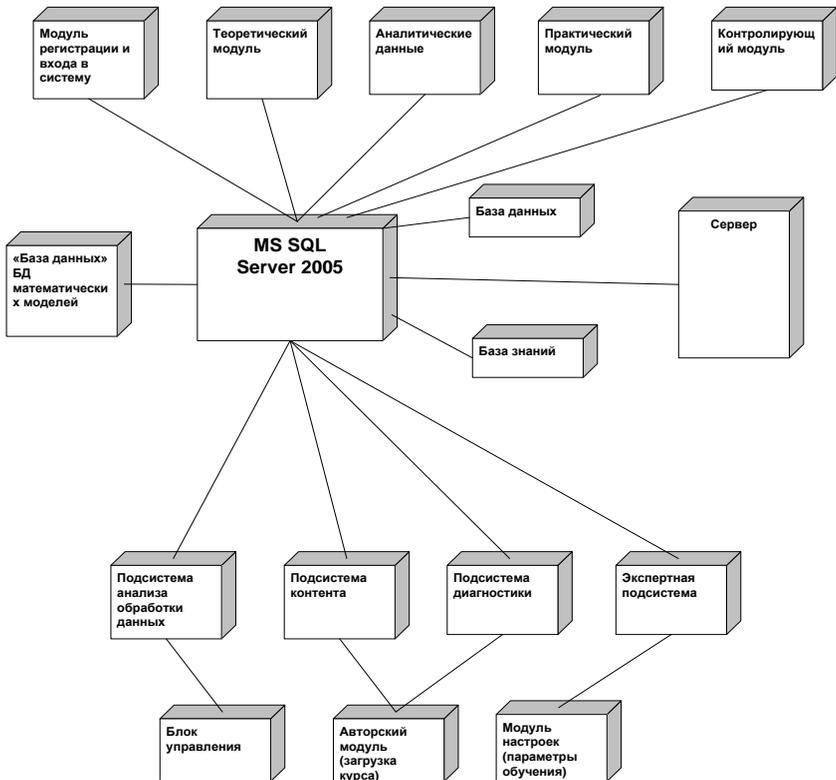


Рисунок 4.14 – Диаграмма развертывания Информационно-обучающей системы

4.5.5 Диаграмма вариантов использования (прецедентов)

На **диаграмме прецедентов** показывается совокупность вариантов использования (прецедентов), актеров (частный случай классов) и отношений между ними. С помощью таких диаграмм иллюстрируют статический вид системы с точки зрения прецедентов, что особенно важно для ее организации и моделирования ее поведения.

Диаграммы прецедентов играют основную роль в моделировании поведения системы, подсистемы или класса. Каждая такая диаграмма показывает множество прецедентов, актеров и отношения между ними. Диаграммы прецедентов применяются для моделирования вида системы с точки зрения прецедентов (или вариантов использования). Чаще всего это предполагает моделирование контекста системы, подсистемы или класса либо моделирование требований, предъявляемых к поведению указанных элементов. Диаграммы прецедентов имеют большое значение для визуализации, специфицирования и документирования поведения элемента. Они облегчают понимание систем, подсистем или классов, представляя взгляд извне на то, как данные элементы могут быть использованы в соответствующем контексте. Кроме того, такие диаграммы важны для тестирования исполняемых систем в процессе прямого проектирования и для понимания их внутреннего устройства при обратном проектировании.

Диаграммой прецедентов, или использования (Use case diagram), называется диаграмма, на которой показана совокупность прецедентов и актеров, а также отношения между ними. Диаграмма прецедентов обладает стандартными свойствами, присущими любой диаграмме – именем и графическим содержанием, которое представляет собой одну из проекций модели. Диаграмма прецедентов отличается от прочих своим конкретным содержанием. Диаграммы прецедентов обычно включают в себя: прецеденты; актеров; отношения зависимости, обобщения и ассоциации. Как и все остальные диаграммы, они могут содержать примечания и ограничения. Иногда в диаграммы прецедентов помещают пакеты, применяемые для группирования элементов модели в более крупные блоки, а в ряде случаев и экземпляры прецедентов, особенно если надо визуализировать конкретную исполняемую систему.

При моделировании статического вида системы с точки зрения прецедентов диаграммы использования обычно применяются двумя способами:

- для моделирования контекста системы. Моделирование контекста подразумевает, что мы обводим систему воображаемой линией и выявляем актеры, которые находятся за этой линией и взаимодействуют с системой. Диаграммы прецедентов нужны на этом этапе для идентификации актеров и семантики их ролей;

- для моделирования требований к системе. Моделирование требований к системе предполагает указание на то, что система должна делать (с точки зрения внешнего наблюдателя), независимо от того, как она должна это делать. Диаграммы прецедентов нужны здесь для специфицирования желаемого поведения системы. Они позволяют рассматривать всю систему как "черный ящик": вы видите все, что находится вне нее, наблюдаете за ее реакцией на события, но ничего не знаете о ее внутреннем устройстве.

Моделирование контекста системы состоит из следующих шагов:

1. Идентифицируйте окружающую систему актеров. Для этого нужно найти группы, которым участие системы требуется для выполнения их задач; группы, которые необходимы для осуществления системой своих функций; группы, взаимодействующие с внешними программными и аппаратными средствами, а также группы, выполняющие вспомогательные функции администрирования и поддержки.

2. Организуйте похожих актеров с помощью отношений обобщения/специализации.

3. Введите стереотипы для каждого актера, если это облегчает понимание.

4. Поместите актеров на диаграмму прецедентов и определите способы их связи с прецедентами системы.

Например, на Рисунке 4.15 приведена диаграмма прецедентов системы вендинг. Вендинг – это продажа товаров и услуг с помощью автоматизированных систем (торговых автоматов).

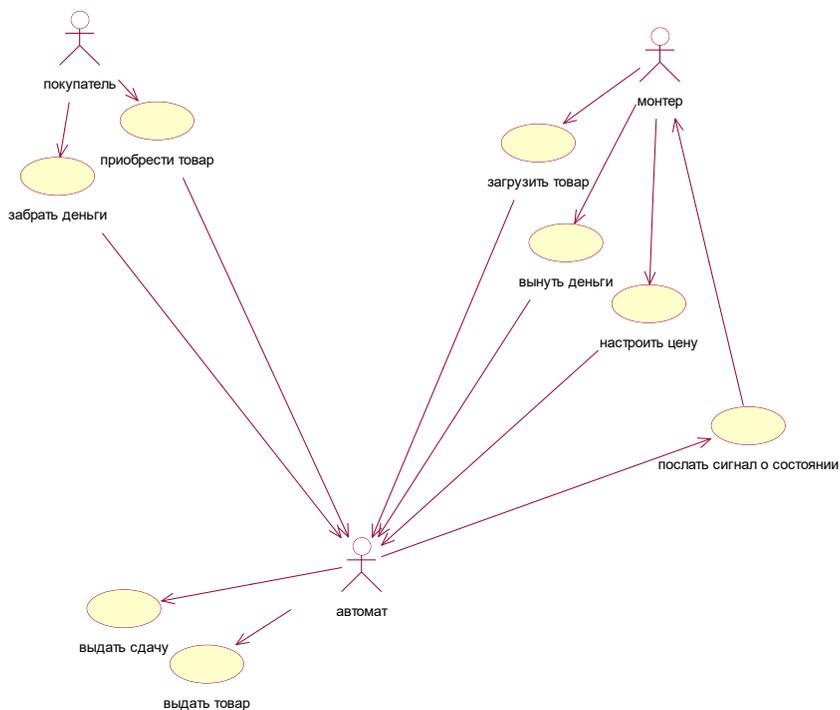


Рисунок 4.15 - Диаграмма прецедентов информационного обеспечения системы по выдаче лимонада

4.5.6 Диаграмма последовательности

Диаграммы последовательностей и коопераций. Любая диаграмма последовательностей или кооперации является диаграммой взаимодействия, а каждая диаграмма взаимодействия – это либо диаграмма последовательностей, либо диаграмма кооперации (Рисунки 4.16, 4.17, 4.18)

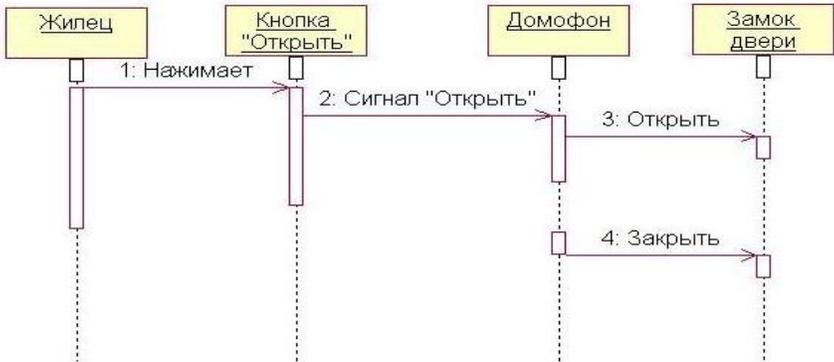


Рисунок 4.16 - Диаграмма последовательности для прецедента «Открыть дверь из квартиры» системы домофона



Рисунок 4.17 - Диаграмма последовательности для прецедента «Разговаривать через домофон»

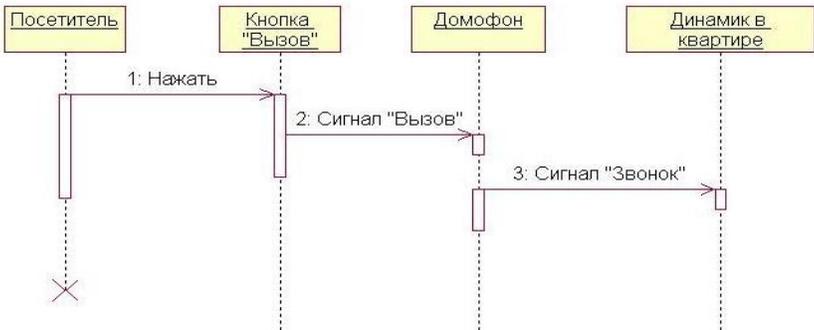


Рисунок 4.18 - Диаграмма последовательности для прецедента «Позвонить в квартиру» системы домофона

На **диаграмме последовательностей** основное внимание уделяется временно упорядоченности событий. На них изображают множество объектов и посланные или принятые ими сообщения. Объекты, как правило, представляют собой анонимные или именованные экземпляры классов, но могут быть также экземплярами других сущностей, таких как кооперации, компоненты или узлы. Диаграммы последовательностей относятся к динамическому виду системы.

На диаграммах последовательностей внимание акцентируется прежде всего на временной упорядоченности сообщений. На рисунке показано, что для создания такой диаграммы надо, прежде всего расположить объекты, участвующие во взаимодействии, в верхней ее части вдоль оси X. Обычно иницилирующий взаимодействие объект размещают слева, а остальные правее (тем дальше, чем более подчиненным является объект). Затем вдоль оси Y размещаются сообщения, которые объекты посылают и принимают, причем более поздние оказываются ниже. Это дает читателю наглядную картину, позволяющую понять развитие потока управления во времени.

4.5.7 Диаграмма состояний

Диаграмма состояний показывает автомат, содержащий состояния, переходы, события и действия. Диаграммы такого рода относятся к динамическому виду системы и особенно важны при моделировании поведения интерфейса, класса или кооперации. Основное внимание в них уделяется порядку возникновения событий, связанных с объектом, что особенно полезно при моделировании реактивных систем (Рисунок 4.19).

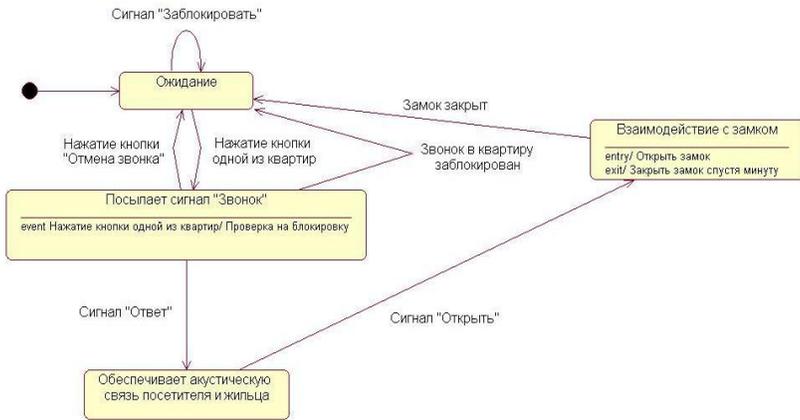


Рисунок 4.19 - Диаграмма состояний для класса «домофон»

Диаграмма состояний для класса «домофон» детально описывает состояние самого контроллера домофона.

Ее частной разновидностью является диаграмма деятельности, в которой все или большая часть состояний – это состояния деятельности, а все или большая часть переходов инициируются в результате завершения деятельности в исходном состоянии. Таким образом, при моделировании жизненного цикла объекта полезны как диаграммы деятельности, так и диаграммы состояний. Но если диаграмма деятельности показывает поток управления от деятельности к деятельности, то на диаграмме состояний представлен поток управления от состояния к состоянию. Диаграммы состояний используются для моделирования динамических аспектов системы. По большей части под этим подразумевается моделирование поведения реактивных объектов. Реактивным называется объект, поведение которого лучше всего характеризуется его реакцией на события, произошедшие вне его собственного контекста. У реактивного объекта есть четко выраженный жизненный цикл, когда текущее поведение обусловлено прошлым. Диаграммы состояний можно присоединять к классам, прецедентам или системе в целом для визуализации, специфицирования, конструирования и документирования динамики отдельного объекта. Диаграммы состояний важны не только для моделирования динамических ас-

пектов системы, но и для конструирования исполняемых систем путем прямого и обратного проектирования. В UML для моделирования поведения объекта с точки зрения порядка возникновения событий используются диаграммы состояний.

Состояние (State) – это ситуация в жизни объекта, на протяжении которой он удовлетворяет некоторому условию, осуществляет определенную деятельность или ожидает какого-то события. Событие (Event) – это спецификация существенного факта, который происходит во времени и пространстве. В контексте автоматов событие - это стимул, способный вызвать срабатывание перехода.

Переход (Transition) – это отношение между двумя состояниями, показывающее, что объект, находящийся в первом состоянии, должен выполнить некоторые действия и перейти во второе состояние, как только произойдет определенное событие и будут выполнены заданные условия. Деятельность (Activity) – это продолжающееся неатомарное вычисление внутри автомата.

Действие (Action) – это атомарное вычисление, которое приводит к смене состояния или возврату значения. Диаграмма состояний изображается в виде графа с вершинами и ребрами. Использовать диаграммы состояний для моделирования некоторого динамического аспекта системы можно в контексте практически любого элемента модели. Обычно, однако, диаграммы состояний применяются в контексте системы в целом, подсистемы или класса. Можно присоединять диаграммы состояний и к прецедентам (для моделирования сценария). При моделировании динамических аспектов системы, класса или прецедента диаграммы состояний обычно используются только с целью моделирования реактивных объектов. Реактивный, или управляемый событиями, объект – это такой объект, поведение которого лучше всего характеризовать его реакцией на внешние события. Как правило, реактивный объект находится в состоянии ожидания, пока не получит событие, а когда это случается, его реакция зависит от предшествующих событий. После того как объект отреагирует на событие, он снова переходит в состояние ожидания следующего события. Для таких объектов интерес представляют прежде всего устойчивые состояния, события, инициирующие переходы из одного состояния в другое, и действия, выполняемые при смене состояния.

4.5.8 Диаграмма деятельности

На **диаграммах деятельности** изображают передачу управления от одной деятельности к другой внутри системы. На них показаны виды деятельности, последовательные или параллельные ветвления потока управления и объекты, которые воздействуют на что-то или сами подвергаются воздействию. Диаграммы деятельности относятся к динамическому представлению системы и особенно важны при моделировании ее функций. Они являются особой разновидностью диаграмм состояния. На диаграммах деятельности основное внимание уделено потоку управления между объектами (Рисунок 4.20).

С другой стороны, динамику поведения можно моделировать с помощью диаграмм деятельности, в которых внимание сосредоточено прежде всего на содержании деятельности, в которой принимают участие объекты. С этой точки зрения диаграммы деятельности напоминают Pert-диаграммы. Диаграмма деятельности – это своеобразная блок-схема, которая описывает последовательность выполнения операций во времени. Ее можно представлять себе как вывернутую наизнанку диаграмму взаимодействий. Диаграмма взаимодействий – это взгляд на объекты, которые передают друг другу сообщения, а диаграмма деятельности – взгляд на операции, которые передаются от одного объекта другому. Семантическое различие трудноуловимо, но в результате нам открываются два совершенно разных взгляда на мир.

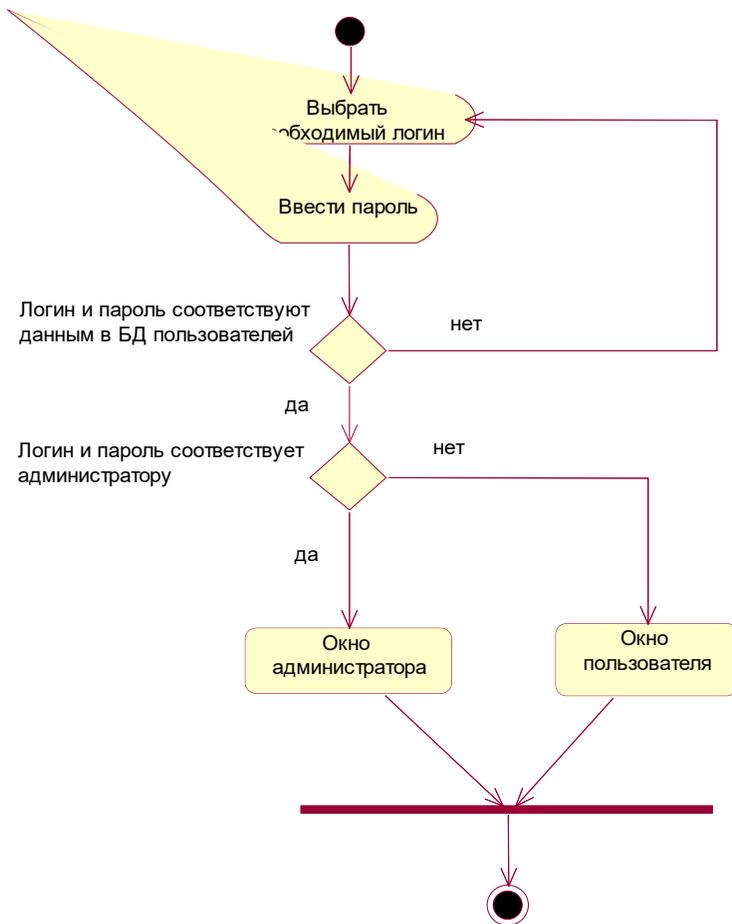


Рисунок 4.20 - Диаграмма активности для прецедента «Авторизироваться»

Диаграмма деятельности – это, по существу, блок-схема, которая показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой. Диаграммы деятельности можно использовать для моделирования динамических аспектов поведения системы. Как правило, они применяются, чтобы промоделировать последовательные (а иногда и параллельные) шаги вычислительного процесса. С помощью диаграмм деятельности можно также моделировать жизнь объекта, когда он

переходит из одного состояния в другое в разных точках потока управления. Диаграммы деятельности могут использоваться самостоятельно для визуализации, специфицирования, конструирования и документирования динамики совокупности объектов, но они пригодны также и для моделирования потока управления при выполнении некоторой операции. Если в диаграммах взаимодействий акцент делается на переходах потока управления от объекта к объекту, то диаграммы деятельности описывают переходы от одной деятельности к другой. Деятельность (Activity) – это некоторый относительно продолжительный этап выполнения в автомате. В конечном итоге деятельность сводится к некоторому действию, которое составлено из атомарных вычислений, приводящих к изменению состояния системы или возврату значения. Диаграммы деятельности важны не только для моделирования динамических аспектов поведения системы, но и для построения выполняемых систем посредством прямого и обратного проектирования.

4.6 Расчеты надежности алгоритма, программы, системы

Одним из основных критериев качества является надежность, т.е. свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях эксплуатации. Чем качественнее система, тем она надежнее, и наоборот. В связи с этим встает задача расчета, прогнозирования и повышения надежности системы.

Надежность работы информационных систем определяется надежностью функциональных компонентов, общего программного обеспечения, комплексов технических и инженерных средств.

Надежность работы ИС зависит от многих факторов. Ее основы закладываются на этапе проектирования при выборе архитектурных решений и определении требований к элементам, реализующим архитектуру. Такие свойства, как простота архитектуры, надежность элементов, наличие избыточности для обеспечения живучести, управляемость являются атрибутами любой современной, грамотно построенной ИС. Тем не менее, даже при наличии этих свойств фаза эксплуатации ИС остается

весьма сложной, чреватой неприятными сюрпризами. Таким образом, надежность является свойством системы, заложенным при ее создании и проявляющимся во времени при функционировании и эксплуатации.

Указанные особенности приводят к тому, что моделирование, расчет и прогнозирование надежности ИС становится сложной и во многом еще не разрешенной научной, технологической и методической проблемой. До настоящего времени в организациях и на предприятиях промышленности моделирование и оценка надежности ИС не производится ни на стадиях проектирования, ни в процессе эксплуатации.

В основе научного анализа надежности современных сложных ИС лежат математические модели и графические методы. С их помощью должны осуществляться расчеты значений необходимых показателей, решаться задачи оптимизации расчета ПН. От обеспечения возможности достаточно точно и оперативно решать указанные задачи непосредственно зависит экономичность, ресурсосбережение и конкурентоспособность современного проектирования ПП.

Надежность программного обеспечения - есть вероятность его работы без отказов в течении определенного периода времени, рассчитанного с учетом стоимости для пользователя каждого отказа.

Таким образом, надежность программного обеспечения является функцией воздействия ошибок на пользователя системы; она не обязательно связана с оценкой «изнутри» ПО. Даже крупный просчет в проектировании может быть не заметным для пользователя. С другой стороны простейшая ошибка может иметь катастрофические последствия. Например, первый запуск космического корабля на Венеру потерпел неудачу из-за того, что разработчики пропустили запятую в программе DO, написанной на Фортране.

Таким образом, надежность не является внутренним свойством. В программе невозможно выявить все ошибки, т.к. надежность связана больше с тем, как программа используется.

Ненадежность ПО может возникнуть только на этапе разработки, так как программы не ломаются и не изнашиваются. Поэтому описанные выше характеристики отказов относятся только к аппаратной части программного обеспечения.

Основными причинами ошибок программного обеспечения являются:

- Большая сложность ПО, например, по сравнению с аппаратурой ЭВМ.

- Неправильный перевод информации из одного представления в другое на макро- и микроуровнях. На макроуровне, уровне проекта, осуществляется передача и преобразование различных видов информации между организациями, подразделениями и конкретными исполнителями на всех этапах жизненного цикла ПО. На микроуровне, уровне исполнителя, производится преобразование информации по схеме: получить информацию – запомнить – выбрать из памяти (вспомнить) – воспроизвести информацию (передать).

Источниками ошибок (угрозами надежности) программного обеспечения являются:

- Внутренние: ошибки проектирования, ошибки алгоритмизации, ошибки программирования, недостаточное качество средств защиты, ошибки в документации.

- Внешние: ошибки пользователей, сбои и отказы аппаратуры ЭВМ, искажение информации в каналах связи, изменения конфигурации системы.

4.6.1 Порядок расчета надежности

Надежность рассчитывают на стадиях жизненного цикла и соответствующих этим стадиям этапах видов работ, установленных программой обеспечения надежности (ПОН) объекта или документами, ее заменяющими.

ПОН должна устанавливать цели расчета на каждом этапе видов работ, применяемые при расчете нормативные документы и методики, сроки выполнения расчета и исполнителей, порядок оформления, представления и контроля результатов расчета.

Цели расчета надежности

Расчет надежности программы на определенном этапе видов работ, соответствующем некоторой стадии ее жизненного цикла, может иметь своими целями:

- обоснование количественных требований по надежности к системе или ее составным частям;
- проверку выполнимости установленных требований и/или

оценку вероятности достижения требуемого уровня надежности системы в установленные сроки и при выделенных ресурсах, обоснование необходимых корректировок установленных требований;

- определение достигнутого (ожидаемого) уровня надежности объекта и/или его составных частей, в том числе расчетное определение показателей надежности или параметров распределения характеристик надежности составных частей объекта в качестве исходных данных для расчета надежности системы в целом;

- обоснование и проверку эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам архитектуры, технологии, системы технического обслуживания и ремонта системы, направленных на повышение её надежности;

- проверку соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности системы установленным требованиям (контроль надежности), если прямое экспериментальное подтверждение их уровня надежности невозможно технически или нецелесообразно экономически.

Общая схема расчета

Расчет надежности системы в общем случае представляет собой процедуру последовательного поэтапного уточнения оценок показателей надежности по мере отработки конструкции и технологии создания программы, алгоритмов её функционирования, правил эксплуатации, системы технического обслуживания и ремонта, критериев отказов и предельных состояний, накопления более полной и достоверной информации обо всех факторах, определяющих надежность, и применения более адекватных и точных методов расчета и расчетных моделей.

Расчет надежности на любом этапе видов работ, предусмотренном планом ПОН, включает:

- идентификацию объекта, подлежащего расчету;
- определение целей и задач расчета на данном этапе, номенклатуры и требуемых значений рассчитываемых показателей надежности;

- выбор метода(ов) расчета, адекватного(ых) особенностям программного продукта, целям расчета, наличию необходимой информации о ПП и исходных данных для расчета;

- составление расчетных моделей для каждого показателя надежности;
- получение и предварительную обработку исходных данных для расчета, вычисление значений показателей надежности ПП и, при необходимости, их сопоставление с требуемыми;
- оформление, представление и защиту результатов расчета.

Идентификация объекта

Идентификация объекта для расчета его надежности включает получение и анализ следующей информации о ПП, условиях его эксплуатации и других факторах, определяющих его надежность:

- назначение, области применения и функции ПП;
- критерии качества функционирования, отказов и предельных состояний, возможные последствия отказов (достижения объектом предельного состояния) объекта;
- структура объекта, состав, взаимодействие и уровни нагруженности входящих в него элементов, возможность перестройки структуры и/или алгоритмов функционирования системы при отказах отдельных его элементов;
- типовая модель эксплуатации системы, устанавливающая перечень возможных режимов эксплуатации и выполняемых при этом функций, правила и частоту чередования режимов, продолжительность пребывания системы в каждом режиме и соответствующие наработки, номенклатуру и параметры нагрузок и внешних воздействий на объект в каждом режиме;
- планируемая система технического обслуживания (ТО) и ремонта системы, характеризуемая видами, периодичностью, организационными уровнями, способами выполнения, техническим оснащением и материально-техническим обеспечением работ по его ТО и ремонту;
- распределение функций между операторами и средствами автоматического диагностирования (контроля) и управления ПП, виды и характеристики человеко-машинных интерфейсов, определяющих параметры работоспособности и надежности работы операторов;
- уровень квалификации персонала;
- планируемые технологии написания ПП.

Полнота идентификации объекта на рассматриваемом этапе расчета его надежности определяет выбор соответствующего метода расчета, обеспечивающего приемлемую на данном этапе точность при отсутствии или невозможности получения части информации.

Источниками информации для идентификации объекта служит конструкторская, технологическая, эксплуатационная и ремонтная документация на объект в целом, его составные части и комплектующие изделия в составе и комплектах, соответствующих данному этапу расчета надежности.

Методы расчета

Методы расчета надежности подразделяют:

- по составу рассчитываемых показателей надежности (ПН);
- по основным принципам расчета.

По основным принципам расчета свойств, составляющих надежность, или комплексных показателей надежности объектов различают:

- методы прогнозирования,
- структурные методы расчета,
- физические методы расчета.

Методы прогнозирования основаны на использовании для оценки ожидаемого уровня надежности системы данных. О достигнутых значениях и выявленных тенденциях изменения ПН (показателей надежности) ПП, аналогичных или близких к рассматриваемому по назначению, принципам действия, моделированному построению и технологии написания).

Структурные методы расчета основаны на представлении ПП в виде логической (структурно-функциональной) схемы, описывающей зависимость состояний и переходов системы от состояний и переходов её элементов; с учетом их взаимодействия и выполняемых ими функций в системе с последующими описаниями построенной структурной модели адекватной математической моделью и вычислением ПН ПП по известным характеристикам надежности его элементов.

Физические методы расчета основаны на применении математических моделей, описывающих физические, химические и иные процессы, приводящие к отказам объектов (к достижению объектами предельного состояния), и вычислении ПН по

известным параметрам загруженности объекта, характеристикам примененных в объекте веществ и материалов с учетом особенностей его конструкции и технологии изготовления.

Метод расчета надежности конкретного объекта выбирают в зависимости от:

- целей расчета и требований к точности определения ПН системы;
- наличия и/или возможности получения исходной информации, необходимой для применения определенного метода расчета.

При расчете надежности конкретных объектов возможно одновременное применение различных методов, например, методов прогнозирования надежности программных элементов с последующим использованием полученных результатов в качестве исходных данных для расчета надежности программного продукта в целом или его составных частей различными структурными методами. (т. е. теоретически можно протестировать, к примеру, каждый компонент на отказ и привести это как исходное данное, но с другой стороны этот метод не рационален и занимает много времени!).

Исходные данные

Исходными данными для расчета надежности объекта могут быть:

- априорные данные о надежности элементов, алгоритмов, составных частей рассматриваемого ПП по опыту их применения в аналогичных или близких условиях, а так же экспериментальных данных;
- оценки показателей надежности (параметры законов распределения характеристик надежности) составных частей ПП и параметров примененных в ПП материалов, полученные экспериментальным или
 - расчетным способом непосредственно в процессе разработки (написания, эксплуатации) рассматриваемого объекта и его составных частей;
 - расчетные и/или экспериментальные оценки параметров загруженности, примененных в ПП составных частей и элементов архитектуры.

Источниками исходных данных для расчета надежности аппаратной части ПП могут быть:

- стандарты и технические условия на составные части ПП, применяемые в нем комплектующие элементы;
- данные о надежности оборудования («железо»);
- справочники по надежности элементов, свойствам веществ и материалов, нормативам продолжительности (трудоемкости, стоимости) типовых операций ТО и ремонта и другие информационные материалы;
- статистические данные (банки данных) о надежности аналогичных систем данных, входящих в их состав элементов, свойствах применяемых в них объектов, компонентов, алгоритмов и т.д., о параметрах операций ТО и ремонта, собранные в процессе их разработки, испытаний и эксплуатации;
- результаты прочностных, электрических, тепловых и иных расчетов объекта и его составных частей, включая расчеты показателей надежности составных частей системы (по большей части относится к «железу»).

При наличии нескольких источников исходных данных для расчета надежности приоритеты в их использовании или методы объединения данных из разных источников должны быть установлены в методике расчета.

Адекватность метода расчета

Адекватность выбранного метода расчета и построенных расчетных моделей целям и задачам расчета надежности ПП характеризуют:

- полнотой использования в расчете всей доступной информации о продукте, технологии, условиях его эксплуатации, системе ТО и ремонта, характеристиках надежности составных частей, свойствах применяемых в объекте веществ и материалов (опять-таки речь идет о свойствах веществ, использованных для построения плат компьютера);
- обоснованностью принятых при построении моделей, допущений и предположений, их влиянием на точность и достоверность оценок ПН;
- степенью соответствия уровня сложности и точности расчетных моделей надежности ПП, доступной точности исходных данных для расчета.

Требования к методикам расчета

Для расчета надежности системы применяют:

- типовые методики расчета, разрабатываемые для группы (вида, типа) однородных по назначению и принципам обеспечения надежности объектов, оформляемые в виде соответствующих нормативных документов (государственных и отраслевых стандартов, стандартов предприятия и др.);
- методики расчета, разрабатываемые для конкретных систем особенности архитектуры и/или условий, применения которых не допускают применения типовых методик расчета надежности. Указанные методики, как правило, включают непосредственно в отчетные документы по расчету надежности или оформляют в виде отдельных документов, включаемых в комплект документации соответствующего этапа разработки объекта.

Типовая методика расчета надежности должна содержать:

- характеристику объектов, на которые распространяется методика;
- перечень рассчитываемых ПН системы в целом и его составных частей, методы, применяемые для расчета каждого показателя;
- требования к исходным данным для расчета надежности (источники, состав, точность, достоверность, форма представления) или непосредственно сами исходные данные, методы объединения разнородных исходных данных для расчета надежности, получаемых из разных источников;
- решающие правила для сопоставления расчетных значений ПН с требуемыми, если результаты расчета применяют для контроля надежности объектов;
- требования к форме представления результатов расчета ПН и правила защиты результатов расчета в соответствующих контрольных точках ПОН и при контроле проектов программного продукта.

Методика расчета надежности конкретного объекта должна содержать:

- информацию о системе, обеспечивающую её идентификацию для расчета надежности в соответствии с требованиями настоящего стандарта;
- модели для расчета каждого ПН, принятые при их построении допущения и предположения, соответствующие

алгоритмы вычисления ПН и применяемые программно-аппаратные средства, оценки погрешностей выбранных (построенных) моделей;

- исходные данные для расчета и источники их получения.

Представление результатов расчета

Результаты расчета надежности системы оформляют в виде раздела пояснительной записки к соответствующему проекту (эскизному, техническому) или в виде самостоятельного документа, содержащего:

- цели и методику (ссылку на соответствующую типовую методику) расчета;
- расчетные значения всех ПН и заключения об их соответствии установленным требованиям надежности системы;
- выявленные недостатки архитектуры системы и рекомендации по их устранению с оценками эффективности предлагаемых мер с точки зрения их влияния на уровень надежности;
- перечень составных частей и элементов, лимитирующих надежность системы или по которым отсутствуют необходимые данные для расчета ПН, предложения по включению в ПОН дополнительных мероприятий по повышению (углубленному исследованию) их надежности или по их замене на более надежные (отработанные и проверенные);
- заключение о возможности перехода к следующему этапу отработки объекта при достигнутом расчетном уровне его надежности.

Расчетные оценки ПН, заключения об их соответствии установленным требованиям и возможности перехода к следующему этапу видов работ по разработке (постановке на производство) объекта, рекомендации по доработкам с целью повышения его надежности включают в акт приемочных испытаний, если принято решение о контроле надежности объекта расчетным методом.

4.6.2 Расчет надежности алгоритма

При расчете алгоритма первым шагом надо определить тип системы: последовательная или параллельная.

Последовательной системой называется система, которая теряет свою работоспособность при отказе одной из подсистем или одного из блоков алгоритма.

Надежность последовательной системной оценки определяется формулой:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t) \quad (4.27)$$

Параллельной системой называется система, которая теряет свою работоспособность только при отказе всех подсистем или всех блоков алгоритма.

Вероятность безотказной работы такой системы равна:

$$\begin{aligned} P(t) &= \prod_{i=1}^n [1 - p_i(t)]; \\ P(t) &= 1 - [1 - p(t)]^n; \end{aligned} \quad (4.28)$$

где $P_i(t)$ – надежность i -того элемента, n -число в системе. Вторая формула пригодна для равно наделенных элементов.

Пример №4.7

Таким образом, рассмотрим пример расчета последовательной системы.

Имеется некий алгоритм, состоящий из трех основных блоков, от которых зависит работоспособность программы.

Рассмотрим плотность вероятности отказа, которая имеет вид показательного распределения (Рис. 4.21).

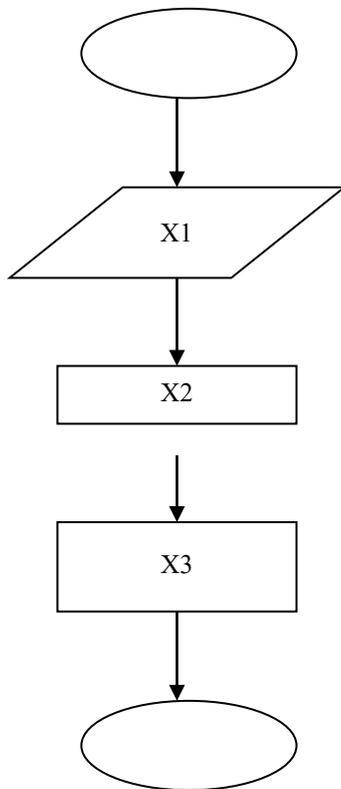


Рисунок 4.21 – Пример алгоритма работы программы

Составим таблицу истинности.

Таблица 4.4 – Таблица истинности

x1	x2	x3	F(x)	p(t)
0	0	0	0	
0	0	1	0	0,33
0	1	0	0	0,33
0	1	1	0	0,67
1	0	0	0	0,33
1	0	1	0	0,67
1	1	0	0	0,67
1	1	1	1	

Так как мы рассматриваем последовательную систему, то достаточным условием отказа системы будет являться отказ одной из подсистем.

Тогда, как видно из таблицы истинности, таких состояний у нас три. Отсюда вероятность безотказной работы равна:

$$(P(A) = 0.67 \cdot 0.67 \cdot 0.67 = 0.300763)$$

A – событие, при котором произойдет отказ.

Пример №4.8

Рассмотрим параллельную систему.

Допустим, алгоритм состоит из четырех блоков, тогда:

Таблица 4.5 – Таблица истинности

X1	X2	X3	X4	F(x)	p(t)
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	1	0,25
0	0	1	0	1	0,25
0	0	1	1	1	0,50
0	1	0	0	1	0,25
0	1	0	1	1	0,50
0	1	1	0	1	0,50
0	1	1	1	1	0,75
1	0	0	0	1	0,25
1	0	0	1	1	0,50
1	0	1	0	1	0,50
1	0	1	1	1	0,75
1	1	0	0	1	0,50
1	1	0	1	1	0,75
1	1	1	0	1	0,75
1	1	1	1	1	

$$P(B) = (1-0,25) \cdot (1-0,25) \cdot (1-0,50) \cdot (1-0,25) \cdot (1-0,50) \cdot (1-0,50) \cdot (1-0,75) \cdot (1-0,25) \cdot (1-0,50) \cdot (1-0,50) \cdot (1-0,75) \cdot (1-0,50) \cdot (1-0,75) \cdot (1-0,75) = 0,00019312$$

- вероятность отказа

$$P(t) = 1 - 0,00019312 = 0,99980688$$

$$f(t) = \begin{cases} 0, t < 0 \\ \lambda \cdot e^{-\lambda t}, t \geq 0 \end{cases}$$

, где λ – параметр распределения, в нашем случае это не что иное как интенсивность отказа – вероятность появления отказа или ошибки, т. е. $P(t)$.

Плотность будет иметь вид убывающей экспоненты, так как при $n \rightarrow \infty$ $f(t) \rightarrow 0$ (Рис. 4.22)

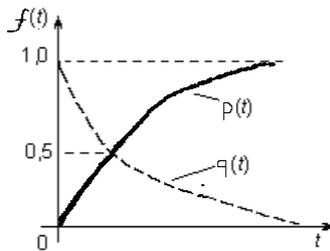


Рисунок 4.22 – Вероятность безотказной работы и вероятность отказа

Пример №4.9

Протестируем программу «Блокнот» на надежность запуска.

Пусть программа будет запущена в момент $t=0$, а в момент t_1 происходит его отказ, обозначим T – время безотказной работы программы, тогда: $T(t_1)=P(T < t_1)$ – Вероятность отказа за время t_1 .

$P(T > t_1) = 1 - P(T < t_1)$ – Вероятность безотказной работы за время t_1

$R(t_1) = 1 - P(T > t_1) = 1 - F(t_1)$ – Функция надежности

Время безотказной работы программы имеет вид показательного распределения:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (4.29)$$

$$R(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t}) \quad (4.30)$$

Функция $R(t)$ называется показательным законом надежности, а λ – интенсивностью отказа.

Сначала необходимо выбрать желаемый уровень надежности (см. табл. 4.7):

P – надежность, с которой будет определена интенсивность отказов (Метод Стьюдента), $t=20$ минут

Таблица 4.6 - Необходимое количество успешного опыта для подтверждения вероятности безотказной работы для заданного доверительного уровня, %

P	Доверительный интервал, %						
	50	60	70	80	90	95	99
0,9999	6932	9163	12040	16044	23026	29957	46052
0,999	693	916	1204	1609	2303	2996	4605
0,995	138	183	241	321	460	598	920
0,99	69	92	120	160	229	298	459
0,9	7	9	12	15	22	29	44

Для того, чтобы определить λ , выберем $P=0,9$, с доверительным уровнем 80%, запустим программу Блокнот 15 раз, тогда $\lambda=1- [N-N(0)]/N$, где N – количество испытаний, $N(0)$ – количество отказов

$$\lambda=1-[15-4]/15=1-0.73=0.27$$

Подставив λ в формулу (4.30), получим значение функции надежности.

Пример №4.10

В расчете проверяется надежность разработанного алгоритма проверки решения олимпиадных задач.

Надежность последовательной системной оценки определяется формулой:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n [1 - P_i(t)] \quad (4.31)$$

Параллельной системой называется система, которая теряет свою работоспособность только при отказе всех подсистем или всех блоков алгоритма.

Вероятность безотказной работы такой системы определяется формулами:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n [1 - P_i(t)] \quad (4.32)$$

$$P(t) = 1 - [1 - p(t)]^n \quad (4.33)$$

где $P_i(t)$ – надежность i -го блока, n - число возможных состояний в системе. Вторая формула пригодна для равно наделенных элементов.

Рассмотрим расчёт последовательной системы, т.к. блоки в алгоритме связаны последовательно. Алгоритм состоит из шести основных блоков:

- 1 блок – Условие на корректность настроек;
- 2 блок – Связь с файлами;
- 3 блок – Запуск задачи;
- 4 блок – Условие на равенство решений;
- 5 блок – Добавление в протокол;
- 6 блок – Расчет общих баллов.

Составлена таблица истинности (Таблица 4.7)

Таблица 4.7- Таблица истинности последовательной системы из 6 блоков

x1	x2	x3	x4	x5	x6	F(x)	P(t)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0,33
0	1	1	0	1	0	0	0,5
1	1	1	0	0	1	0	0,67
1	1	1	0	1	0	0	0,67
0	0	0	1	0	1	0	0,33
0	1	0	1	1	0	0	0,5
1	0	0	1	0	1	0	0,5
1	1	0	1	1	0	0	0,67
1	1	1	0	1	1	0	0,83
1	1	0	1	1	1	0	0,83
1	1	1	1	1	1	1	0

В последовательной системе достаточным условием отказа является отказ одного из блоков. Как видно из таблицы истинности, таких состояний три. Отсюда вероятность безотказной работы равна:

$$P(A)=0.67*0.67*0.67=0,300763,$$

где А – событие, при котором произойдет отказ.

4.6.3 Методы расчета надежности системы

Метод минимальных путей и сечений

Минимальным путем называется такой j – минимальный путь, который состоит из \min совокупности m подсистем, необходимых для безотказной работы системы, независимо от состояния остальных подсистем.

В структуре системы есть несколько \min путей. Характерным признаком \min пути является то, что отказ хотя бы одной подсистемы (если работоспособна только подсистема одного пути) влечет за собой отказ системы.

Минимальное сечение – это такое сечение k – \min сечения, которое состоит из минимальной совокупности подсистемы N_k , чей одновременный отказ влечет за собой отказ системы независимо от состояния остальных подсистем.

Характерным сбоем \min сечения является то, что восстановление хотя бы первая подсистема в \min сечении (если остальные подсистемы работают) влечет за собой восстановление подсистемы.

По методу \min путей и сечений можно получить только оценки P_H и P_B , т.е. вероятности безотказной работы системы соответствует снизу и сверху

$$P_H \leq P_C \leq P_B.$$

Вероятность P_H выражается как вероятность безотказной работы вспомогательной системы, составленной из последней включенной группы подсистем соответственно \min сечениям системы.

Каждая группа состоит из параллельно включенных подсистем соответственно \min сечения. Вероятность выражений, как вероятность безотказной работы вспомогательных систем, составленной из последней включенной группы подсистем соответственно, если \min путям системы.

Каждая группа состоит из последовательных включенных подсистем соответственного минимального пути (Рис. 4.23).

Минимальный путь определяет РВ, минимальное сечение – РН.

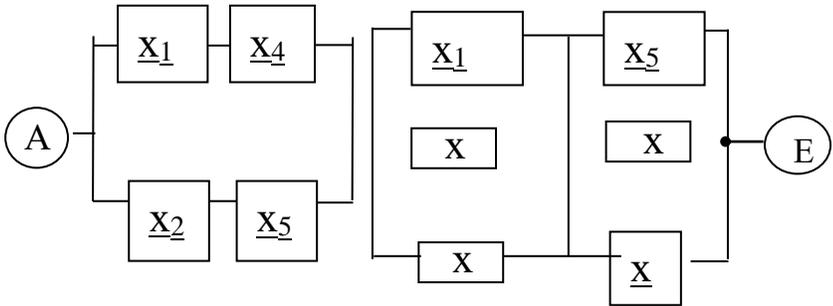


Рисунок 4.23 – Схема подсистем

$RH = [1 - (1 - P)2] [1 - (1 - P)3]2 \approx 0,893$ Если $p = 0,9$ - доверительная вероятность - вероятность того, что найденное значение попадет в заданный интервал.

$$PB = 1 - (1 - P2)2 (1 - P3)2 = 0,98802$$

$$0,893 < P_c < 0,98802$$

Так же можно использовать логико-вероятностный метод (советую использовать его, потому что метод минимальных сечений позволяет найти только допустимые пределы!).

Логико-вероятностный метод

Он состоит из представления состояния каждого компонента изделия в виде булевой переменной. Одни компоненты работоспособны, а другие в состоянии отказа.

Для работоспособного изделия в целом строится таблица истинности, которая состоит из 2^n строк, где n – число компонентов изделия. Из таблицы истинности записывается булевская функция работоспособности в СДНФ.

Следующим этапом является переход (запись булевской функции как вероятностную), т.е. из СДНФ можно перейти к вероятностной:

$$f = \underbrace{ab\bar{b}c}_{P_C = P_a P_B + (1 - P_B) P_A} \quad (4.34)$$

Существуют несколько форм преобразования форм функции из СДНФ либо ОДНФ (нормальная ортогональная дизъюнктивная форма), либо в ДНФ. Из этих форм можно сразу переходить к вероятностям.

ОДНФ является такой формой ДНФ, члены которой попарно ортогональны. Каждую пару элементарной конъюнкции z_i и z_j всегда входят некоторые x_a , причем в одну из конечных инверсий, а в другую без инверсий.

ОДНФ: $v(x) = x_1x_2 \vee x_1x_2x_3 \vee x_1x_2x_4$ не ОДНФ: $v(x) = x_1x_2 \vee x_1x_3x_4$

Повторной формой булевой функции называется такое ее представление, когда элементарная конъюнкция булевой функции не содержит одноименных переменных.

Функция $v(x) = (x_1x_2vx_3)x_4vx_5$ задана дизъюнктивной бесповторной формой. Используя правило Де Моргана, можно получить конъюнктивную бесповоротную форму:

$$v(x) = x_1x_2x_3x_4x_5.$$

Логико-вероятностный метод является точным методом оценки надежности, в отличие от графического.

Пример №4.11

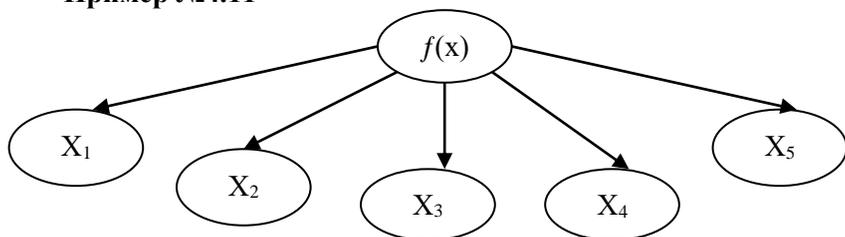


Рисунок 4.24 – Схема системы

Составляется схема независимых подсистем (Рис. 4.24), из которых состоит ПП, таблица истинности заполняется в соответствии с тем, откажет ли вся система или нет ($\varphi(x)$) при отказе одной из подсистем (x_1, x_2, x_3 , и т. д.), далее записывается функция $\varphi(x)$.

0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Конечный результат нужно сравнить с результатами обоих методов, при этом величина, полученная логико-вероятностным методом должна входить в пределы, установленные первым методом.

Для определения надежности аппаратных средств используются исходные данные о каждой плате системного блока, о каждом устройстве, задействованном при работе ПП. Эти данные не высчитываются, а только приводятся в приложении к работе с указанием номера и названия платы, приведенной надежности.

Далее высчитывается общая вероятность отказа по теореме сложения (можно сказать, что выбран физический метод расчета): вероятность появления хотя бы одного события из n возможных равна:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) - P(A_1A_2) - \dots - P(A_1 \dots A_n), \quad (4.35)$$

Рассмотрим на примере двух значений:

Событие A – откажет материнская плата, событие B – откажет видеокарта.

Вероятность отказа материнской платы $P(A)=0.15$, вероятность отказа видеокарты $P(B)=0.12$, вероятность их совместного отказа $P(AB)=0.15*0.12=0.018$

Тогда $P(A+B)=0.15+0.12-0.018=0.252$

4.6.4 Разомкнутая система массового обслуживания

Цель исследования. Получить представление о замкнутых и разомкнутых системах массового обслуживания и принципах их функционирования. Познакомиться с параметрами, описывающими системы массового обслуживания, и методикой их математического описания.

Применяя полученные знания решить задачу, обосновав выбор одной из трёх систем массового обслуживания.

Краткие теоретические сведения

Наука, занимающаяся изучением систем массового обслуживания (СМО), называется теорией массового обслуживания (ТМО). Основным её направлением является минимизация потерь времени в СМО при встрече двух случайных потоков: потока заявок (требований) и потока услуг. Функционирование систем массового обслуживания впервые начало изучаться при организации работы телефонных сетей. Затем научные подходы ТМО были применены к планированию военных операций. В настоящее время изучение функционирования систем массового обслуживания охватывает очень широкий их спектр и является одним из важнейших вопросов экономики.

В зависимости от характера входящего потока заявок, СМО принято разделять на два типа: разомкнутые (СМОР) и замкнутые (СМОЗ). В СМОР поток состоит из требований на одnorазовое обслуживание. Классическими примерами СМОР являются предприятия сферы быта и услуг. А в СМОЗ поток требований циклический.

Рассмотрим схему функционирования разомкнутой СМО подробнее (Рис.4.25)

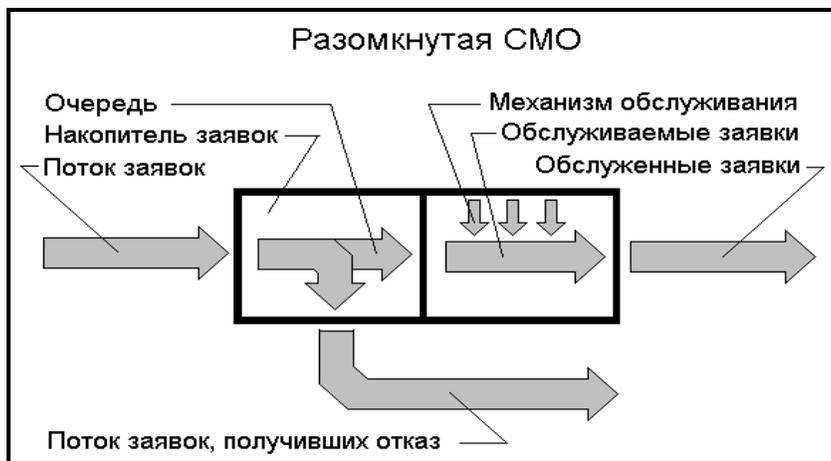


Рисунок 4.25 - Схема функционирования разомкнутой СМО

В системе массового обслуживания встречаются два взаимодействующих друг с другом случайных потока. Первый – поток заявок на обработку, имеющий среднюю плотность λ (заявок/час). Второй – поток обслуживающих аппаратов (каналов обслуживания) со средней производительностью μ (заявок/час) каждый. Будем считать, что все каналы имеют одинаковую производительность. Перед поступлением заявок на обслуживание они проходят накопитель, в котором образуется очередь, если все каналы системы в данный момент заняты. Размер накопителя обозначим M , а количество обслуживающих аппаратов – N . Функционирование СМО, в основном, зависит от данных четырёх параметров. Это можно записать так: СМО (λ, μ, M, N).

В том случае, если размер очереди сравнялся с размером накопителя, то вновь поступающие заявки получают отказ в обслуживании.

В классическом варианте моделирования СМО предполагается обязательное выполнение следующих требований:

- Заявка, не получившая отказ, а значит, попавшая в очередь накопителя, не может самопроизвольно его покинуть;
- Входящий случайный поток должен иметь экспоненциальное распределение временных интервалов;
- Время обслуживания заявок должно подчиняться экспоненциальному или нормальному распределению.

Под действием двух встречающихся потоков система в каждый конкретный момент времени может находиться в одном из своих состояний. Количество состояний СМО определяется по формуле $M+N+1$. Если эти состояния считать случайными событиями (ведь они формируются случайными потоками), то можно говорить о вероятности пребывания СМО в каком-либо из них в исследуемом промежутке времени (рабочий день, смена и т. д.).

Пример №4.12

В качестве конкретной СМО рассмотрим информационную систему HELP-DESK. Предположим, что параметры данной системы следующие:

- HELP-DESK обслуживает поток клиентов со средней плотностью $\lambda=8$ (заявок/час);

- В системе работают три менеджера-сервиса ($N=3$);
- Средняя производительность каждого менеджера-сервиса составляет $\mu=2$ (заявок/час);
 - Подсистема ожидания заявок имеет три места ($M=3$).

Возможные состояния системы

Прежде всего, нужно выяснить, сколько состояний может иметь данная система. Перечислим их:

S_0 – состояние, при котором в системе нет клиентов, все менеджеры свободны;

S_1 – обслуживается один клиент, двое из трёх менеджеров свободны, подсистема ожидания пуста;

S_2 – обслуживаются два клиента, два менеджера заняты, подсистема ожидания пуста;

S_3 – обслуживаются три клиента, все менеджеры заняты, подсистема ожидания пуста;

S_4 – в системе четыре клиента: трое из них обслуживаются, четвёртый ожидает своей очереди в подсистеме ожидания;

S_5 – в системе пять клиентов, все менеджеры заняты, два клиента ожидают очереди;

S_6 – в системе шесть клиентов, все менеджеры и все места в подсистеме ожидания заняты.

Седьмой клиент, видя занятость всех менеджеров и отсутствие свободных мест в зале ожидания, покидает HELP-DESK необслуженным, т. е. получает отказ системы. Других состояний, кроме этих семи, система иметь не может. Как отмечалось выше, их количество вычисляется по формуле $M+N+1$. Таким образом, $3+3+1=7$.

В процессе работы СМО наблюдается её переход от одного соседнего состояния к другому. Под действием потока заявок система загружается, переходя от состояния к состоянию в направлении $S_0 \rightarrow S_6$. С другой стороны, система стремится саморазгрузиться ($S_6 \rightarrow S_0$) потоком выполняемых ею услуг, т. е. усилиями менеджеров (Рис. 4.26)

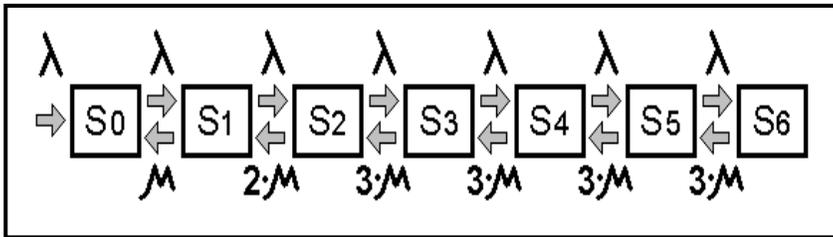


Рисунок 4.26 – Схема СМО

Следует обратить особое внимание на то, что на разных переходах разгрузка системы характеризуется различной её производительностью. Так, например, на переходе S_1-S_0 работает один менеджер и производительность системы равна μ . А на переходах S_3-S_2 , S_4-S_3 , S_5-S_4 , S_6-S_5 система работает с максимальной производительностью $3 \cdot \mu$ (работают все три менеджера). Каждый из переходов характеризуется коэффициентом использования обслуживающей системы R , который определяется как частное плотности потока заявок и производительности. Найдём числовые значения коэффициента использования обслуживающей системы на каждом из переходов.

$$R_{1,0} = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{8}{2} = 4; \quad R_{2,1} = \frac{\lambda}{2 \cdot \mu} = \frac{8}{2 \cdot 2} = 2;$$

$$R_{3,2} = R_{4,3} = R_{5,4} = R_{6,5} = \frac{\lambda}{3 \cdot \mu} = \frac{8}{3 \cdot 2} \approx 1.33$$

Вероятности состояний

Выше было сказано, что пребывание СМО в данный период времени в одном из состояний — событие случайное. В силу того, что в рассматриваемом примере СМО имеет полную комбинацию возможных состояний из семи, сумма вероятностей нахождения системы в каждом из них равна единице. Запишем это высказывание в виде формулы: $P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 = 1$. Здесь $P_0 - P_6$ — вероятности пребывания системы в состояниях $S_0 - S_6$ соответственно.

Вероятность свободного состояния СМО можно найти по формуле:

$$P_0 = \frac{1}{1 + R_{1,0} + R_{1,0} \cdot R_{2,1} + R_{1,0} \cdot R_{2,1} \cdot R_{3,2} + \dots + R_{1,0} \cdot \dots \cdot R_{n,n-1}},$$

где n — индексный номер максимально загруженного состояния СМО (в данном случае $n=6$). Следовательно, число слагаемых знаменателя (включая 1) равно количеству состояний исследуемой СМО.

Подставив числовые значения, найдём P_0 для данного примера:

$$P_0 = \frac{1}{1 + 4 + 4 \cdot 2 + 4 \cdot 2 \cdot 1.33 + 4 \cdot 2 \cdot 1.33^2 + 4 \cdot 2 \cdot 1.33^3 + 4 \cdot 2 \cdot 1.33^4} \approx 0.0122$$

Вероятность каждого последующего состояния можно определить по формуле:

$$P_n = P_{n-1} \cdot R_{n,n-1}$$

Подставив числовое значение вероятности P_0 и соответствующего коэффициента использования системы, получим вероятность пребывания СМО в состоянии S_1 .

$$P_1 = P_0 \cdot R_{1,0} = 0.0122 \cdot 4 = 0.0488$$

Аналогично вычисляем вероятности других состояний.

$$P_2 = P_1 \cdot R_{2,1} = 0.0488 \cdot 2 = 0.097$$

$$P_3 = P_2 \cdot R_{3,2} = 0.097 \cdot 1.33 \approx 0.13$$

$$P_4 = P_3 \cdot R_{4,3} = 0.13 \cdot 1.33 \approx 0.173$$

$$P_5 = P_4 \cdot R_{5,4} = 0.173 \cdot 1.33 \approx 0.23$$

$$P_6 = P_5 \cdot R_{6,5} = 0.23 \cdot 1.33 \approx 0.307$$

Выше было сказано, что полная комбинация состояний состоит из S_0 - S_6 . Поэтому сумма соответствующих вероятностей P_0 - P_6 должна быть равна 1. На данном этапе решения задачи следует обязательно сделать эту проверку.

Характеристики СМО

Следующим этапом исследования является определение характеристик функционирования СМО, на основании которых делается вывод о её пригодности в обслуживании данного потока заявок.

Средняя длина очереди заявок определяется как среднее число требований в накопителе по формуле $TM = M_0 \cdot P_0 + M_1 \cdot P_1 + \dots + M_n \cdot P_n$, где M_n — количество занятых мест в накопителе в каждом из состояний S_0 - S_n . Таким образом, для данной задачи

имеем:

$$TM = 0 \cdot 0.0122 + 0 \cdot 0.0488 + 0 \cdot 0.097 + 0 \cdot 0.13 + 1 \cdot 0.173 + 2 \cdot 0.23 + 3 \cdot 0.307 \approx 1.56$$

Вероятность отказа очередному клиенту $P_{\text{отк}}$ определяется как вероятность максимально загруженного состояния системы, при котором в накопителе нет мест ожидания. В нашем случае $P_{\text{отк}} = P_6 \approx 0.307$.

Относительная пропускная способность $ОПС = 1 - P_{\text{отк}} = 1 - 0.307 = 0.693$.

Абсолютный отказ (заявок/час) определяется как произведение плотности потока заявок и вероятности отказа. $AO = \lambda \cdot P_{\text{отк}} = 8 \cdot 0.307 \approx 2.46$.

Абсолютная пропускная способность (заявок/час) находится как произведение плотности потока заявок и ОПС. $АПС = \lambda \cdot ОПС = 8 \cdot 0.693 \approx 5.54$.

Среднее время ожидания в накопителе (час) находится по формуле:

$$WM = TM / АПС = 1.56 / 5.54 \approx 0.28$$

Среднее время нахождения заявки в СМО (час)

$$WS = WM + 1 / \mu = 0.28 + 1 / 2 \approx 0.78$$

Средняя длина очереди мастеров $TN = N_0 \cdot P_0 + N_1 \cdot P_1 + \dots + N_n \cdot P_n$,

где N_n — число свободных мастеров в каждом из состояний $S_0 - S_n$. В нашем случае:

$$TN = 3 \cdot 0.0122 + 2 \cdot 0.0488 + 1 \cdot 0.097 + 0 \cdot 0.13 + 0 \cdot 0.173 + 0 \cdot 0.23 + 0 \cdot 0.307 \approx 0.232$$

Среднее число занятых мастеров $ZN = N - TN = 3 - 0.232 \approx 2.77$. Понятно, что среднее число занятых мастеров равно среднему числу обслуживаемых заявок.

Среднее суммарное число заявок в СМО определяется как сумма средней длины очереди заявок в накопителе и среднего числа обслуживаемых заявок.

$$TS = TM + ZN = 1.56 + 2.77 \approx 4.33$$

Контрольные вопросы

1. Как методы анализа и сравнения связаны друг с другом?
2. Каково основное преимущество моделирования?
3. Как классифицируются модели?
4. Нарисуйте схему информационной модели.
5. Как классифицируются математические модели?
6. Для чего применяются стохастические модели?
7. В чем заключается суть метода Монте-Карло?
8. Что такое UML-моделирование?
9. Перечислите все виды UML моделей.
10. Чем диаграмма активности отличается от алгоритма работы программы?
11. Как диаграмма классов связана с базой данных?
12. Чем отличаются диаграмма компонентов от диаграммы объектов?
13. Что общего между диаграммой развертывания и архитектурой системы?
14. Как связана диаграмма вариантов использования и уровни доступа в ИТ системе?
15. Для чего используется диаграмма состояний?
16. Как по-другому называется диаграмма вариантов использования?
17. Как рассчитать надежность линейного алгоритма?
18. Как рассчитать надежность разветвляющего алгоритма?
19. Что такое таблица истинности для расчета надежности алгоритма программы?
20. Перечислите основные методы расчета надежности системы.
21. В чем заключается метод минимальных путей и сечений?
22. Что такое разомкнутая система массового обслуживания и как рассчитать ее надежность?
23. Какие виды процессов можно моделировать? Назовите несколько примеров моделируемых процессов.
24. В каком виде даётся информация для моделирования процесса?

5

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

5.1 Проведение эксперимента

Наиболее важной составной частью научных исследований являются эксперименты. Это один из основных способов получить новые научные знания. Более 2/3 всех трудовых ресурсов науки затрачивается на эксперименты. В основе экспериментального исследования лежит эксперимент, представляющий собой научно поставленный опыт или наблюдение явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом, управлять им, воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. От обычного, обыденного, пассивного наблюдения эксперимент отличается активным воздействием исследователя на изучаемое явление.

Основной целью эксперимента является проверка теоретических положений (подтверждение рабочей гипотезы), а также более широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Эксперимент должен быть проведен по возможности в кратчайший срок с минимальными затратами при самом высоком качестве полученных результатов.

Различают эксперименты естественные и искусственные.

Естественные эксперименты характерны при изучении социальных явлений (социальный эксперимент) в обстановке, например, производства, быта и т. п.

Искусственные эксперименты широко применяются во многих естественнонаучных исследованиях. В этом случае изучают явления, изолированные до требуемой степени, чтобы оценить их в количественном и качественном отношениях.

Иногда возникает необходимость провести поисковые экспериментальные исследования. Они необходимы в том случае, если затруднительно классифицировать все факторы, влияющие на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных данных. На основе предварительного эксперимента строится программа исследований в полном объеме.

Экспериментальные исследования бывают лабораторные и производственные. Лабораторные опыты проводят с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, оборудования и т. д. Эти исследования позволяют наиболее полно и доброкачественно, с требуемой повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента (математическое планирование) позволяют получить хорошую научную информацию с минимальными затратами. Однако такие эксперименты не всегда полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в проведении производственного эксперимента.

Производственные экспериментальные исследования имеют целью изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды.

Одной из разновидностей производственных экспериментов является соби́рание материалов в организациях, которые накапливают по стандартным формам те или иные данные. Ценность этих материалов заключается в том, что они систематизированы за многие годы по единой методике. Такие данные хорошо поддаются обработке методами статистики и теории вероятностей.

В ряде случаев производственный эксперимент эффективно проводить методом анкетирования. Для изучаемого процесса составляют тщательно продуманную методику. Основные данные собирают методом опроса производственных организаций по предварительно составленной анкете. Этот метод позволяет собрать очень большое количество данных наблюдений или измерений по изучаемому вопросу. Однако к результатам анкетных данных следует относиться с особой тщательностью, поскольку они не всегда содержат достаточно достоверные сведения.

В зависимости от темы научного исследования объем экспериментов может быть разным. В лучшем случае для подтверждения рабочей гипотезы достаточно лабораторного эксперимента, но иногда приходится проводить серию экспериментальных исследований: предварительных (поисковых), лабораторных, полигонных на эксплуатируемом объекте.

В ряде случаев на эксперимент затрачивается большое количество средств. Научный работник производит огромное количество наблюдений и измерений, получает множество диаграмм, графиков, выполняет неоправданно большое количество испытаний.

На обработку и анализ такого эксперимента затрачивается много времени. Иногда оказывается, что выполнено много лишнего, ненужного. Все это возможно, когда экспериментатор четко не обосновал цель и задачи эксперимента. В других случаях результаты длительного, обширного эксперимента не полностью подтверждают рабочую гипотезу научного исследования. Как правило, это также свойственно для эксперимента, четко не обоснованного целью и задачами. Поэтому прежде чем приступить к экспериментальным исследованиям, необходимо разработать методологию эксперимента.

Методология эксперимента – это общая структура (проект) эксперимента, т. е. постановка и последовательность выполнения экспериментальных исследований. Методология эксперимента включает в себя следующие основные этапы:

- 1) разработку плана-программы эксперимента;
- 2) оценку измерений и выбор средств для проведения эксперимента;
- 3) проведение эксперимента;
- 4) обработку и анализ экспериментальных данных.

Приведенное количество этапов справедливо для традиционного эксперимента. В последнее время широко применяют математическую теорию эксперимента, позволяющую резко повысить точность и уменьшить объем экспериментальных исследований.

В этом случае методология эксперимента включает такие этапы: разработку плана-программы эксперимента; оценку измерения и выбор средств для проведения эксперимента; математическое планирование эксперимента с одновременным проведением экспериментального исследования, обработкой и анализом полученных данных.

Теперь остановимся несколько поподробней на этапах экспериментального исследования. План-программа включает наименование темы исследования, рабочую гипотезу, методику эксперимента, перечень необходимых материалов, приборов, установок, список исполнителей эксперимента, календарный план

работ и смету на выполнение эксперимента. В ряде случаев включают работы по конструированию и изготовлению приборов, аппаратов, приспособлений, методическое их обследование, а также программы опытных работ на предприятиях.

Основа плана-программы – методика эксперимента (см. выше). Один из наиболее важных этапов составления плана-программы – определение цели и задач эксперимента. Четко обоснованные задачи – это весомый вклад в их решение. Количество задач должно быть небольшим. Для конкретного (не комплексного) эксперимента оптимальным количеством является 3-4 задачи. В большом, комплексном эксперименте их может быть 8-10.

Необходимо правильно выбрать варьирующие факторы, т. е. установить основные и второстепенные характеристики, влияющие на исследуемый процесс. Вначале анализируют расчетные (теоретические) схемы процесса. На основе этого классифицируют все факторы и составляют из них убывающий по важности для данного эксперимента ряд. Правильный выбор основных и второстепенных факторов играет важную роль в эффективности эксперимента, поскольку эксперимент и сводится к нахождению зависимостей между этими факторами. В тех случаях, когда трудно сразу выявить роль основных и второстепенных факторов, выполняют небольшой по объему поисковый эксперимент.

Основным принципом установления степени важности характеристики является ее роль в исследуемом процессе. Для этого изучают процесс в зависимости от какой-то одной переменной при остальных постоянных. Такой принцип проведения эксперимента оправдывает себя лишь в тех случаях, когда переменных характеристик мало – 1-3. Если же переменных величин много, целесообразно применить принцип многофакторного анализа.

Обоснование средств измерений – это выбор необходимых для наблюдений и измерений приборов, оборудования, машин, аппаратов и пр. Средства измерения могут быть выбраны стандартные или в случае отсутствия таковых – изготовлены самостоятельно.

Очень ответственной частью является установление точности измерений и погрешностей. Методы измерений должны базироваться на законах специальной науки – метрологии.

В методике подробно проектируют процесс проведения эксперимента. Вначале составляют последовательность (очередность) проведения операций измерений и наблюдений. Затем тщательно описывают каждую операцию в отдельности с учетом выбранных средств для проведения эксперимента. Особое внимание уделяют методам контроля качества операций, обеспечивающих при минимальном (ранее установленном) количестве измерений высокую надежность и заданную точность. Разрабатывают формы журналов для записи результатов наблюдений и измерений.

Важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Обработка данных сводится к систематизации всех цифр, классификации, анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в удобочитаемые формы записи – таблицы, графики, формулы, номограммы, позволяющие быстро и доброкачественно сопоставлять полученные результаты.

Особое внимание в методике должно быть уделено математическим методам обработки и анализу опытных данных – установлению эмпирических зависимостей, аппроксимации связей между варьирующими характеристиками, установлению критериев и доверительных интервалов и др.

После установления методики находят объем и трудоемкость экспериментальных исследований, которые зависят от глубины теоретических разработок, степени точности принятых средств измерений. Чем четче сформулирована теоретическая часть исследования, тем меньше объем эксперимента.

Возможны три случая проведения эксперимента.

Первый – теоретически получена аналитическая зависимость, которая однозначно определяет исследуемый процесс. Например,

$$y = be^{-\lambda x} \quad (5.1)$$

В этом случае объем эксперимента для подтверждения данной зависимости минимален, поскольку функция однозначно определяется экспериментальными данными.

Второй случай – теоретическим путем установлен лишь характер зависимости. Например,

$$y = ae^{-\lambda x} \quad (5.2)$$

В этом случае задано семейство кривых. Экспериментальным путем необходимо определить a и x . При это объем эксперимента возрастает.

Третий случай – теоретически не удалось получить каких-либо зависимостей. Разработаны лишь предположения о качественных закономерностях процесса. Во многих случаях целесообразен поисковый эксперимент. Объем экспериментальных работ резко возрастает. Здесь уместен метод математического планирования эксперимента.

На объем и трудоемкость существенно влияет вид эксперимента. Полевые эксперименты, как правило, имеют большую трудоемкость. После установления объема экспериментальных работ составляют перечень необходимых средств измерений, объем материалов, список исполнителей, календарный план и смету расходов. План-программу рассматривает научный руководитель, обсуждают в научном коллективе и утверждают в установленном порядке.

Проведение эксперимента является важнейшим и наиболее трудоемким этапом. Экспериментальные исследования необходимо проводить в соответствии с утвержденным планом-программой и особенно методикой эксперимента. Приступая к эксперименту, окончательно уточняют методику его проведения, последовательность испытаний.

При сложном эксперименте часто возникают случаи, когда ожидаемый результат получают позже, чем предусматривается планом. Поэтому научный работник должен проявить терпение, выдержку, настойчивость и довести эксперимент до получения результатов.

Особое значение имеет добросовестность при проведении экспериментальных работ; недопустима небрежность, которая приводит к большим искажениям, ошибкам. Нарушения этих требований – к повторным экспериментам, что продлевает исследования.

Обязательным требованием проведения эксперимента является ведение журнала. Форма журнала может быть произвольной, но должна наилучшим образом соответствовать исследуемому процессу с максимальной фиксацией всех факторов. В журнале отмечают тему НИР и тему эксперимента, фамилию исполнителя, время и место проведения эксперимента, характеристику окружающей среды, данные об объекте экспери-

мента и средствах измерения, результаты наблюдений, а также другие данные для оценки получаемых результатов.

Журнал нужно заполнять аккуратно, без каких-либо исправлений. При получении в одном статистическом ряду результатов, резко отличающихся от соседних измерений, исполнитель должен записать все данные без искажений и указать обстоятельства, сопутствующие указанному измерению. Это позволит установить причины искажений и квалифицировать измерения как соответствующие реальному ходу процесса или как грубый промах.

Одновременно с измерениями исполнитель должен проводить предварительную обработку результатов и их анализ. Здесь особо должны проявляться его творческие способности. Такой анализ позволяет контролировать исследуемый процесс, корректировать эксперимент, улучшать методику и повышать эффективность эксперимента.

Важны при этом консультации с коллегами по работе и особенно с научным руководителем. В процессе эксперимента необходимо соблюдать требования инструкций техники безопасности, пожарной профилактики. Исполнитель должен уметь организовать рабочее место.

Вначале результаты измерений сводят в таблицы по варьирующим характеристикам для различных изучаемых вопросов. Очень тщательно уточняют сомнительные цифры. Устанавливают точность обработки опытных данных.

Особое место отведено анализу эксперимента – завершающей части, на основе которой делают вывод о подтверждении гипотезы научного исследования. Анализ эксперимента – это творческая часть исследования. Иногда за цифрами трудно четко представить физическую сущность процесса. Поэтому требуется особо тщательное сопоставление фактов, причин, обуславливающих ход того или иного процесса и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

При обработке результатов измерений и наблюдений широко используют методы графического изображения. Графическое изображение дает наиболее наглядное представление о результатах экспериментов, позволяет лучше понять физическую сущность исследуемого процесса, выявить общий характер функциональной зависимости изучаемых переменных величин, установить наличие максимума или минимума функции.

Для графического изображения результатов измерений (наблюдений), как правило, применяют систему прямоугольных координат. Прежде чем строить график, необходимо знать ход (течение) исследуемого явления. Качественные закономерности и форма графика экспериментатору ориентировочно известны из теоретических исследований.

Точки на графике необходимо соединять плановой линией так, чтобы они по возможности ближе проходили ко всем экспериментальным точкам. Если соединить точки прямыми отрезками, то получим ломаную кривую. Она характеризует изменение функции по данным эксперимента. Обычно функции имеют плавный характер. Поэтому при графическом изображении результатов измерений следует проводить между точками плавные кривые.

Резкое искривление графика объясняется погрешностями измерений.

При графическом изображении результатов экспериментов большую роль играет выбор системы координат или координатной сетки.

Координатные сетки бывают равномерными и неравномерными. У равномерных координатных сеток ординаты и абсциссы имеют равномерную шкалу. Например, в системе прямоугольных координат длина откладываемых единичных отрезков на обеих осях одинаковая.

Из неравномерных координатных сеток наиболее распространены полулогарифмические, логарифмические, вероятностные.

Полулогарифмическая сетка имеет равномерную ординату и логарифмическую абсциссу. Логарифмическая координатная сетка имеет обе оси логарифмические; вероятностная – ординату, обычно равномерную, и абсциссу – вероятностную шкалу.

Назначение неравномерных сеток разное. Чаще их применяют для более наглядного изображения функций. Так, многие криволинейные функции спрямляют на логарифмических сетках. Вероятностная сетка применяется в различных случаях: при обработке измерений для оценки их точности, при определении расчетных характеристик.

Большое значение имеет выбор масштаба графика, что связано с размерами чертежа и соответственно с точностью

снимаемых с него значений величин. Известно, что чем крупнее масштаб, тем выше точность снимаемых значений. Однако, как правило, графики не превышают размеров 20x15 см, что является удобным при составлении отчетов.

Масштаб по координатным осям обычно применяют разный. От его выбора зависит форма графика – он может быть плоским (узким) или вытянутым (широким) вдоль оси.

Расчетные графики, имеющие максимум (минимум) функции или какой-либо сложный вид, особо тщательно необходимо вычерчивать в зонах изгиба. На таких участках количество точек для вычерчивания графика должно быть значительно больше, чем на главных участках.

В некоторых случаях строят номограммы, существенно облегчающие применение для систематических расчетов сложных теоретических или эмпирических формул в определенных пределах измерения величин. Номограммированы могут быть любые алгебраические выражения.

В результате сложные математические выражения можно решать сравнительно просто графическими методами. Построение номограмм – трудоемкая операция. Однако будучи раз построенной, номограмма может быть использована для нахождения любой из переменных, входящих в номограммированные уравнения. Применение ЭВМ существенно снижает трудоемкость номограммирования.

Существует несколько методов построения номограмм. Для этого применяют равномерные или неравномерные координатные сетки. В системе прямоугольных координат функции в большинстве случаев на номограммах имеют криволинейную форму. Это увеличивает трудоемкость, поскольку требуется большое количество точек для нанесения одной кривой. В логарифмических координатных сетках функции имеют прямоугольную форму и составление номограмм упрощается.

В процессе экспериментальных измерений получают статистический ряд измерений двух величин объединяемых функций:

$$y = f(x). \quad (5.3)$$

Каждому значению функции y_2, \dots, y_n соответствует определенное значение аргумента x_2, x_2, \dots, x_n .

На основе экспериментальных данных можно подобрать алгебраические выражения, которые называют эмпирическими формулами. Такие формулы подбирают лишь в пределах измеренных значений аргумента. Эмпирические формулы имеют тем большую ценность, чем больше они соответствуют результатам эксперимента.

Необходимость в подборе эмпирических формул возникает во многих случаях. Так, если аналитическое выражение (5.3) сложное, требует громоздких вычислений, составления программ для ЭВМ, то часто эффективнее пользоваться упрощенной приближенной эмпирической формулой. Опыт показывает, что эмпирические формулы бывают незаменимы для анализа измеренных величин. К эмпирическим формулам предъявляют два основных требования – по возможности, они должны быть наиболее простыми и точно соответствовать экспериментальным данным в пределах изменения аргумента.

Таким образом, эмпирические формулы являются приближенными выражениями аналитических. Замену точных аналитических выражений приближенными, более простыми, называют аппроксимацией, а функции – аппроксимирующими.

Процесс подбора эмпирических формул состоит из двух этапов. На первом этапе данные измерений наносят на сетку прямоугольных координат, соединяют экспериментальные точки плавной кривой и выбирают ориентировочно вид формулы. На втором этапе вычисляют параметры формул, которые наилучшим образом соответствовали бы принятой формуле. Подбор эмпирических формул необходимо начинать с самых простых выражений.

Кривые, построенные по экспериментальным точкам, выравнивают известными в статистике методами. Например, методом выравнивания, который заключается в том, что кривую, построенную по экспериментальным точкам, представляют линейной функцией. Для нахождения параметров заданных уравнений часто применяют метод средних и метод наименьших квадратов.

Для исследования закономерностей между явлениями (процессами), которые зависят от многих, иногда неизвестных факторов, применяют корреляционный анализ.

В процессе проведения эксперимента возникает потребность проверить соответствие экспериментальных данных

теоретическим предпосылкам, т. е. проверить гипотезу исследования. Проверка экспериментальных данных на адекватность необходима также во всех случаях на стадии анализа теоретико-экспериментальных исследований. Методы оценки адекватности основаны на использовании доверительных интервалов, позволяющих с заданной доверительной вероятностью определять искомые значения оцениваемого параметра. Суть такой проверки состоит в сопоставлении полученной или предполагаемой теоретической функции $y = f(x)$ с результатами измерений.

В практике адекватности применяют различные критерии согласия: Фишера, Пирсона, Романовского.

Экспериментом в науке называется изменение или воспроизведение явления с целью изучения его в наиболее благоприятных условиях. Характерная черта эксперимента – запланированное вмешательство человека в изучаемое явление, возможность многократного воспроизведения исследуемых явлений в варьируемых условиях. Суть любого эксперимента заключается в сознательном, целенаправленном моделировании реального процесса в измененных условиях и в сравнении результатов изучаемого процесса при наличии и в отсутствии того фактора, воздействие которого на процесс повторяется.

Реальному эксперименту предшествует мысленный. Проигрывая мысленно различные варианты возможных экспериментов, исследователь отбирает варианты, которые подлежат проверке в действительном эксперименте.

Эксперименты бывают естественные, лабораторные, формирующие, констатирующие, контрольные.

При проведении *естественного эксперимента* стараются минимально изменять условия и контекст, в котором протекает интересующий исследователя феномен.

Констатирующий эксперимент помогает выявить положительные и отрицательные моменты проблемы. Исследователь не вводит какого-либо влияющего фактора, а изучает существующие связи.

Необходимо разработать **критерии**, по которым будут сравниваться результаты, причем эти критерии должны давать возможность сравнения числовых показателей.

Формирующий эксперимент предусматривает внедрение в

практику результатов исследования с последующим изучением изменений, которые возникают вследствие подобных новаций.

Контрольный эксперимент

Определите преимущества каждого из видов эксперимента, возможность применения этих видов в рамках выбранной вами темы и возможностей.

5.2 Методы проведения эксперимента

1. При использовании метода единственного различия используется принцип подравненных групп (экспериментальная и контрольная). В экспериментальной группе предполагаемое новшество осуществляется по программе, разработанной экспериментатором. В контрольной – без его вмешательства. Разница в результатах между двумя сдвигами в обеих группах говорит об эффективности или несостоятельности исследуемой проблемы. Все остальные условия в обеих группах, кроме изучаемого фактора, должны быть одинаковыми.

Через определенные промежутки времени производится оценка изменений, происшедших в экспериментальной и контрольной группах, и полученные данные сравниваются с исходными. Одновременно между сдвигами в обеих группах выявляется разница, говорящая об эффективности исследуемого фактора. В конце эксперимента проводятся заключительные контрольные испытания и для выявления достоверности полученных сдвигов, если они выражены в цифрах, организуется математическая обработка полученных данных.

2. Так как абсолютно идентичными экспериментальная и контрольная группа быть не могут, различия нивелируются с помощью перекрестного характера эксперимента, когда группы поочередно становятся то экспериментальными, то контрольными. При эксперименте, проводимом методом единственного сходства, исследователь обеспечивает лишь неизменность одного проверяемого объекта. Данный метод не требует уравнивания условий, а организуется в различных условиях.

3. При проведении эксперимента способом сопутствующих изменений на разных этапах исследования вводятся новые приемы с целью изучения их влияния на исследуемую проблему.

Обязательным для написания научного проекта является умение определить результаты своей работы, правильно писать заключение, делать выводы. Научный руководитель обязательно обратит внимание на наличие адекватно выбранных данных, чтобы подтвердить ваше заключение, на умение признать ограниченность данных для выводов, на осознание ограниченности возможности данного проекта в решении поставленной задачи, а также на ваши идеи относительно следующего этапа исследований.

5.3 Журнал наблюдений

Весь процесс работы над научным исследованием должен иметь отражение в дневнике или журнале научных исследований. В журнал вы должны вносить записи об условиях и результатах экспериментов, в нем вы обрабатываете экспериментальные данные, доказываете теоремы, выводите формулы, описываете результаты социологических опросов и т. п.

По сути, журнал должен содержать описание каждого вашего шага в продвижении к истине, это ваш черновик, ваш рабочий помощник.

ЖУРНАЛ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тема исследования _____

Ф.И.О. исследователя _____

Наименование учебного заведения, группа, специальность _____

Ф.И.О. научного руководителя _____

Дата	Место проведения	Этап эксперимента	Условия проведения эксперимента	Результаты обработки экспериментальных данных	Выводы

5.4 Классификация экспериментов

Вслед за теоретическими разработками и построениями математических моделей следует очень ответственная часть научных исследований – *эксперимент*. Основой эксперимента является научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми параметрами. Само слово *эксперимент* происходит от латинского *experimentum* – проба, опыт.

Во время эксперимента создают условия для воспроизведения того или иного изучаемого процесса, наблюдения, измерений уровней факторов, влияющих на результат и его оценку.

Постановка и организация эксперимента определяется его назначением.

Эксперименты классифицируют по самым различным признакам:

- по отраслям науки – технические, физические, биологические, химические, социальные и др.;
- по способу формирования условий – естественные и искусственные;
- по целям исследований – констатирующие, преобразовывающие, контролирующие, поисковые, решающие;
- по организации проведения – лабораторные, натурные, полевые, производственные;
- по структуре изучаемых объектов и явлений – простые и сложные;
- по характеру внешних воздействий на объект исследований – вещественные, энергетические, информационные;
- по виду средства взаимодействия с объектом исследования – обычные и модельные;
- по типу моделей, исследуемых в эксперименте – материальные и мыслимые;
- по контролируемым величинам – пассивные и активные;
- по числу варьируемых факторов – однофакторные и многофакторные;
- по характеру изучаемых объектов или явлений – технологические, социометрические и т.п.

Разумеется, могут быть и другие классификационные признаки.

Если провести краткий анализ названных видов эксперимента, то можно отметить следующее.

Естественный эксперимент предполагает проведение опыта в естественных условиях существования объекта исследования (чаще всего используется в биологических, социальных, педагогических науках).

Искусственный эксперимент предполагает формирование искусственных условий (естественные и технические науки).

Преобразующий эксперимент (созидательный) направлен на создание условий формирования новых полезных свойств и качеств объекта.

Констатирующий эксперимент используют для проверки определенных предположений.

Контролирующий эксперимент сводится к контролю за результатами внешних воздействий на объект исследования с учетом его состояния.

Поисковый эксперимент проводят обычно в случае недостаточности предварительных данных о факторах, влияющих на объект и их значимости.

Решающий эксперимент проводят обычно для того, чтобы «отсечь» одну из гипотез от другой. Классическими примерами решающего эксперимента явились опыты Б.Паскаля по измерению атмосферного давления на вершине и у подножия горы *Puy de Dome* и его учеников Роберта Бойля и Отто фон Герике с *Магдебургскими полушариями*; маятник Фуко, разрешивший спор между Птолемеем и Н.Коперником.

Лабораторный эксперимент проводится в лабораторных условиях, с применением специальных моделирующих установок, специальной измерительной аппаратуры, стендов и другого оборудования. Этот вид эксперимента, как правило, имеет хорошую воспроизводимость, позволяет получить хорошую научную информацию, но не всегда полностью моделирует реальный ход процесса.

Натурный эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах, типичных для реальной ситуации, в которой будет работать впоследствии создаваемый объект. Как правило, эксперимент неповторим, поскольку естественные условия непрерывно меняются, и воспроизвести их нельзя.

Особое внимание обращают на определение условий проведения этого эксперимента. Без указаний основных условий

(например, тип почвы, влажность, твердость, состояние после предыдущей обработки, засоренность, состояние атмосферы и др.) результаты натурального эксперимента не имеют смысла.

Открытые и закрытые эксперименты отличаются тем, знают или нет испытуемые люди (коллективы, отдельные люди, допустим, механизаторы), что опыты проводятся с их участием.

Простой эксперимент используется для объектов, не имеющих разветвленной структуры, с небольшим количеством взаимодействующих элементов.

В *сложном эксперименте* изучаются явления или объекты с разветвленной структурой и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов.

Информационный эксперимент используется для изучения воздействия на объект определенной информации, например, реакцию механических систем на некоторые тестовые воздействия (ступенчатое изменение нагрузки, изменение частоты внешних колебаний и т.п.).

Вещественный эксперимент предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования (допустим, влияние добавок на качество смазочных масел, топлива и др.).

Модельный эксперимент имеет дело с моделью исследуемого объекта. Часто модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект исследования, но и условия функционирования.

Различие между моделью и реальным объектом может быть источником ошибок.

Мысленный и материальный эксперимент. Орудиями мысленного (умственного) эксперимента являются мысленные или образно-знаковые модели. Синонимом *мысленного* является *идеализированный* или воображаемый эксперимент. Этот вид эксперимента является одной из форм умственной деятельности человека.

Мысленный эксперимент имеет более широкую сферу применения, чем материальный (реальный) эксперимент, так как применяется не только при подготовке и планирования последнего, но и в тех случаях, когда проведение реальных опытов представляется невозможным.

Так Г.Галилей в мысленном эксперименте пришел к выводу о существовании движения по инерции, опрокинувшеюся аристотелевскую точку зрения, согласно которой тело движется только под действием силы. Если сила прекратит свое действие, то тело останавливается. Галилей заметил, что если последовательно уменьшать трение, препятствующее движению, то тело будет двигаться дальше и дальше. Если этот мысленный эксперимент продолжить и снизить трение до нуля, то тело не остановится, несмотря на отсутствие внешней силы.

Огромна роль мысленного эксперимента в техническом конструировании и изобретательстве.

Активный и пассивный эксперименты. При активном эксперименте на вход системы подаются специальные входные сигналы и контролируют выход. При пассивном измеряют определенные параметры, ведут наблюдения, не вмешиваясь в его функционирование.

Примерами пассивного эксперимента являются наблюдения за дорожным движением, за числом дорожно-транспортных происшествий, за производственным травматизмом, развитием заболеваний и т.п. По существу, это наблюдение, которое сопровождается измерением показателей состояния объекта исследования.

Однофакторный и многофакторный эксперименты. При однофакторном эксперименте предполагается выделение нужных факторов и поочередное варьирование интересующих исследователя факторов.

Стратегия многофакторного эксперимента состоит в том, что варьируются все переменные сразу, и каждый эффект оценивается по результатам всех опытов в данной серии экспериментов.

Технологический и социометрический эксперименты используют для изучения элементов технологического процесса, включая деятельность работников и их межличностные социально-психологические отношения в малых группах с целью их последующего изменения.

Вычислительный эксперимент представляет собой особый вид исследований на применение прикладной математики и компьютера как технической базы при использовании математических моделей. Иными словами, это эксперимент под математической моделью. В какой-то мере его трудно отнести к

разделу «Экспериментальные исследования», т.к. исследуется только результат теоретического построения.

Но, с другой стороны, при выполнении вычислительного эксперимента приходится решать те же задачи, что и при классическом, например, определять пределы измерений, интервалы варьирования, значимость факторов, осуществлять оценку результатов.

Вычислительный эксперимент имеет многовариантный характер, так как решение поставленных задач часто зависит от многочисленных входных параметров. Тем не менее, каждый конкретный расчет проводится при фиксированном значении остальных значений.

Между тем, в результате такого эксперимента часто ставится задача определения оптимального набора параметров. В связи с этим приходится проводить большое число расчетов однотипных вариантов задачи, а это, в свою очередь, требует использования в математических моделях эффективных численных методов.

Вычислительный эксперимент приобретает исключительное значение в тех случаях, когда натурные эксперименты и построение физической модели оказывается невозможным.

Исключительно большое значение вычислительный эксперимент имеет в профессиональной подготовке специалистов, так как требует продумать порядок исследования объекта, для которого составлена математическая модель, без больших материальных затрат и в сравнительно ограниченных временных рамках учебного процесса.

Для проведения эксперимента любого типа или их комбинации необходима разработка *методики эксперимента*.

Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследований.

5.5 Планирование многофакторного эксперимента

Только в начале 20-го века люди, наконец, поняли, что дальше так дело не пойдет, и придумали статистические методы планирования эксперимента. Часть открытия этой идеи принадлежит английскому статистiku Рональду Фишеру, который впервые показал целесообразность одновременного варьирования несколькими факторами в противовес широко распространенному

однофакторному эксперименту.

Основой экспериментальной работы был однофакторный эксперимент. Причиной этого являлось изучение точными науками систем, в которых можно было выделить явления, зависящие от совсем малого числа переменных.

Полученные результаты описывались легко объяснимыми функциональными зависимостями, которым приписывалась роль абсолютных законов. При этом предполагалось, что поддерживая с достаточной точностью постоянными независимые переменные и изменяя последовательно первый, второй и т.д. факторы, исследователь может отыскать интересующую его зависимость. Переменные, которые исследователь не мог поддерживать на определенном уровне, чаще всего отбрасывались (оставляли без внимания) как несущественные.

Для того чтобы представить самый простой вариант, позволяющий во время опыта одновременно изменять не один, а сразу несколько факторов, представим искомую зависимость

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (5.1)$$

с геометрическим образом в виде некоторой поверхности, которую, в случае двухфакторного эксперимента, можно изобразить в трехмерном пространстве (рис. 5.1). Для двухфакторного эксперимента нет даже необходимости перехода к трехмерному пространству (рис. 5.1а). Поверхность можно представить в виде изолиний (рис. 5.1б, в), как изображают горы и впадины на географических картах.

При большем числе факторов необходимо будет представлять поверхность в n -мерном пространстве как некоторую аналогию.

Вид поверхности отклика может быть самым разнообразным. В теории планирования эксперимента лишь принимают допущение о том, что она непрерывна в области определения, и имеет в ней единственный оптимум.

Поиск оптимальной точки M может быть осуществлен двумя способами. До недавнего прошлого классическим признавался метод Гаусса-Зейделя. Он состоит в том, что сначала последовательно с некоторым шагом варьирования изменяют один фактор (допустим x_2) (рис. 5.1б) при постоянном значении другого (допустим, x_{21}). При этом находят и фиксируют

наилучшее значение этого фактора. Фиксируют это значение x_{21} , и последовательно меняют фактор x_1 . Находят оптимальное значение этого сечения, фиксируют x_{12} на оптимальном уровне и вновь меняют значение x_2 (уже в другом сечении). Если эти действия продолжить, то в точку M экспериментатор попадает неизбежно, но количество опытов очень велико.

В последнее время более эффективным считается шаговый принцип движения к оптимуму (метод Дж. Бокса и К. Уилсона).

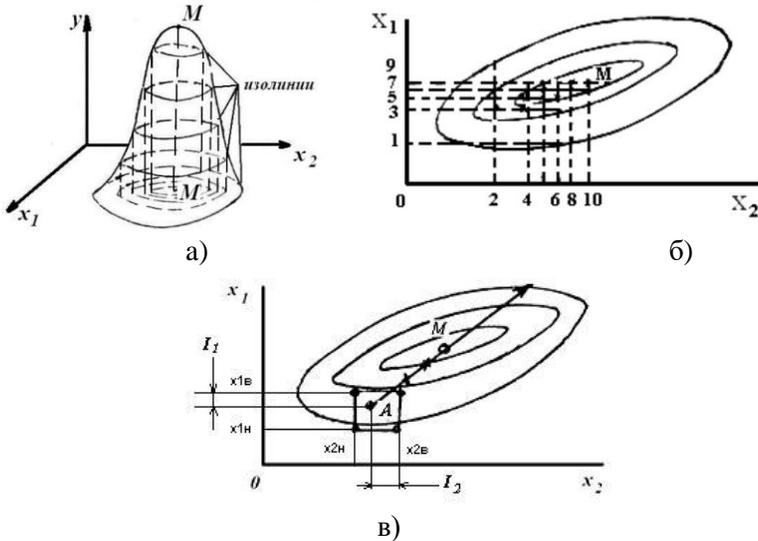


Рисунок 5.1 - Поверхность отклика многофакторного эксперимента

В этом случае на поверхности отклика (т.е. в факторном пространстве) выбирают произвольную точку A и проводят вокруг этой точки эксперимент на некотором расстоянии от нее. Это расстояние называют интервалом варьирования I_j , составляющим от 10 до 30% от предела изменения соответствующего фактора. Иными словами, эксперименты проводят в точках:

$$x_{1\text{верхнее}} = x_A + J_1; x_{1\text{нижнее}} = x_A - J_1; x_{2\text{верхнее}} = x_{2A} + J_2 \text{ и } x_{2\text{нижнее}} = x_{2A} - J_2.$$

По результатам опытов определяют направление, по которому можно приближаться к оптимуму. В этом направлении и проводят последующие опыты.

Для сокращения числа опытов желательно, чтобы в зоне точки A первоначальных опытов было указано направление, в котором параметр оптимизации будет изменяться быстрее всего. Часто и сам метод Бокса-Уилсона называют *методом крутого восхождения*.

Из векторного анализа известно, что направление самого быстрого изменения функции определяется ее вектор-градиентом.

Градиент функции отклика $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ в любой точке факторного пространства определяется выражением

$$\text{grad}f = \nabla f = \frac{df}{dx_1} \vec{i} + \frac{df}{dx_2} \vec{j} + \dots + \frac{df}{dx_n} \vec{k}, \quad (5.2)$$

где $\frac{df}{dx}$ - частные производные по каждому фактору $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$,

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ - единичные векторы в направлении осей соответствующих факторов (орты).

Предположение о том, что функция отклика является непрерывной и дифференцируемой, дает возможность линеаризировать ее в ограниченной области (например, вокруг точки A), используя для этого формулу Тейлора:

$$y = f(x_1; x_2 \dots x_n) = f(x_1; x_2 \dots x_n)_A + \left. \frac{df}{dx_1} \right|_A (x_1 - x_{1A}) + \left. \frac{df}{dx_2} \right|_A (x_2 - x_{2A}) \dots \left. \frac{df}{dx_n} \right|_A (x_n - x_{nA}).$$

Если учесть, что частные производные, вычисленные около определенной точки A , являются постоянными величинами, и сгруппировать все постоянные величины, то после некоторых преобразований можно будет получить:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \quad (5.3)$$

где b - коэффициенты данного полинома, определяемые из опыта.

Это уравнение называют уравнением регрессии, а b – коэффициентами регрессии. Эти коэффициенты зависят в основном от частных производных:

$$b_1 = \left| \frac{df}{dx_1} \right|; b_2 = \left| \frac{df}{dx_2} \right| \text{ и т. д.}$$

Если сравнить уравнение регрессии (5.3) с уравнением вектор-градиента (5.2), то нетрудно убедиться, что координаты вектор-градиента равны соответствующим коэффициентам регрессии в виде полинома первой степени, который аппроксимирует поверхность отклика вблизи точки A .

В случае, когда коэффициенты удастся по первой серии опытов вокруг точки A найти, и проверить их значимость (они не должны быть сопоставимыми с ошибками опытов), то в последующем можно вести опыты с движением по градиенту.

Если один из факторов (допустим, x_1) менять с некоторым шагом, то другие факторы нужно изменять в этом же опыте пропорционально соответствующим коэффициентам:

$$\Delta x_2 = \frac{b_2}{b_1} \Delta x_1; \Delta x_3 = \frac{b_3}{b_1} \Delta x_1; \Delta x_n = \frac{b_n}{b_1} \Delta x_1, \quad (5.4)$$

т.е. опыт вести так, как рекомендовал Р.Фишер, одновременно меняя значения всех факторов на величину x_i .

В этом случае каждый из пары координат нового опыта окажется на вектор-градиенте. После некоторого количества шагов можно будет обнаружить максимальное значение (точка M).

5.6 Планы полного факторного эксперимента

При проведении начальной серии опытов вокруг начальной точки A (рис.5.1в) необходимо эксперимент выполнить при всех возможных сочетаниях факторов и их уровней (верхний и нижний). Такое исследование называется *полным факторным экспериментом (ПФЭ)*.

Необходимо еще раз обратить внимание на то, что для линейной модели опыт достаточно провести только для двух уровней $x_{\text{верх}}$ и $x_{\text{ниж}}$, поскольку прямую линию можно провести по двум экспериментальным точкам.

При небольшом количестве факторов подобрать все возможные сочетания факторов и их уровней еще возможно. Но если факторов много, то задача становится очень сложной. Выход из этого затруднения находят в переходе от натуральных значений факторов к кодированным x и составлении матрицы планирования эксперимента.

Кодированное значение фактора находят по уравнению 5.5:

$$\dot{x}_j = \frac{(x_j - x_{jA})}{J_j}, \quad (5.5)$$

где \dot{x}_j – кодированное значение j -го фактора;

x_j – натуральное значение j -го фактора (верхнее или нижнее);

x_{jA} – натуральное значение основного уровня j -го фактора.

Нетрудно убедиться, что все кодированные значения верхних уровней факторов окажутся равными (+1), а нижнего – (-1).

Матрицы двух- и трехфакторного экспериментов будут выглядеть, как на рис.5.2 а, б.

Число опытов (и соответственно строк) определится уравнением $N=2^m$, где m – число факторов.

В столбцах x_1 чередуют значения +1; (-1).

Во втором знаки меняют через 2 номера, затем через 4, 8, 16, 32, 64, 128 и т.д.

Поскольку информацию об уровне каждого фактора несет только знак перед единицей (рис.5.2а), то единицу в матрице не пишут, а оставляют лишь ее знак (рис.5.2б). В крайнем правом столбце записывают результат опыта y_i .

Например: в первом опыте трехфакторного эксперимента (рис. 5.2 б) первый фактор x_1 берут на верхнем уровне, второй и третий – на нижнем. По окончании такого опыта результат записывают в виде y_i .

Матрица ПФЭ не только решает задачу поиска всех возможных сочетаний уровней и факторов, но может существенно упростить задачу определения коэффициентов уравнения регрессии. Для этого следует обратить внимание на свойства матрицы планирования эксперимента.

1. *Симметричность матрицы* состоит в том, что сумма элементов любого вектор-столбца для каждого фактора равна нулю.

2. *Свойство нормированности* заключается в том, что сумма квадратов элементов любого вектор-столбца для каждого фактора равна числу опытов (поскольку $(+1)^2=1$ и $(-1)^2=1$).

3. *Ортогональность матрицы* заключается в том, что сумма произведений соответствующих элементов двух вектор-столбцов (например, $\sum x_1 x_2$ или $\sum x_1 x_3$, или $\sum x_2 x_3$, равна нулю).

4. *Ротатабельность матрицы ПФЭ* выражает тот факт, что дисперсии предсказанных значений отклика на равных расстояниях от центра плана постоянны и минимальны.

Номер опыта	x_1	x_2	Y
1	+1	-1	y_1
2	-1	-1	y_2
3	+1	+1	y_3
4	-1	+1	y_4

а)

Номер опыта	x_1	x_2	x_3	Y
1	+	-	-	y_1
2	-	-	-	y_2
3	+	+	-	y_3
4	-	+	-	y_4
5	+	-	+	y_5
6	-	-	+	y_6
7	+	+	+	y_7
8	-	+	+	y_8

б)

Рисунок 5.2 - Матрицы планирования двух и трехфакторного эксперимента

5.7 Линейная аппроксимация статистических данных

Цель исследования: изучение одного из методов обработки статистических или экспериментальных данных с целью получения линейной зависимости между двумя показателями.

Постановка задачи

Пусть требуется определить функциональную зависимость между двумя величинами X и Y . Они могут быть параметрами некоторого либо физического процесса, либо экономического показателя, либо других явлений природного характера. Для определения этой зависимости проводят наблюдения или эксперименты, результаты которых записывают в виде таблицы значений рассматриваемых величин. Используя эти данные, требуется определить математическую зависимость между этими величинами.

Математическая модель задачи

Искомая зависимость записывается в виде линейной функции $y = a \cdot x + b$, где a и b – неизвестные пока параметры, значения которых должны быть определены.

Метод решения задачи

Данная задача решается известным методом наименьших квадратов, сущность которого заключается в следующем. График аппроксимирующей функции должен проходить очень близко от статистических точек. Это условие может быть осуществлено, если следующая функция имеет наименьшее значение:

$$U(a, b) = \sum_{k=1}^n [y_k - (a \cdot x_k + b)]^2 \Rightarrow \min \quad (5.6)$$

Здесь n – количество статистических точек, (x_k, y_k) – координаты статистических точек. Необходимым и достаточным условием минимума данной функции может быть записано:

$$\frac{\partial U}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial U}{\partial b} = 0. \quad (5.7)$$

Из этих условий будут определены следующие формулы для определения значений неизвестных параметров a и b :

$$a = \frac{n \cdot S_4 - S_1 \cdot S_2}{n \cdot S_3 - S_1^2}, \quad b = \frac{S_3 \cdot S_2 - S_1 \cdot S_4}{n \cdot S_3 - S_1^2}, \quad (5.8)$$

где $S_1 = \sum_{k=1}^n x_k$, $S_2 = \sum_{k=1}^n y_k$, $S_3 = \sum_{k=1}^n x_k^2$, $S_4 = \sum_{k=1}^n x_k y_k$.

Алгоритм решения задачи:

- ввод массивов $x_k, y_k, k = 1, 2, \dots, n$, в память компьютера;
- определение значений следующих сумм S_1, S_2, S_3, S_4 ;
- определить значения искомых параметров a и b .

Пример №5.1

Используем статистические данные, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1- Статистические данные значений величин X и Y :

x_k	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
y_k	65	75	95	100	115	130	155	170	180	190
x_k	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
y_k	200	210	235	250	265	290	310	350	370	400

Результатом решения задачи является линейная аппроксимирующая функция $y = a \cdot x + b$ и ее график в виде прямой линии.

Расчет в программе Excel

В программе Excel находим суммы x, y, x^2 и $x y$

$$S_1 = \sum_{k=1}^n x_k, \quad S_2 = \sum_{k=1}^n y_k, \quad S_3 = \sum_{k=1}^n x_k^2, \quad S_4 = \sum_{k=1}^n x_k y_k$$

Результаты вычислений приведены в соответствии с рисунком 5.2.

	A	B	C	D
1	x	y	x ²	xy
2	50	65	2500	3250
3	60	75	3600	4500
4	70	95	4900	6650
5	80	100	6400	8000
6	90	115	8100	10350
7	100	130	10000	13000
8	110	155	12100	17050
9	120	170	14400	20400
10	130	180	16900	23400
11	140	190	19600	26600
12	150	200	22500	30000
13	160	210	25600	33600
14	170	235	28900	39950
15	180	250	32400	45000
16	190	265	36100	50350
17	200	290	40000	58000
18	210	310	44100	65100
19	220	350	48400	77000
20	230	370	52900	85100
21	240	400	57600	96000
22	2900	4155	487000	713300

Рисунок 5.2 – Результаты вычислений
Находим неизвестные а и b по формуле

$$a = \frac{n \cdot S_4 - S_1 \cdot S_2}{n \cdot S_3 - S_1^2}, \quad b = \frac{S_3 \cdot S_2 - S_1 \cdot S_4}{n \cdot S_3 - S_1^2},$$

$$a = \frac{20 \cdot 713300 - 2900 \cdot 4155}{20 \cdot 487000 - 2900^2} = 0.23954393$$

$$b = \frac{487000 \cdot 4155 - 2900 \cdot 713300}{20 \cdot 487000 - 2900^2} = -4.8724737$$

Результаты вычислений приведены в соответствии с рисунком 5.3.

Результатом решения задачи является линейная аппроксимирующая функция $y = a \cdot x + b$ и ее график в виде прямой линии (Рис. 5.4).

	A	B	C	D	E	F	G
1	x	y	x ²	xy	a	b	f=ax+b
2	50	65	2500	3250	0,23954393	-4,8724737	7,1047228
3	60	75	3600	4500	0,23954393	-4,8724737	9,5001621
4	70	95	4900	6650	0,23954393	-4,8724737	11,8956014
5	80	100	6400	8000	0,23954393	-4,8724737	14,2910407
5	90	115	8100	10350	0,23954393	-4,8724737	16,68648
7	100	130	10000	13000	0,23954393	-4,8724737	19,0819193
8	110	155	12100	17050	0,23954393	-4,8724737	21,4773586
9	120	170	14400	20400	0,23954393	-4,8724737	23,8727979
0	130	180	16900	23400	0,23954393	-4,8724737	26,2682372
1	140	190	19600	26600	0,23954393	-4,8724737	28,6636765
2	150	200	22500	30000	0,23954393	-4,8724737	31,0591158
3	160	210	25600	33600	0,23954393	-4,8724737	33,4545551
4	170	235	28900	39950	0,23954393	-4,8724737	35,8499944
5	180	250	32400	45000	0,23954393	-4,8724737	38,2454337
6	190	265	36100	50350	0,23954393	-4,8724737	40,640873
7	200	290	40000	58000	0,23954393	-4,8724737	43,0363123
8	210	310	44100	65100	0,23954393	-4,8724737	45,4317516
9	220	350	48400	77000	0,23954393	-4,8724737	47,8271909
0	230	370	52900	85100	0,23954393	-4,8724737	50,2226302
1	240	400	57600	96000	0,23954393	-4,8724737	52,6180695
2	2900	4155	487000	713300			

Рисунок 5.3 - Результаты вычислений

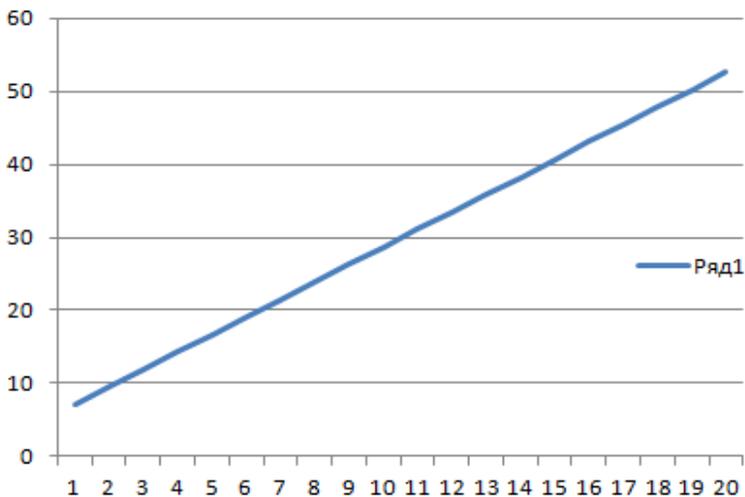


Рисунок 5.4 – Графическое представление решения задачи

5.8 Моделирование динамики производственных процессов на основе эксперимента

Цель исследования. Моделирование развития процесса во времени (тренда) и прогнозирование будущего состояния системы.

Постановка задачи

Деятельность любой системы можно характеризовать результатами ее работы. Причём, в качестве критерия оценки можно выбрать практически любой производственный показатель. Наблюдая за изменением выбранного для наблюдения параметра, можно сделать общую оценку тенденции развития системы. Более того, установив связь между моментами времени наблюдений и динамикой изменения выбранного параметра, можно прогнозировать состояние системы в будущем.

Выяснение общей тенденции (*тренда*) развития системы предполагает построение математической модели на основе наблюдений за выбранным производственным показателем. Совокупность наблюдений (*уровней*), зависящая от времени получила название *временного ряда*. Наблюдения должны производиться через равные промежутки времени.

Искомая математическая модель описывается формулой параболического тренда второй степени:

$$Y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2. \quad (5.9)$$

В результате решения задачи должны быть получены числовые значения коэффициентов a_0 , a_1 , a_2 . Процесс моделирования базируется на временном ряде, полученном в результате наблюдений.

После того, как будет построена данная математическая модель, возникает возможность математического прогнозирования состояния исследуемого параметра на несколько шагов вперёд.

Пример математической модели может быть использован для любого реального процесса, имеющего тенденцию. Понятно, что моделирование абсолютно случайного процесса невозможно.

Пример №5.2

Чтобы решение сделать более наглядным, разобьём его на этапы:

1. Сбор исходной информации;
2. Преобразование таблицы исходной информации с целью получения системы уравнений (системы нормальных уравнений);
3. Решение системы нормальных уравнений и получение формулы искомого тренда;
4. Определение погрешностей моделирования и пригодности полученной модели;
5. Построение графиков изменения наблюдаемого параметра на основе формулы полученной модели (теоретические значения) и фактических значений с целью их визуального сравнения;
6. Использование полученной модели для прогнозирования состояния исследуемого производственного показателя на будущее.

1. Сбор исходной информации

Предположим, некоторое предприятие выпускает Y_{ϕ} тонн продукции в месяц. На основании наблюдений в течение десяти месяцев, ежемесячно фиксируя объём выпускаемой продукции, была сформирована таблица 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y_{ϕ}	3,1	5,4	7	9	11	12	14	15	16,5	18

2. Получение системы нормальных уравнений

Для того, чтобы найти неизвестные коэффициенты формулы тренда a_0 , a_1 , a_2 нужно составить и решить систему уравнений вида:

$$\begin{cases} n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum t + a_2 \cdot \sum t^2 = \sum Y_{\text{тм}} \\ a_0 \cdot \sum t + a_1 \cdot \sum t^2 + a_2 \cdot \sum t^3 = \sum Y_{\text{тм}} \cdot t \\ a_0 \cdot \sum t^2 + a_1 \cdot \sum t^3 + a_2 \cdot \sum t^4 = \sum Y_{\text{тм}} \cdot t^2 \end{cases} \quad (5.10)$$

где n — количество наблюдений (в данном случае $n = 10$).

Произведя необходимые вычисления, получим окончательный вид системы уравнений:

$$\begin{cases} 10 \cdot a_0 + 55 \cdot a_1 + 385 \cdot a_2 = 101.2 \\ 55 \cdot a_0 + 385 \cdot a_1 + 3025 \cdot a_2 = 674.7 \\ 385 \cdot a_0 + 3025 \cdot a_1 + 25333 \cdot a_3 = 5166.7 \end{cases}$$

3. Решение системы нормальных уравнений

Систему уравнений можно решить любым способом (подстановкой, методом Жордана-Гаусса и т. д.). Каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки, заключающиеся либо в чрезмерной громоздкости, либо в потери точности вычислений. При использовании ЭВМ, когда громоздкость вычислений не играет заметной роли, систему можно решить методом «обратной матрицы». При расчёте «вручную» можно воспользоваться довольно простым, но не очень точным методом «исключения переменных».

Итак, решив систему уравнений, находим искомые коэффициенты тренда:

$$a_0 = 1.055$$

$$a_1 = 2.027$$

$$a_2 = -0.054$$

С учётом полученных значений коэффициентов, уравнение тренда будет иметь вид: $Y = 1.055 + 2.027t - 0.054t^2$.

4. Определение погрешностей моделирования

Используя метод дисперсионного анализа (от лат. Dispersus - рассыпанный, рассеянный) следует выяснить пригодность полученной модели.

В качестве критериев, оценивающих качество модели, воспользуемся четырьмя показателями: абсолютной погрешностью (S_{Ocm}), коэффициентом детерминации (D), индексом корреляции (I), критерием Фишера ($F_{Рачч}$).

Найдём среднюю фактически произведённую продукцию:

$$Y_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{10} Y_i}{10}; Y_{cp} = 101.2;$$

Для удобства дальнейших расчётов заполним таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты расчетов

t	$Y\phi$	Ym	$(Y\phi - Y_{cp})^2$	$(Ym - Y_{cp})^2$	$(Y\phi - Ym)$	$(Y\phi - Ym)^2$
1	3,2	3,028	47,886	50,293	0,171	0,029
2	5	4,893	26,214	27,321	0,106	0,011
3	6	6,649	16,974	12,044	-0,649	0,421
4	8,5	8,297	2,624	3,320	0,202	0,040
5	10	9,837	0,014	0,079	0,162	0,026
6	11	11,269	0,774	1,320	-0,269	0,072
7	13	12,592	8,294	6,112	0,407	0,166
8	14	13,807	15,054	13,594	0,192	0,037
9	14,5	14,913	19,184	22,978	-0,413	0,171
10	16	15,911	34,574	33,54516	0,088	0,007
		Сумма:	171,596	170,611	0	0,984

Совокупность исходных данных $Y\phi$ имеет 10 степеней свободы ($n=10$) — по числу наблюдений; совокупность расчётных данных Ym имеет 3 степени свободы ($v=3$) — по числу коэффициентов в формуле модели; совокупность Y_{cp} имеет 1 степень свободы. Следовательно, совокупность $(Y\phi - Y_{cp})$ имеет 9 степеней свободы, $(Ym - Y_{cp})$ имеет 2 степени свободы, $(Y\phi - Ym)$ имеет 7 степеней свободы. Теперь можно определить дисперсии:

$$S^2_{Cucm} = \frac{\sum (Y\phi - Y_{cp})^2}{9} \approx 19.066$$

$$S^2_{Mod} = \frac{\sum (Ym - Y_{cp})^2}{2} \approx 85.305$$

$$S^2_{Ocm} = \frac{\sum (Y\phi - Ym)^2}{7} \approx 0.14$$

Абсолютная погрешность составит: $S_{Ocm} = \sqrt{S^2_{Ocm}} \approx 0.375$;

Коэффициент детерминации: $D = 1 - \frac{S^2_{Ocm}}{S^2_{Cucm}} \approx 0.992$;

Индекс корреляции: $I = \sqrt{D} = \sqrt{0.992} = 0.996$;

Критерий Фишера: $F_{рас} = \frac{S^2_{M'Y}}{S^2_{M-\square}} \approx 606.3$.

Вывод: Качество модели приемлемое, т.к. индекс корреляции больше 0,7 и расчётный критерий Фишера больше табличного для данного случая ($F_{таб} = 4,7$).

5. Построение графиков

По оси абсцисс откладываются номера наблюдений t (1,2 ...10), а по оси ординат — фактические и теоретические значения наблюдаемого параметра. Таким образом, расположив на одном чертеже два графика, можно визуально проконтролировать качество полученной модели.

6. Прогнозирование

Для того, чтобы предсказать состояние исследуемого параметра на 11 и 12 месяце развития процесса производства, нужно вычислить числовое значение Y_{np} по полученному уравнению тренда $Y = 1.055 + 2.027 \cdot t - 0.054 \cdot t^2$.

При $t=11$ $Y = 1.055 + 2.027 \cdot 11 - 0.054 \cdot 11^2 \approx 16.8$

При $t=12$ $Y = 1.055 + 2.027 \cdot 12 - 0.054 \cdot 12^2 \approx 17.6$

Однако данные значения предсказанных величин нельзя принимать за «чистую монету». Дело в том, что уравнение тренда, используемое при прогнозировании, построено на основании дискретных данных, имеющих определённую дисперсию (отклонения от строгого математического закона). Поэтому данное уравнение описывает динамику процесса, в большей или меньшей степени, приближённо. Следовательно, предсказываемое состояние изучаемого параметра должно характеризоваться не конкретным числом, а неким числовым диапазоном (интервалом прогноза).

Каково числовое значение интервала прогноза? Здесь возможны два варианта.

1) Если значение наблюдений больше 30, то считается, что случайные отклонения имеют нормальное распределение. В качестве вероятностной оценки разброса отклонений $Y\phi$ от Y_{np} в экономике, чаще всего, принимают уровень значимости $\alpha=0,05$ (или доверительную вероятность $\gamma=0,95$). Согласно закону

нормального распределения, вероятности 0,95 соответствует отклонение $2 \cdot Socm$. Значит можно ожидать, что в дальнейшем значение исследуемого параметра будет находиться в диапазоне $Y_{np} = Y \pm 2 \cdot Socm$.

2) Если число наблюдений меньше 30, то «ширина» интервала прогноза зависит от их числа и определяется по таблице Стьюдента (γ_α). В данном случае число наблюдений равно 10, поэтому интервал прогноза, обеспеченный вероятностью 0,95 определяется величиной $2,23 \cdot Socm$ (т. к. $\gamma_\alpha = 2,23$). С учётом этого, результаты прогнозирования можно записать в виде:

$$\text{При } t=11 \quad Y_{np} = 1.055 + 2.027 \cdot 11 - 1.054 \cdot 11^2 \pm 2,23 \cdot 0,375 \\ 15,96 \leq Y_{np} \leq 17,63$$

$$\text{При } t=12 \quad Y_{np} = 1.055 + 2.027 \cdot 12 - 1.054 \cdot 12^2 \pm 2,23 \cdot 0,375 \\ 16,74 \leq Y_{np} \leq 18,42$$

Кроме того, в будущем могут возникнуть неучтённые при моделировании факторы, влияющие на тенденцию процесса, а следовательно, на увеличение дисперсии. Поэтому, чем долгосрочнее прогноз, тем интервал предсказываемых значений шире, что неизбежно приводит к потере точности прогнозирования. Для учёта ухудшения прогнозирования вводится дополнительный коэффициент k . Для параболического тренда второй степени он имеет вид:

$$k = \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(n+i)^2}{\sum t^2} + \frac{\sum t^4 - (2 \cdot \sum t^2) \cdot (n+i)^2 + (n+i)^4 \cdot n}{n \cdot \sum t^4 - (\sum t^2)^2}},$$

где n — число наблюдений,

i — номер шага прогноза (в нашем случае принимает значения 1 и 2).

С учётом этого, можно переписать формулу прогноза.

$$\text{При } n > 30 \quad Y_{np} = Y \pm 2 \cdot Socm \cdot k$$

$$\text{При } n < 30 \quad Y_{np} = Y \pm \gamma_\alpha \cdot Socm \cdot k \quad (\text{данный случай}).$$

Выполняя вычисления, находим k : при $i=1$, $k \approx 1,45$, при $i=2$, $k \approx 1,6$.

Таким образом, окончательное прогнозирование параметра:

$$\text{При } t=11 \quad Y_{np} = 1.055 + 2.027 \cdot 11 - 1.054 \cdot 11^2 \pm 2,23 \cdot 0,375 \cdot 1,45$$

$$15,59 \leq Y_{np} \leq 18,01$$

$$\text{При } t=12 \quad Y_{np}=1.055+2.027 \cdot 12-1.054 \cdot 12^2 \pm 2,23 \cdot 0,375 \cdot 1,6$$

$$16,24 \leq Y_{np} \leq 18,92$$

Пример №5.3

1. Ввод исходных данных

Исходные данные разместите в виде горизонтальной таблицы, в правом столбце которой вычислите значения сумм t и $Y\phi$ (эти числа используются далее по решению). Например:

Таблица 5.4 – Исходные данные

											Сумма
t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	55
Yφ	3,2	5	6	8,5	10	11	13	14	14,5	16	101,2

2. Получение системы нормальных уравнений

Вычисление слагаемых уравнений системы оформите в виде таблицы, в правом столбце которой вычислите значения соответствующих сумм. Например:

Таблица 5.5 – Результаты вычислений

											Сумма
t ²	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	385
t ³	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000	3025
t ⁴	1	16	81	256	625	1296	2401	4096	6561	10000	25333

Yφ·t	3,2	10	18	34	50	66	91	112	130,5	160	674,7
Yφ·t ²	3,2	20	54	136	250	396	637	896	1174,5	1600	5166,7

Диапазоны ячеек, образующих строки, следует получать с использованием формул массива (CTRL+SHIFT+ENTER).

Используя полученные числовые данные, сформируйте систему нормальных уравнений. На листе Excel она будет иметь примерно такой вид:

10	55	385		101,2
55	385	3025		674,7
385	3025	25333		5166,7

3. Решение системы нормальных уравнений

Итак, вы получили массив коэффициентов нормальных уравнений системы. Правый столбец полученного массива представляет собой столбец результатов уравнений. Как говорилось выше, систему нужно решать методом «обратной матрицы». Для этого разделите полученный массив на две части: массив аргументов и массив результатов. Следует помнить, что полученный массив аргументов должен получиться «квадратным» (в данном случае — 3×3), иначе нахождение обратной матрицы будет невозможным. Используя функцию МОБР, создайте массив, представляющий собой обратную матрицу от матрицы аргументов нормальных уравнений.

Используя функцию МУМНОЖ, умножьте полученную обратную матрицу на матрицу результатов нормальных уравнений системы. В результате умножения получится массив, состоящий из одного столбца и содержащий искомые коэффициенты уравнения искомого тренда: a_0, a_1, a_2 . Уравнение модели получено!

4. Определение погрешностей моделирования

Основной частью данного этапа является создание таблицы (см. выше).

Для вычисления значений столбцов $(Y_f - Y_{cp})^2$ и $(Y_m - Y_{cp})^2$ требуется среднее арифметическое значение фактических Y . Поэтому, перед тем, как создавать таблицу, удобно в отдельной ячейке вычислить Y_{cp} , воспользовавшись функцией СРЗНАЧ.

Для нахождения сумм значений столбцов $(Y_f - Y_{cp})^2$, $(Y_m - Y_{cp})^2$ и $(Y_f - Y_m)^2$ удобно воспользоваться кнопкой

«Автосуммирование» на стандартной панели инструментов.

При определении дисперсий $S_{Сист}^2, S_{Мод}^2, S_{Ост}^2$ следует помнить, что совокупность исходных данных Y_f имеет n случайных степеней свободы (по числу наблюдений), совокупность расчётных данных Y_t имеет 3 степени свободы (по числу постоянных коэффициентов формулы тренда a_0, a_1, a_2), совокупность $Y_{ср}$ имеет 1 степень свободы.

Значение табличного критерия Фишера определяется по соответствующей таблице на основании степеней свободы числителя $S_{Мод}^2$, и знаменателя $S_{Ост}^2$. Числа степеней свободы числителей расположены в столбцах таблицы, а числа степеней свободы знаменателей — в строках. На пересечении соответствующей строки и столбца находится числовое значение табличного критерия Фишера для данного случая.

5. Построение графиков

Построение графиков выполняется посредством кнопки «Мастер диаграмм» стандартной панели инструментов. В качестве диапазонов исходных данных, удерживая клавишу CTRL, укажите один за другим столбцы последней таблицы Y_f и Y_t вместе с заголовками. Когда чертёж будет готов, то заголовки столбцов отобразятся в легенде. Примерный вид графиков изображён на рисунке 5.5.

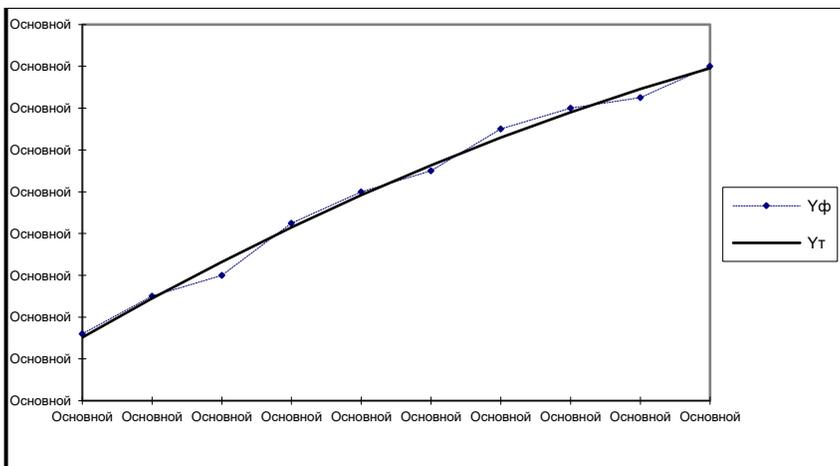


Рисунок 5.5 – Фактические и теоретические значения

6. Прогнозирование

Самое сложное на этом этапе работы – правильно составить формулу расчёта коэффициента учёта ухудшения прогнозирования. Её следует составлять непосредственно через строку формул. Элементы $\sum t^2$ и $\sum t^4$ этой формулы вами уже найдены в таблице формирования системы нормальных уравнений, что немного облегчает задачу.

5.9 Определение парных коэффициентов корреляции

Цель исследования. Исследовать результаты наблюдений на предмет их пригодности для моделирования производственной функции.

В реальном производстве размеры затрат $x_1 \dots x_n$ всегда, некоторым образом, связаны друг с другом. Например, увеличение объема данных неизбежно влечёт за собой увеличение затрат на хранение и т. д. Если изменение одного вида затрат влечёт за собой пропорциональное (или близкое к пропорциональному) изменение других затрат, то моделирование производственной функции становится невозможным (или, по крайней мере, весьма затруднительным).

Вспомните общий вид производственной функции:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (5.11)$$

где Y - стоимость готовой продукции, a_0 — денежное выражение постоянно присутствующих, не изменяющихся затрат, $a_1 \dots a_n$ — денежное выражение единицы соответствующего вида затрат $x_1 \dots x_n$. Легко увидеть, что производственная функция определяет влияние любого из видов затрат $x_1 \dots x_n$ на выпуск готовой продукции Y . В случае пропорционального изменения одного вида затрат в зависимости от другого выяснить влияние каждого из них на выпуск готовой продукции становится невозможным.

В алгебраической интерпретации затраты $x_1 \dots x_n$ можно рассматривать как многомерные векторы. Поэтому, случай пропорциональности их составляющих называется **коллинеарностью исходных факторов** $x_1 \dots x_n$ (в случае, близком к пропорциональности говорят о мультиколлинеарности).

Перед моделированием производственной функции полезно проверить совокупность исходных факторов $x_1 \dots x_n$ на отсутствие коллинеарности (мультиколлинеарности). Это достигается нахождением парных коэффициентов корреляции (от лат. *Correlatio* — соотношение, взаимозависимость), которые показывают уровень взаимосвязи исходных факторов друг с другом и уровень влияния исходных факторов на результат Y . Парные коэффициенты корреляции, устанавливающие связь между любым из исходных факторов $x_1 \dots x_n$ и результатом Y , позволяют установить значимость данного исходного фактора. Исходный фактор, для которого парный коэффициент корреляции по отношению к Y слишком мал, следует исключить из процесса моделирования. Говорят, что уровень значимости данного исходного фактора пренебрежимо мал. Парные коэффициенты корреляции принято обозначать буквой r .

Задача корреляции заключается в обоснованном выборе исходных производственных факторов. Выбор производится по двум критериям: недопустимость мультиколлинеарности исходных факторов и выяснение их значимости. Мультиколлинеарность наступает при парном коэффициенте корреляции более чем 0,85, а уровень значимости принят равным 0,05.

Пример №5.4

1. Сбор исходной информации

Допустим, в результате наблюдений за процессом была получена исходная информация с целью нахождения производственной функции (Рис. 5.6). Перед моделированием следует проверить параметры x_1, x_2, x_3 на мультиколлинеарность и выявить уровень их значимости для Y .

Таблица 5.6 – Исходная информация

№ п/п	x_1	x_2	x_3	Y
1	2	7	5	45
2	18	6	26	80
3	14	17	31	134
4	15	16	33	190
5	6	17	14	170

2. Создание матрицы отклонений от среднего

Найдём среднее арифметическое значение каждого столбца:

$$x_{1cp}=11; x_{2cp}=12,6; x_{3cp}=21,8; y_{cp}=123,8$$

Отнимая от каждого элемента столбца соответствующее среднее значение, получим матрицу отклонений от среднего (Рис. 5.7):

Таблица 5.7 – Результаты расчетов

N п/п	$x_1 - x_{1cp}$	$x_2 - x_{2cp}$	$x_3 - x_{3cp}$	$Y - Y_{cp}$
1	-9	-5,6	-16,8	-78,8
2	7	-6,6	4,2	-43,8
3	3	4,4	9,2	10,2
4	4	3,4	11,2	66,2
5	-5	4,4	-7,8	46,2

Согласно вышесказанному, каждый из четырёх столбцов полученной матрицы можно рассматривать как многомерный вектор. В связи с этим, все дальнейшие действия по определению парных коэффициентов корреляции r можно рассматривать как нахождение косинусов углов между любыми двумя векторами.

Немного геометрии:

Например, даны два вектора: $A(a_1; a_2)$ и $B(b_1; b_2)$.

Косинус угла между ними равен результату от деления скалярного произведения данных векторов на произведение их модулей:

$$\text{Cos}\varphi = \frac{a_1 b_1 + a_2 b_2}{\sqrt{a_1^2 + a_2^2} \cdot \sqrt{b_1^2 + b_2^2}}; \quad (5.12)$$

Вычисления заметно упростятся, если векторы будут заранее приведены к векторам с единичным модулем (векторы будут нормированы). В этом случае, знаменатель дроби будет равен 1 и $\text{Cos}\varphi$ будет равен скалярному произведению векторов.

3. Нормирование матрицы отклонений

Найдём модули всех четырёх векторов по формулам:

$$\begin{aligned}
 |x_1 - x_{1cp}| &= \sqrt{\sum (x_1 - x_{1cp})^2}; \\
 |x_2 - x_{2cp}| &= \sqrt{\sum (x_2 - x_{2cp})^2}; \\
 |x_3 - x_{3cp}| &= \sqrt{\sum (x_3 - x_{3cp})^2}; \\
 |y - y_{cp}| &= \sqrt{\sum (y - y_{cp})^2};
 \end{aligned}
 \tag{5.13}$$

В результате расчётов получим:

$$\begin{aligned}
 |x_1 - x_{1cp}| &\approx 13.42; & |x_2 - x_{2cp}| &\approx 11.19; & |x_3 - x_{3cp}| &\approx 23.89; \\
 |y - y_{cp}| &\approx 121.44;
 \end{aligned}$$

Разделив каждый элемент столбца матрицы отклонений на соответствующее значение модуля, получим нормированную матрицу отклонений. В геометрической интерпретации каждый из четырёх столбцов представляет собой многомерный вектор, «длина» которого равна 1. Поэтому, в обозначениях столбцов полученной матрицы нормированных отклонений будем использовать индекс 0 (Рис. 5.8).

Таблица 5.8 – Результаты расчетов

№ п/п	x_0_1	x_0_2	x_0_3	y_0
1	-0,67	-0,50	-0,70	-0,65
2	0,52	-0,59	0,18	-0,36
3	0,22	0,39	0,39	0,08
4	0,30	0,30	0,47	0,55
5	-0,37	0,39	-0,33	0,38

4. Вычисление парных коэффициентов корреляции

Согласно вышесказанному, вычисление парных коэффициентов корреляции сводится к скалярному произведению пар полученных нормированных векторов.

$$r_{x_0_1 x_0_2} = \sum(x_0_1 \cdot x_0_2) \approx 0.06;$$

$$r_{x_0_1 x_0_3} = \sum(x_0_1 \cdot x_0_3) \approx 0.91;$$

$$r_{x_0_1 y_0} = \sum(x_0_1 \cdot y_0) \approx 0.29;$$

$$r_{x_0_2 x_0_3} = \sum(x_0_2 \cdot x_0_3) \approx 0.41;$$

$$r_{x_0_2 y_0} = \sum(x_0_2 \cdot y_0) \approx 0.89;$$

$$r_{x_0_3 y_0} = \sum(x_0_3 \cdot y_0) \approx 0.56;$$

На основании полученных значений парных коэффициентов корреляции, можно сделать вывод:

по признаку значимости ни одним из параметров нельзя пренебречь т. к. $0,29 > 0,05$; $0,89 > 0,05$; $0,56 > 0,05$;

но между параметрами x_1 и x_3 наблюдается мультиколлинеарность т. к. $0,91 > 0,85$. При моделировании влияние каждого из этих параметров, в отдельности, будет определить достаточно сложно, поэтому один из них должен быть удалён из процесса моделирования, либо параметры x_1 и x_3 должны быть объединены в один.

5.10 Математическая модель технологического процесса по данным, являющимися результатом активного эксперимента

Цель исследования. Построить математическую модель технологического процесса по данным, являющимися результатом активного эксперимента.

1. Постановка задачи

Исходные данные для моделирования производственной функции являются результатом наблюдения за реальным процессом. Сбор данных таким способом иногда называют пассивным экспериментом. Ведь исследователь не может повлиять на протекающий процесс. Роль исследователя сводится лишь к констатации параметров процесса на текущем этапе наблюдения и их фиксированию.

При исследовании эффективности тех или иных

производственных технологий (например, в химической промышленности) часто возникает необходимость выявления влияния каждого из технологических параметров на объёмы выхода и качества получаемой продукции. Классическим примером можно считать технологии производства, зависящие от температуры, давления и продолжительности проведения реакций. Понятно, что для выявления влияния этих технологических параметров на выход продукции следует провести несколько опытов с различными соотношениями температура-давление-время. Исследователь может заранее задавать соотношения данных технологических параметров и наблюдать за изменениями выхода продукции от опыта к опыту. В этом случае исследователь уже выступает не просто в роли наблюдателя, а в роли «конструктора» эксперимента, полностью контролируя процесс сбора экспериментальной информации. Сбор информации, при котором исследователь целенаправленно задаёт значения входным параметрам, принято называть активным экспериментом.

Главный вопрос при проведении любого активного эксперимента можно сформулировать так: каким наименьшим количеством опытов можно ограничиться и какое соотношение технологических параметров следует установить в каждом из опытов, чтобы полученные экспериментальные данные были наиболее объективными и пригодными для математического моделирования процесса.

Реализация всех возможных комбинаций факторов возможна при, так называемом, полном факторном эксперименте, количество опытов которого определяется по формуле:

$$N = n^k, \quad (5.14)$$

где k - число факторов, n - количество уровней их значений.

Например, изучается влияние на выход продукта (Y) трёх факторов: температуры (x_1), в диапазоне от 100 до 200 °С, давления (x_2) от $2 \cdot 10^5$ до $6 \cdot 10^5$ Па и времени проведения реакции (x_3) от 10 до 20 мин. Если экспериментатор выберет всего два уровня значений параметров (максимальный и минимальный) то количество опытов в полном факторном эксперименте составит:

$$N = 2^3 = 8.$$

Вы уже знаете, что пригодность исходных данных для моделирования производственной функции определяется вычислением парных коэффициентов корреляции между их массивами. Причём, чем меньше значения парных коэффициентов корреляции между массивами факторов (x_1-x_n), тем лучше. При проведении активных экспериментов есть возможность сделать массивы значений факторов «ортогональными», т. е. свести значения соответствующих парных коэффициентов корреляции к нулю. В геометрической интерпретации это означает, что многомерный вектор Y можно разложить на составляющие, которыми являются многомерные векторы x_1-x_n по взаимно перпендикулярным осям. Такое планирование эксперимента обеспечивает максимальную объективность исходных данных и приводит к упрощению решения задачи по построению математической модели.

Проведя восемь необходимых опытов и фиксируя уровни выхода продукции (Y), можно составить таблицу результатов полного факторного эксперимента по рассматриваемому технологическому процессу (Рис. 5.9).

Таблица 5.9 – Исходные данные

Номер опыта	Температура а, °С(x_1)	Давление, Па (x_2)	Время, мин (x_3)	Выход продукции (Y)
1	100	$2 \cdot 10^5$	10	2
2	200	$2 \cdot 10^5$	10	6
3	100	$6 \cdot 10^5$	10	4
4	200	$6 \cdot 10^5$	10	8
5	100	$2 \cdot 10^5$	20	10
6	200	$2 \cdot 10^5$	20	18
7	100	$6 \cdot 10^5$	20	8
8	200	$6 \cdot 10^5$	20	12

Обратите внимание на порядок чередования значений факторов, обеспечивающий нулевые значения парных коэффициентов корреляции между их массивами.

Пример №5.5

1. Безразмерный масштаб факторов

Выбор конкретных уровней значений каждого из факторов предоставляет ещё одну возможность в упрощении решения задачи: перевод значений в относительные безразмерные единицы с диапазоном изменения от -1 до +1. Например, минимальному уровню температуры (100 °С) будет соответствовать -1, а максимальному (200 °С) - +1. Таким образом, таблица исходных данных в безразмерном масштабе будет выглядеть так:

Таблица 5.10 – Исходные данные в безразмерном масштабе

Номер опыта	Температура (x ₁)	Давление (x ₂)	Время (x ₃)	Выход продукции (Y)
1	-1	-1	-1	2
2	1	-1	-1	6
3	-1	1	-1	4
4	1	1	-1	8
5	-1	-1	1	10
6	1	-1	1	18
7	-1	1	1	8
8	1	1	1	12

2. Искусственное увеличение числа факторов

Таблицу наблюдений можно расширить, добавив ещё четыре фактора, полученных «искусственно». Эти дополнительные столбцы можно получить посредством почленного перемножения массивов, полученных экспериментальным путём. Введение в уравнение математической модели, в качестве слагаемых, произведений факторов придаёт ей «кубическую гибкость», а значит, повышает точность описания процесса.

С учётом ввода в моделирование искусственно полученных факторов, уравнение модели можно записать в виде:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{123}x_1x_2x_3. \quad (5.15)$$

А таблица 5.11 исходных данных в безразмерном масштабе примет вид:

Таблица 5.11 – Исходные данные в безразмерном масштабе

N	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ ·X ₂	X ₁ ·X ₃	X ₂ ·X ₃	X ₁ ·X ₂ ·X ₃	Y
1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	2
2	1	-1	-1	-1	-1	1	1	6
3	-1	1	-1	-1	1	-1	1	4
4	1	1	-1	1	-1	-1	-1	8
5	-1	-1	1	1	-1	-1	1	10
6	1	-1	1	-1	1	-1	-1	18
7	-1	1	1	-1	-1	1	-1	8
8	1	1	1	1	1	1	1	12

3. Проверка факторов на отсутствие взаимозависимости

Далее, следует убедиться в том, что значения парных коэффициентов корреляции между массивами факторов имеют нулевые значения.

$$rx_1x_2=0; \quad rx_1x_3=0; \quad rx_1x_1x_2=0; \quad rx_1x_1x_3=0; \quad rx_1x_2x_3=0; \quad rx_1x_1x_2x_3=0;$$

$$rx_2x_3=0; \quad rx_2x_1x_2=0; \quad rx_2x_1x_3=0; \quad rx_2x_2x_3=0; \quad rx_2x_1x_2x_3=0$$

$$rx_3x_1x_2=0; \quad rx_3x_1x_3=0; \quad rx_3x_2x_3=0; \quad rx_3x_1x_2x_3=0$$

$$rx_1x_2x_1x_3=0; \quad rx_1x_2x_2x_3=0; \quad rx_1x_2x_1x_2x_3=0;$$

$$rx_1x_3x_2x_3=0; \quad rx_1x_3x_1x_2x_3=0;$$

$$rx_2x_3x_1x_2x_3=0;$$

Таким образом, для семи массивов факторов определяется двадцать один парный коэффициент корреляции.

4. Создание аргументной матрицы

Согласно общему виду уравнения математической модели 5.15

$$a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{123}x_1x_2x_3 = Y$$

преобразуем таблицу исходных данных в матрицу, добавив столбец фиктивной переменной. В результате получим следующее в соответствии с таблицей 5.12:

Таблица 5.12 – Аргументная матрица

1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	2
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	6
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	4
1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	8
1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	10

1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	18
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	8
1	1	1	1	1	1	1	1	12

5. Вычисление коэффициентов уравнения модели

Коэффициенты $a_0, a_1, a_2, a_3, a_{12}, a_{13}, a_{23}$ и a_{123} находятся как средние арифметические значения почленных произведений массива Y и соответствующего массива x .

Например,

$$a_0 = \frac{1 \cdot 2 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 10 + 1 \cdot 18 + 1 \cdot 8 + 1 \cdot 12}{8} = 8.5$$

Аналогично вычисляются значения других коэффициентов модели:

$$a_1 = 2.5, \quad a_2 = -0.5, \quad a_3 = 3.5, \quad a_{12} = -0.5, \quad a_{13} = 0.5, \quad a_{23} = -1.5, \quad a_{123} = -0.5;$$

Таким образом, уравнение модели получено и имеет вид:

$$Y = 8.5 + 2.5x_1 - 0.5x_2 + 3.5x_3 - 0.5x_1x_2 + 0.5x_1x_3 - 1.5x_2x_3 - 0.5x_1x_2x_3$$

5.11 Моделирование простейших случайных потоков

Цель исследования. Исследовать случайный временной ряд распределения временных интервалов на основе методики выявления временных рядов, которые распределены по экспоненциальному закону.

1. Постановка задачи

Система услуг является основной и главной частью экономики. В ней реализуется взаимодействие встречно заинтересованных потоков: обслуживаемый поток (поток заявок) и обслуживающий поток (поток услуг). Оба потока являются случайными, и поэтому, неизбежно, либо с одной либо с другой стороны образуются очереди. Возникает проблема максимально гармоничного сопряжения потока заявок с потоком услуг, с целью уменьшения потери времени на ожидание с той и другой стороны. Решение проблемы сводится к производственной оценке времени как остродефицитного ресурса, для чего необходимо установить временные параметры обоих потоков.

Классическим (и самым распространённым) является случай, в котором потоки заявок и услуг являются случайными, и временные интервалы между событиями распределены по экспоненциальному закону. Поток характеризуется средним интервалом времени между событиями:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + \dots + t_n}{n} \text{ (час), где } n \text{ — количество временных}$$

интервалов t и плотностью потока $\lambda = \frac{1}{\Delta t_{cp}}$ (событий в час).

(Рис. 5.6)

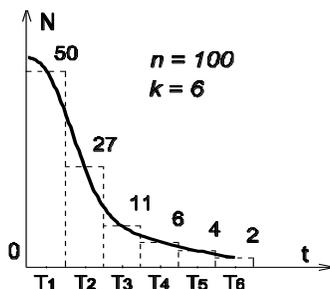


Рисунок 5.6 - График экспоненциального закона распределения временных интервалов для ста наблюдений

На рисунке 5.6 изображён график экспоненциального закона распределения временных интервалов для ста наблюдений. Промежутки времени, в котором находятся временные интервалы разделён на шесть частичных интервалов ($k = 6$). Хорошо видно, что в совокупности наблюдений преобладают короткие интервалы (максимальное число наблюдений (50) попадает в частичный интервал N_1). С увеличением длительности интервалов их число быстро уменьшается (в частичный интервал N_6 попало всего два наблюдаемых временных интервала).

Экспоненциальный закон распределения описывается формулой:

$$N_i = n\lambda\Delta T e^{-\lambda T_i}, \text{ где}$$

N_i — частота (количество временных интервалов, попадающих в i -й частичный интервал),

- n — общее число наблюдений,
 ΔT — ширина частичного интервала (час),
 λ — плотность потока (событий в час),
 T_i — среднее значение i -го частичного интервала (час).

Реальный поток подвержен влиянию внешних дестабилизирующих факторов. Поэтому, прежде чем использовать его для моделирования системы массового обслуживания (СМО) необходимо выяснить, можно ли считать случайными отклонения интервалов времени от экспоненциального распределения или они носят неслучайный характер. Если отклонения носят неслучайный характер, то данный поток не может быть использован при моделировании СМО, другими словами, временные интервалы между событиями распределены не по экспоненциальному закону.

Пример №5.6

1. Исходные данные

Имеется совокупность наблюдений временных интервалов между событиями (Таб. 5.13):

Таблица 5.13 – Исходные данные

N	t (час)	N	t (час)	N	t (час)
1	0,027	11	0,018	21	0,09
2	0,128	12	0,348	22	0,08
3	0,068	13	0,157	23	0,223
4	0,032	14	0,043	24	0,51
5	0,037	15	0,402	25	0,105
6	0,085	16	0,213	26	0,12
7	0,035	17	0,107	27	0,36
8	0,077	18	0,213	28	0,285
9	0,123	19	0,118	29	0,042
10	0,008	20	0,025	30	0,123

Требуется выяснить, можно ли данную совокупность наблюдений рассматривать как совокупность, в которой временные интервалы распределены по экспоненциальному закону.

2. Определение параметров совокупности наблюдений

Среднее значение временных интервалов:

$$\Delta t_{cp} = \frac{t_1 + \dots + t_n}{n} \approx 0,14 \text{ (часа);}$$

Плотность потока: $\lambda = \frac{I}{\Delta t_{cp}} = \frac{I}{0,14} \approx 7,14$ (событий в час);

Найдём минимальный и максимальный временной интервал:

$$t_{MIN} = 0,008, \quad t_{MAX} = 0,51.$$

Ориентировочно количество частичных интервалов можно определить по формуле Стерджесса: $k = 1 + 3,32 \lg n = 1 + 3,32 \lg 30 \approx 5,9$;

В данном случае, удобно взять количество частичных интервалов равное шести, при этом ширина частичного интервала равна 0,1 часа. Распределив временные интервалы совокупности наблюдений по частичным интервалам получим таблицу 5.14 фактических частот распределения.

Таблица 5.14 - Таблица частот распределения

Частичный интервал	Фактическая частота
0,1	14
0,2	8
0,3	4
0,4	2
0,5	1
0,6	1

3. Моделирование теоретических частот распределения

Нужно выяснить какие частоты распределения будет иметь теоретическая совокупность временных интервалов с аналогичными параметрами. ($n = 30$; $\lambda = 7,14$; $\Delta T = 0,1$).

Таблица 5.15 – Теоретические частоты распределения

Частичный интервал	T	Теоретическая частота
0,1	0,05	14,988
0,2	0,15	7,339
0,3	0,25	3,594
0,4	0,35	1,760
0,5	0,45	0,862
0,6	0,55	0,422

Найдём среднее значение каждого i -го частичного интервала (T_i) и, воспользовавшись формулой экспоненциального закона распределения $N_i = n\lambda\Delta T e^{-\lambda T_i}$, моделируем теоретические частоты.

4. Сравнение фактической и теоретической частоты распределения

Теперь нужно сравнить фактические частоты распределения с теоретическими. Для этого воспользуемся критерием Пирсона (χ^2 Пирсона). Его можно найти по формуле:

$$\chi^2 = \sum \frac{(N_{\text{факт}} - N_{\text{теор}})^2}{N_{\text{теор}}}; \quad (5.16)$$

В результате вычислений получим: $\chi^2 \approx 1$. Расчётный χ^2 Пирсона должен быть меньше табличного. Если таблицы с критическими значениями χ^2 Пирсона нет под рукой, можно проверить выполнение условия Романовского. Условие Романовского заключается в следующем:

$$\frac{|\chi^2 - (k - 2)|}{\sqrt{2(k - 2)}} < 3, \quad \text{где } k \text{ — количество частичных}$$

интервалов.

В данном случае значение левой части неравенства примерно равно 1,06.

Вывод: Так как условие Романовского выполняется, то отклонения от экспоненциального закона в распределении временных интервалов фактической совокупности носят случайный характер. Следовательно совокупность фактических временных интервалов можно считать экспоненциальной.

Методические указания по работе в Excel

1. Параметры совокупности наблюдений

1. Используя функцию СРЗНАЧ из категории статистических вычислите Δt_{cp} .

2. Найдите плотность потока $\lambda = \frac{l}{\Delta t_{CP}}$.

3. Используя функции МАКС и МИН из категории статистических, найдите максимальный и минимальный временной интервал.

4. На основании максимального и минимального значений временных интервалов выберите необходимое количество и ширину частичных интервалов. Удобно, если ширина частичного интервала будет выбрана равной 0,1 (0,05, 0,2) часа. Оформите выбранные значения частичных интервалов в виде столбца.

5. Группировку исходных данных по выбранным частичным интервалам (в Microsoft Excel принят термин «Карманы») удобнее всего сделать, воспользовавшись алгоритмом «Гистограмма». Для этого во всплывающем меню «Сервис» выберите пункт «Анализ данных...» и из списка алгоритмов выберите «Гистограмма». Появится окно, примерный вид которого изображён на рисунке.

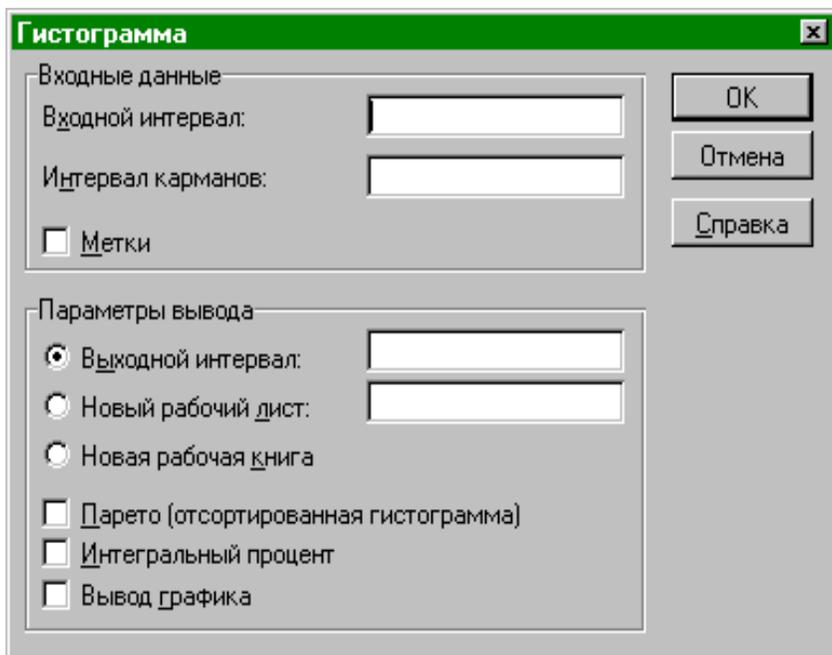


Рисунок 5.7 – Окно «Гистограмма»

В рамке «*Входные данные*» в окно ввода «*Входной интервал*» внесите ссылку на столбец исходных данных, а в окно «*Интервал карманов*» — на столбец выбранных частичных интервалов.

В рамке «*Параметры вывода*» установите точечный переключатель в положение «*Выходной интервал*», а в соответствующем окне установите ссылку на ячейку, в которой будет расположен левый верхний угол будущего отчёта алгоритма «*Гистограмма*». Больше никаких установок делать не нужно (см. рисунок 5.7).

После нажатия на текстовую кнопку «*Ок*» будет выведен отчёт в виде таблицы из двух столбцов: «*Карман*» и «*Частота*». В строке «*Ещё*» указано количество наблюдений, не попавших в последний частичный интервал. Если число и ширина частичных интервалов вами было выбрано верно, то в строке «*Ещё*» должен быть ноль.

2. Сравнение фактической и теоретической частоты распределения

1. Для наглядности и удобства дальнейших расчётов нужно создать таблицу. Её можно создать на основе таблицы отчёта алгоритма «Гистограмма». В добавленный столбец «Середина» внесите средние значения соответствующих карманов. Столбцы «Частота фактическая» и «Частота теоретическая» лучше расположить рядом.

Таблица 5.16 – Результаты вычислений

Карман	Середина	Частота фактическая	Частота теоретическая	Карман	Середина
0,1	0,05	14		0,1	0,05
0,2	0,15	8		0,2	0,15
0,3	0,25	4		0,3	0,25
0,4	0,35	2		0,4	0,35
0,5	0,45	1		0,5	0,45
0,6	0,55	1		0,6	0,55

Воспользовавшись формулой $N_i = n\lambda\Delta T e^{-\lambda T_i}$, заполните столбец «Частота теоретическая». Это удобно сделать, посредством создания формулы массива. Для возведения числа e в степень используйте функцию EXP из категории математических.

2. Ниже полученной таблицы вычислите значение критерия Пирсона и условия Романовского.

Критерий Пирсона можно легко найти, воспользовавшись функцией ПИРСОН из категории статистических. В окне вызванной функции ПИРСОН нужно указать ссылки на массивы фактической и теоретической частоты распределения.

Условие Романовского вычисляется по формуле:

$$\frac{|\chi^2 - (k - 2)|}{\sqrt{2(k - 2)}}, \text{ где } \chi^2 \text{ — полученный критерий Пирсона. Для}$$

составления этой формулы потребуются функция ABS (модуль) и КОРЕНЬ из категории математических.

3. После того, как будет проверено условие Романовского, следует построить диаграммы фактической и теоретической частот распределения. Это позволит наглядно оценить отклонения фактической совокупности временных интервалов от экспоненциального закона распределения.

Нажмите на кнопку «Мастер диаграмм» стандартной панели инструментов. В качестве диапазонов исходных данных, удерживая клавишу CTRL, укажите один за другим столбцы «Частота фактическая» и «Частота теоретическая» вместе с заголовками. Когда диаграмма будет готова, то заголовки столбцов отобразятся в легенде диаграммы. Следующим шагом укажите тип диаграммы — гистограмму. Озаглавьте будущую диаграмму «Частоты распределения», а в качестве названия оси X наберите: «Частичные интервалы». На рисунке 5.8 вы можете видеть примерный результат ваших действий.

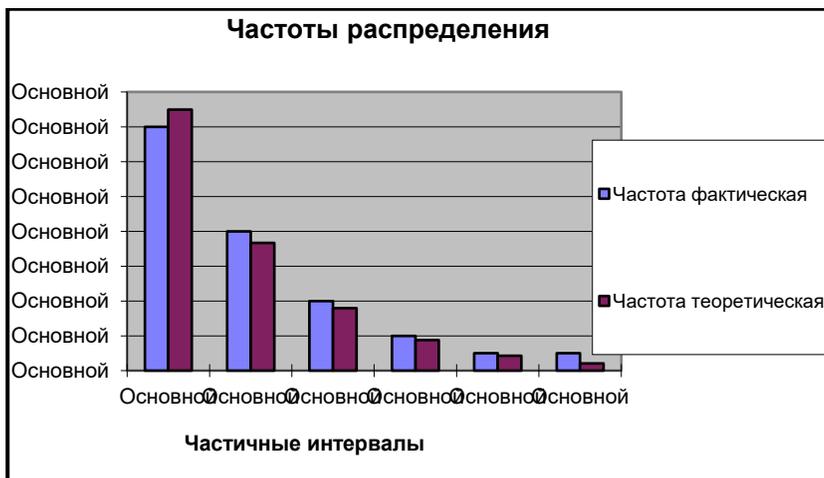


Рисунок 5.8 - Частоты распределения

5.12 Экспериментальная проверка эффективности разработанного программного обеспечения

5.12.1 Оценка эффективности автоматизации (по времени)

Пример №5.7

После разработки автоматизированной системы можно провести эксперимент, суть которого заключается в том, что контрольную группу из N человек разбивают на 2 подгруппы поровну. В течение 7 дней каждому участнику первой подгруппе необходимо обработать документы ручным способом, на бумажных носителях по каждому показателю. Время необходимо зафиксировать по каждому испытуемому по каждой операции. Для второй подгруппы – замерить время на те операции с использованием разработанной автоматизированной программы (системы) и также зафиксировать время по каждой операции. Усредненные значения результатов эксперимента представлены в Таблице 5.17.

Таблица 5.17 - Результат применения программы

Показатели эксперимента	T_1 – суммарное значение среднего времени до использования ПО, мин	T_2 - суммарное значение среднего времени с использованием ПО, мин	Отклонение e +, - мин.	Временная эффективность, N
Ввод данных в программу (справочники)	0	20	+20 мин.	0
Составление тестов	60	60	0 мин.	0
Ввод тестов в программу	0	10	+10 мин	10 раз
Проверка решений	200	15	- 185 мин.	13 раза
Составление отчета	30	1	-29 мин.	30 раз
Ввод в базу данных	20	1	-19 мин.	20 раз
Итого	310 мин.	107 мин.	-203 мин.	2,9 раз

Вывод: Разработанная автоматизированная система позволяет в 2,9 раза сократить время на обработку данных и заполнение необходимых ведомостей.

Для вычисления во сколько раз разработанная программа позволяет сократить время необходимо пользоваться следующей формулой:

$$N = \frac{T_1}{T_2}, \quad (5.1)$$

где T_1 – суммарное значение среднего времени до использования ПО;

T_2 – суммарное значение среднего времени с использованием ПО.

5.12.2 Оценка экономической эффективности использования программного обеспечения

Пример №5.8

В эксперименте участвовала группа индивидуальных предпринимателей, состоящая из 10 человек. Эти предприниматели анализировали свою экономическую деятельность по некоторым показателям. Было установлено, что анализом и прогнозированием основных показателей деятельности предприниматели сами не занимаются. Эти вопросы ведут наемные сотрудники или привлеченные специалисты. Целью эксперимента – рассчитать возможность экономии финансов для ИП при использовании разработанного программного обеспечения.

Результаты эксперимента сведены в Таблицу 5.18.

Таблица 5.18 - Результаты исследования

ИП участники эксперимента	Кто ведет анализ и прогноз	Сумма затрат в месяц без применения ПО (тенге)	Сумма затрат в месяц с использованием ПО (тенге)	Результат: – экономия + перерасход (тенге)		
				Месяц	Квартал	Год
ИП «Ахмедова Л.А.»	Привлеч. спец.	34 000	1 000	-33 000	-99 000	-396 000

ИП «Бондаренко Т.А.»	Привлеч. спец	17 000	500	-16 500	-49 500	-198 000
ИП «Добровольская Т.»	Привлеч. спец	25 000	2 000	-23 000	-69 000	-276 000
ИП «Жукова Е.М.»	Привлеч. спец	32 500	0	-32 500	-97 500	-390 000
ИП «Коваленко С.Д.»	Наемн. сотруд.	35 000	1 000	-34 000	-102 000	-408 000
ИП «Ким Г.»	Привлеч. спец	25 000	2 000	-23 000	-69 000	-276 000
ИП «Маукебаева А.»	Привлеч. спец	20 000	5 00	-19 500	-58 500	-234 000
ИП «Осиева О.А.»	Привлеч. спец	20 000	0	-20 000	-60 000	-240 000
ИП «Райман Л.Н.»	Привлеч. спец	40 000	2 000	-38 000	-114 000	-456 000
ИП «Чанчаров К.М.»	Наем. сотруд.	50 000	5 000	-45 000	-135 000	-540 000

Результаты первого этапа эксперимента наглядно показывают, что все участники, применяя разработанную программу, экономят на расходах, связанных с оплатой труда. Экономия ежемесячного, квартального и годового фонда оплаты труда приносят в доход ИП дополнительные значительные суммы.

Таблица 5.19 - Результаты исследования

ИП	Годовые затраты без использования программного продукта (тенге)	Годовые затраты с использованием ПО (тенге)	Эффективность (раз)
ИП «Ахмедова Л.А.»	408 000	52 000	7,8
ИП «Бондаренко Т.А.»	204 000	46 000	4,4
ИП «Добровольская Т.»	300 000	64 000	4,7
ИП «Жукова Е.М.»	390 000	40 000	9,7
ИП «Коваленко С.Д.»	420 000	52 000	8,1
ИП «Ким Г.»	300 000	64 000	4,7
ИП «Маукебаева А.»	240 000	46 000	5,2
ИП «Осиева О.А.»	240 000	40 000	6,0
ИП «Райман Л.Н.»	480 000	64 000	7,5
ИП «Чанчаров К.М.»	600 000	100 000	6,0
Среднее значение	339 000	56 800	6,0

В Таблице 5.19 приведены данные определяющие эффективность использования разработанного программного продукта. Были произведены расчеты годовых затрат по оплате труда с применением программного продукта, так и без него. Затем произведен расчет эффективности по каждому индивидуальному предпринимателю, а также определена эффективность в целом по всей группе участников эксперимента

Эксперимент доказывает, что работа с данным программным продуктом позволяет индивидуальным предпринимателям в среднем в 6 раз экономить денежные средства, т.е. сокращать расходы и повышать доход. ИП могут приобрести данное программное обеспечение т.к. явно прослеживается экономическая выгода.

5.12.3 Анализ разработанного браузера

Пример №5.9

Easy – разработанный браузер, который будет подвергаться экспериментам.

Для получения объективного анализа безопасности разработанного браузера в примере используется такой же метод исследования лаборатории AV – **Comparatives**, так и в исследовании других браузерах.

Суть эксперимента заключался в открытии инфицированных интернет страниц в испытуемых браузерах одновременно, с последующей регистрацией поведения программ. В таблице 5.20 и рисунке 5.9 первая четверка лидеров.

Таблица 5.20 – Сравнительная таблица показателей Easy с другими браузерами (по безопасности)

Наименование	IE	Chrome	Safari	FireFox	Easy
Заблокировано фишинговых сайтов	66	28	16	14	20
Заблокировано зараженных страниц	100	100	100	100	100
Остановлено загрузок зараженных файлов	56	42	13	13	13

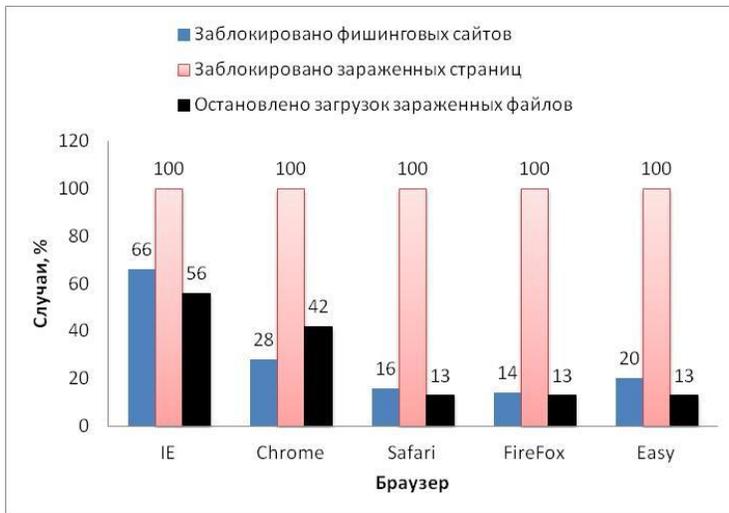


Рисунок 5.9 – Сравнительный анализ безопасности разработанного браузера по отношению к существующим браузерам

Таблица 5.21 - Сравнительная таблица показателей Easy с другими браузерами (по скорости)

Наименование	IE	Chrome	Safari	FireFox	Easy
Запуск программы	0,25	0,29	0,74	0,5	0,35
Обработка JavaScript (тест Kraken)	12,8	4,4	25	4,7	8,5
Обработка JavaScript (тест SunSpider)	0,28	0,37	0,46	0,41	0,28

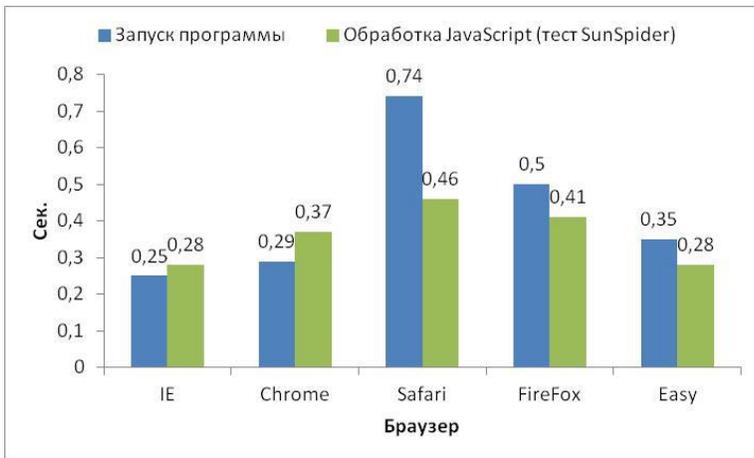


Рисунок 5.10 - Сравнительный анализ скорости разработанного браузера по отношению к существующим браузерам (тест SunSpider)

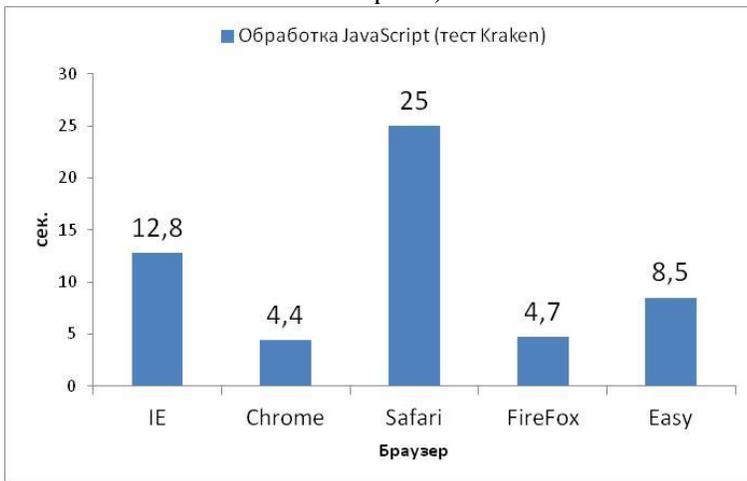


Рисунок 5.11 - Сравнительный анализ скорости разработанного браузера по отношению к существующим браузерам (тест Kraken)

Вывод: Разработанный браузер Easy не достаточно безопасный. Однако, проблему безопасности открытия страниц можно решить антивирусом типа Касперского. Скорость отображения страниц разработанного браузера Easy достаточная по отношению к другим популярным браузерам. Скорость запуска программы на 53% больше, чем у Safari и на 30% - чем у FireFox. Это объясняется простотой программы и меньшим требованием к загрузке оперативной памяти компьютера. По тесту Kraken на 33% скорость обработки JavaScript быстрее, чем у популярного браузера Internet Explorer.

5.13 Экспериментальная проверка эффективности обработки информации в разработанных системах

Пример №5.10

Для предлагаемой модели обработки заявок экспериментальным путем для СУБД MS SQL Server на компьютере Pentium 4-2,40 ГГц/512MB с операционной системой Windows-2003 Server было определено среднее время обслуживания различных заявок при количестве итераций равном 1000.

Суммарная загрузка процессора с учетом всех типов заявок составила $R=0,649\lambda$. Из условия существования стационарного режима $R<1$ ограничение на интенсивность сеансов обучения при обработке результатов в режиме реального времени составляет $\lambda \leq 1/0,649 \approx 1,54 \approx 1$ сеанс в секунду.

Среднее время обслуживания сложных заявок типа “Тестовое задание” и “Пакеты с материалом учебного курса” значительно больше, чем среднее время обслуживания простых заявок, т.к. их размер больше. Очевидно, что при изменении среднего числа заявок определенного типа, поступающего в ходе сеанса и усложнении их структуры будет изменяться среднее время обслуживания, и как следствие будет уменьшаться интенсивность сеансов. Производительность компьютера, выделенного под сервер, прямо пропорционально связана с критическим значением λ , при приближении к которому среднее время пребывания заявки в блоке обработки резко возрастает. Однако даже при $\lambda=0,5$ сеанса в секунду производительность системы обучения составит 1800 заявок в час, что является очень большим не только в случае

установки системы в локальной сети, но и при использовании сети Internet в режиме on-line. Одним из путей увеличения производительности является использование под сервер более мощных, чем Pentium 4-2,40 GHz/512MB компьютеров.

5.14 Влияние психологических факторов на ход и качество эксперимента

В процессе проведения опытов измерения различных показателей не могут быть выполнены абсолютно точно. Погрешности возникают вследствие неточностей приборов, несовершенства методик, влияния ряда неучтенных факторов, субъективных особенностей экспериментатора. Если случайные ошибки могут как-то быть оценены методами математической статистики, то исправить субъективные бывает очень трудно.

Источниками субъективных оценок часто являются психологические или психофизиологические причины – плохое зрение, нечеткое изображение и освещение шкал приборов, вызывающие утомляемость экспериментатора.

Психологическими причинами являются различные психологические барьеры и инерционность мышления.

Часто новые неожиданные результаты эксперимента исследователь стремится понять в рамках старых, привычных представлений, и если они не укладываются в прежние понятия, то рассматриваются как промахи и отбрасываются. Иногда исследователь в процессе анализа результатов эксперимента бессознательно подгоняет экспериментальные данные в рамки выдвинутой гипотезы. Если обнаруживаются факты, противоречащие гипотезе, то при большом желании всегда можно объяснить их появление какими-то случайными воздействиями.

Делать это нельзя помимо нравственного, но еще, по меньшей мере, двум прагматическим соображениям.

Следует иметь ввиду, что аналогичные исследования где-то уже могли быть, или ведутся одновременно с вами, а может быть, будут повторены будущем. Так или иначе, ошибка обязательно будет вскрыта (наука на то и наука).

Очень уж показателен в этом смысле случай, с которым столкнулись физики-атомщики в 30-е годы прошлого столетия, когда с помощью нейтронов начали расщеплять атомное ядро. В опытах оказывалось, что масса осколков ядра меньше исходного.

Разумеется, прежде всего, списали этот факт на ошибку опыта. Австрийский физик Лиза Мейтнер первой усомнилась в возможности ошибки (терялась 1/5 часть протона, а опыты проводились с особой тщательностью) и предположила возможность превращения потерянной массы в энергию (следуя формуле А.Эйнштейна $E = mc^2$). Подсчеты показали, что потерянная часть массы протона соответствует 200 миллионам электронвольт энергии.

Таким образом, объяснение «неудачных» опытов привело к открытию мощного источника энергии.

Контрольные вопросы

1. Зачем проводить эксперименты?
2. Какие бывают виды экспериментов?
3. Какие основные этапы включает в себя методология эксперимента?
4. Что такое многофакторный эксперимент?
5. В чём суть регрессионного метода моделирования?
6. Как определить качество модели на основании индекса корреляции, критерия Фишера?
7. Чем отличается активный эксперимент от наблюдения за изучаемым процессом?
8. В чём заключается планирование эксперимента и какую цель оно преследует?
9. Что такое расширенная таблица исходных данных в безразмерном масштабе?
10. Для чего используется линейная аппроксимация статистических данных?
11. Для чего определяются парные коэффициенты корреляции?
12. Как осуществляется прогнозирование? Почему нельзя абсолютно точно предсказать состояние исследуемого параметра?
13. Почему точность прогнозирования тем хуже, чем долгосрочнее прогноз?

6

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

6.1 Ошибки измерений и их классификация

Все экспериментальные данные получены путем измерения некоторых (как правило, в сфере механики) физических величин.

Под измерением обычно понимают сравнение измеряемой величины с ее эталоном. Поскольку при обычных технических измерениях использование истинных эталонов недоступно, то такое определение требует уточнения. В настоящее время считают, что *измерение* – это совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

В этом определении учтена техническая сторона (совокупность операций), раскрыта метрологическая суть (сравнение с единицей, зафиксированной на том или ином носителе) и показан гносеологический аспект (получение значения величины).

Кроме всего прочего, данное определение позволяет предвидеть и возможность появления *ошибок измерений*, которые могут возникнуть в результате несовершенства методики (например, свойства материала, допустим, почвы, могут измениться во время опытов; свойств и точности технического средства, хранящего единицу измерения (класс точности прибора или другого измерительного средства)).

Поспорить с определением можно в его заключительной части «...получить значение этой (изменяемой) величины». Из-за неизбежности ошибок и ограничения количества измерений «получить значения», видимо, невозможно. Речь должна, по-видимому, идти только об оценке измеряемой величины и ее интерпретации.

Таким образом, в задачу измерений и обработки их результатов должны войти оценки ошибок, связанных как непосредственно с процедурой сравнения с эталоном, так и

обобщениями результатов, полученных на ограниченном количестве объектов (выборке) на всю генеральную совокупность. Иными словами, при измерении необходимо произвести оценку измеряемой величины и указать на возможную степень отклонения от истинного значения.

Поскольку причин возникновения ошибок измерений много, то это не может не отразиться на их классификации. Существует несколько признаков, по которым классифицируются ошибки измерений, например, по *происхождению* (личные, внешние, методические); по *форме числового выражения* (абсолютные, относительные, приведенные) и т.д. Но наиболее распространенным основанием классификации является *закономерность* их появления: *систематические, случайные и промахи* (грубые ошибки).

Одной из основных забот при измерениях должно быть исключение или, во всяком случае, учет систематических ошибок. Систематические ошибки могут существенно исказить результаты измерений (допустим, измеряют урожайность зерновых культур без учета влажности). Среди систематических ошибок выделяют:

- ошибки, природа которых известна, их величина может быть достаточно точно определена (например, температурное удлинение деталей, влияние влажности на физико-механические свойства и т.д.), так что их можно при обработке результатов исключить *поправками*;
- ошибки известного происхождения, но неизвестной величины (погрешности измерительных приборов могут быть оценены по метрологическим характеристикам);
- ошибки, о существовании которых исследователь не знает, хотя величина их может быть значительной (допустим, измеряется плотность некоторого образца, а внутри его оказалась раковина или какое-либо включение).

В сомнительных и неожиданных случаях желательно провести контрольное измерение на другом образце и иными средствами.

Случайные ошибки – это такие погрешности, причины которых неизвестны, предсказать и учесть их нельзя. Обнаруживаются ошибки тем, что при повторных измерениях результаты оказываются различными.

Случайные ошибки образуются в результате действия мелких не учитываемых причин, каждая из которых вносит небольшой вклад в общую ошибку.

Проведение некоторого числа повторных опытов и использование методов теории вероятностей и математической статистики позволяют уточнить результат измерения, т.е. найти оценку измеряемой величины, более близкую к действительному значению, чем результат одного измерения.

Погрешности отдельных измерений, вызванные случайными причинами, не следует смешивать с тем, что разница в показаниях приборов часто связана с тем, что измерению подлежат некоторые случайные величины или случайные процессы, имеющие несравнимо большую изменчивость по сравнению с приборными помехами.

В то же время методика оценок случайных ошибок является общей – математическая статистика.

Промахи – грубые погрешности, связанные с ошибками оператора, сбоями в измерительных цепях или неучтенными внешними воздействиями (например, наезды почвообрабатывающих машин на камень, корень и т.п.).

Достаточно часто бывает трудно отделить грубые погрешности от экстремальных значений измеряемой величины.

В сомнительных случаях исключать подозреваемые на промах показания можно только после анализа с использованием современных методов математической статистики.

Обработка опытов, как правило, проводится в несколько этапов:

- *предварительный*, заключающийся в просмотре всех экспериментальных данных, при котором отмечают все резко отличающиеся величины, и убеждаются в том, что процесс не выходит за рамки регистрирующих устройств;

- *основной*, во время которого определяются точечные и интервальные оценки исследуемых величин и точность измерений, возможные взаимодействия факторов, коэффициенты уравнения;

- *заключительный*, позволяющий сформулировать статистические выводы о существенности отличий оценок измерений, проверке нулевых гипотез, адекватности исследуемых моделей.

Еще при постановке экспериментов необходимо учитывать, что обработка результатов в настоящее время производится с помощью компьютеров и, следовательно, объем обрабатываемой информации может быть большим, что позволяет снизить уровень возможной погрешности в оценке опытов.

6.2 Точечные оценки измеряемых параметров

Под оценкой некоторого генерального параметра понимают функцию выборочных значений, приближенно заменяющую неизвестное истинное значение оцениваемого генерального параметра.

Оценку параметра a обычно обозначают как \tilde{a} .

Оценки такого рода называют *точечными*.

Поскольку оценка зависит от случайных значений x_i

$$\tilde{a} = f(x_1, x_2 \dots x_n), \quad (6.1)$$

она сама представляет собой случайную величину.

Закон распределения \tilde{a} должен зависеть от закона распределения величины x и числа опытов n . В принципе этот закон может быть определен методами теории вероятностей. От оценки \tilde{a} естественно потребовать, чтобы с увеличением числа опытов n она приближалась к a .

Оценки, обладающие таким свойством, называются *состоятельными*.

Кроме этого желательно, чтобы использование оценки \tilde{a} вместо истинного параметра a не приводило к завышению или занижению, т.е. чтобы математическое ожидание равнялось a :

$$M[\tilde{a}] = a. \quad (6.2)$$

Оценка, удовлетворяющая этому условию, называется *несмещенной*. Наконец желательно, чтобы выбранная оценка была *эффективной*, т.е. обладала бы наименьшей дисперсией среди возможных вариантов. Разумеется, что на практике не всегда удается использовать оценки, удовлетворяющие всем этим

требованиям. Иногда для простоты расчетов используют, например, слегка смещенные оценки. Однако выбору оценки всегда должен предшествовать анализ, т.е. критическое рассмотрение со стороны всех перечисленных требований.

В теории вероятностей и математической статистике разработано большое число методов точечного оценивания параметров по выборочным данным. Из них на практике наибольшее распространение получили следующие:

- закон больших чисел;
- метод моментов;
- метод максимального правдоподобия;
- метод наименьших квадратов.

Когда число результатов достаточно велико (например, более 50), может быть выгодно сгруппировать их в классы одинаковой ширины. Частоты в каждом классе обозначают n_i . Среднюю точку класса обозначают y_i , тогда математическое ожидание m оценивают как взвешенное среднее всех средних точек классов:

$$\tilde{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i y_i \quad (6.3)$$

где k – число классов.

Оценки для дисперсии

На первый взгляд, наиболее естественной оценкой представляется статистическая дисперсия:

$$D^* = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{m})^2}{n} \quad (6.4)$$

где \tilde{m} - оценка математического ожидания.

Но такая оценка оказалась смещенной, и результат вычисления получается заниженным по сравнению с истинным значением.

Такой оценкой стандарты на измерения позволяют пользоваться лишь в том случае, если известно точное значение математического ожидания генеральной совокупности a , т.е.

$$\tilde{D}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 \quad (6.5)$$

Если же вместо a используется ее оценка, вычисленная под тем же значением x_i , то несмещенной, откорректированной (или часто говорят исправленной) оценкой будет величина:

$$\tilde{D}(x) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2 \quad (6.5)$$

Аналогично определяется и среднеквадратическое отклонение:

$$\tilde{\sigma}(x) = \sqrt{D(x)} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \tilde{x})^2}{n-1}} \quad (6.6)$$

При многочисленных измерениях

$$\frac{1}{n-1} \approx \frac{1}{n} \quad (6.7)$$

поэтому в целях упрощения расчетов в этих случаях

$$\tilde{D}(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2 \quad (6.8)$$

т.е. используют слегка смещенную оценку.

Величины точечных оценок могут зависеть еще от способа измерений (прямые, однократные, равноточные и неравноточные, косвенные и т.д.).

Прямые однократные измерения. Погрешность результата прямого однократного измерения зависит от ряда причин, но, прежде всего, от точности используемых средств измерений. Поэтому в первом приближении погрешность результата измерений можно принять равной погрешности, которой в данной точке диапазона измерений характеризуется используемая СИ.

В общем случае дополнительно к этому добавляются дополнительные погрешности от влияния внешних причин (температура, влажность и т.д.):

$$\Delta_e = \left| \Delta_{СИ} + \sum_{i=1}^m \Delta_{доп} \right| \quad (6.9)$$

Более реальную оценку погрешности можно получить статистическим сложением составляющих погрешности:

$$\Delta_{\varepsilon} = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \Delta_i^2} \quad (6.10)$$

где Δ_i – граница i -той, не исключенной составляющей систематической погрешности, включающей в себя погрешности средства, метода, дополнительные погрешности и др.;

k – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью (при $P = 0,95$, коэффициент $k = 1,11$);

m – число не исключенных составляющих.

Результат измерений записывается по первой форме записи результатов согласно ГОСТ 8.011-72 «Показатели точности измерений и формы представления результатов измерений»:

$$x_n; \Delta = \pm \Delta_{\Sigma} \quad ; \quad p = 0,95, \quad (6.11)$$

где x_n – результат однократного измерения; Δ_{Σ} – суммарная погрешность результата измерений; p – доверительная вероятность (при $p = 0,95$ может не указываться).

При проведении измерений в нормальных условиях можно считать:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{СИ}} \quad (6.12)$$

Более подробно методика обработки прямых однократных измерений приведена в рекомендациях МИ 1552-86 ГСИ «Измерения прямые однократные».

6.3 Оценивание погрешностей результатов измерений

Неравноточные измерения

В практике измерений могут встречаться так называемые *неравноточные измерения*.

Это могут быть измерения, проведенные с помощью приборов различного класса в течение нескольких дней или наблюдателями различной квалификации и опыта.

В опытах получены различные оценки математического ожидания и дисперсии.

При оценке общего результата и его погрешности в этом случае учитывают степень доверия к полученным результатам в виде «веса», который устанавливают для каждой серии измерений. Способ установления «веса» может быть принят на основе экспертных оценок, либо пропорционально числу измерений или величина дисперсии в каждой из серий опытов.

Чем больше степень доверия к результатам измерений, тем больше «вес» серии.

Среднее взвешенное значение измеряемой величины в этом случае находят как

$$\tilde{x}_0 = \frac{x_1 P_1 + x_2 P_2 + \dots + x_m P_m}{P_1 + P_2 + \dots + P_m} \quad (6.13)$$

где $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ – средние значения, полученные в разных сериях опытов;

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$ – вес отдельных серий.

Очень часто веса соответствующих групп берут пропорциональными их дисперсиям, т.е. используют зависимость

$$P_1 : P_2 : P_3 : P_m = \frac{1}{\sigma_1^2} : \frac{1}{\sigma_2^2} : \frac{1}{\sigma_3^2} : \frac{1}{\sigma_m^2} \quad (6.14)$$

Среднеквадратическая погрешность средневзвешенного значения S_0 определится по формуле:

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^m P_i}} \quad (6.15)$$

где P_i – вес группы измерений; m – число групп.

Косвенные измерения. При косвенных измерениях значение физической величины y определяется по функциональной зависимости:

$$y = f(a_1, a_2, \dots, a_m). \quad (6.16)$$

Естественно, что при этой же закономерности определяют оценку y , т.е.

$$\tilde{y} = f(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_m). \quad (6.17)$$

Для определения общей суммарности погрешности измерений необходимо определить погрешности, вызванные каждым фактором Δa_j , а затем сложить их пропорционально коэффициентам влияния соответствующих факторов, которые находят как частные производные df/da_j .

$$\Delta_{cy} = \sum_{j=1}^m \left(\frac{df}{da_j} \right)^2 \sigma_j^2 \quad (6.18)$$

Определение суммарной составляющей погрешности можно упростить с использованием критерия «ничтожной погрешности».

Считают, что если меньшая по значению случайная погрешность σ_2 вдвое меньше σ_1 (большая из всех), т.е. $\sigma_2 < 0.3\sigma_1$, то ею можно пренебречь.

6.4 Интервальные оценки измеряемых параметров

При малом числе наблюдений замена параметров « \tilde{a} » их точечными оценками a может привести к серьезным ошибкам. В этом случае актуальной становится задача определения точности и надежности полученных оценок. Такая задача в математической статистике решается с помощью построения доверительных интервалов при заданных уровнях доверительной вероятности.

Допустим, что для параметра « a » получена из опыта оценка \tilde{a} , значение которой может быть отложено на числовой оси (рис.6.5).

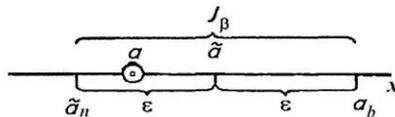


Рисунок 6.5 - Схема образования доверительного интервала

С полной вероятностью о положении истинного значения параметра « a » можно сказать, что оно окажется в интервале от $-\infty$

до $+\infty$.

Такая информация является тривиальной, бесполезной. Но если назначить некоторый меньший уровень доверительной вероятности β (например, $\beta = 0,9; 0,95; 0,99$), но все-таки такой, чтобы событие можно было бы считать практически достоверным, то интервал возможного отклонения ε окажется меньше, и по его значению судят о точности оценки.

Иными словами, вероятность того, что истинное значение окажется внутри интервала $(a - \varepsilon)$ и $(a + \varepsilon)$, будет равна β , т.е.

$$P[(\tilde{a})]. \quad (6.19)$$

Границами интервала будут точки a_n (нижняя), a_v (верхняя). Величина всего интервала называется доверительным интервалом.

Ранее уже отмечалось, что для определения вероятности попадания случайной величины в определенный интервал необходимо знать закон ее распределения $F(x)$.

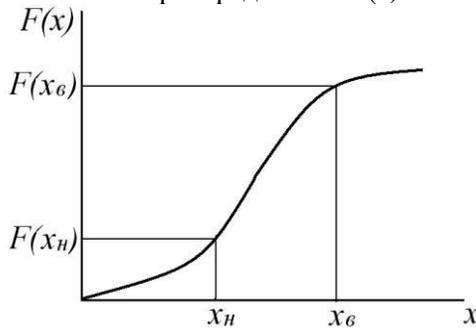


Рисунок 6.6 - Закон распределения случайной величины

Вероятность того, что случайная величина x окажется в интервале

$x_n \dots x_v$, равна:

$$P(x_n < x < x_v) = F(x_v) - F(x_n). \quad (6.20)$$

Таким образом, наибольшая сложность в построении доверительных интервалов состоит в определении законов распределения выборочных значений оценок \tilde{x} и $\tilde{\sigma}^2$.

Еще в 1908 г. английский математик У.Госсет, печатавшийся под псевдонимом «Стьюдент» вывел закон распределения величины:

$$t = \frac{\bar{x} - m}{\bar{\sigma}} \sqrt{n}. \quad (6.21)$$

С тех пор этот закон носит название распределение Стьюдента или t-распределение с параметрами $k = n - 1$ (число степеней свободы).

Плотность распределения Стьюдента равна:

$$f_k(t) = \frac{\Gamma\left(\frac{k+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)\sqrt{k\pi}} \left(1 + \frac{t^2}{k}\right)^{-\frac{k+1}{2}}, \quad (6.22)$$

где $\Gamma_{(k)} = (k-1)!$ – гамма-функция.

Кривая распределения Стьюдента симметрична относительно начала координат, но медленнее приближается к 0 при $t \rightarrow \infty$, чем дифференциальная функция нормального распределения (рис. 6.7).

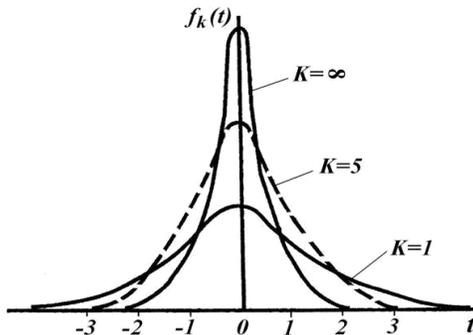


Рисунок 6.7 - Дифференциальная функция распределения Стьюдента

Считается, что при $k = 30$ и более распределение Стьюдента становится очень близким к нормальному распределению.

Разность $|(x - m)|$ и представляет возможное отклонение математического ожидания от его оценки x , т.е.

$$|(\tilde{x} - m)| \leq \varepsilon. \quad (6.23)$$

Поскольку из уравнения 6.23 следует, что

$$(\tilde{x} - m) = \frac{t\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}, \text{ то } \frac{t\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}} \leq \varepsilon. \quad (6.24)$$

Величина t зависит от числа степеней свободы $k = n - 1$, и доверительной вероятности β , поэтому ее чаще обозначают t_β , и находят по таблицам t -распределения Стьюдента или вычисляют на ЭВМ.

Доверительный интервал для математического ожидания определится пределами:

$$J_\beta = \left(\tilde{x} - t_\beta \sqrt{\frac{\tilde{D}}{n}}; \tilde{x} + t_\beta \sqrt{\frac{\tilde{D}}{n}} \right) \quad (6.25)$$

где \tilde{D} – выборочное значение дисперсии, $\tilde{D} = \tilde{\sigma}^2$.

Помимо этого общепринятого в математической статистике метода построения доверительного интервала для математического ожидания ГОСТ Р-50779.22-2005 «Точечная оценка и доверительный интервал для среднего» предусматривает альтернативные методы его вычисления, позволяющие упростить работу и выполнить ее быстрее.

Прежде всего, это способ, основанный на учете «размаха» выборки. Этот метод рекомендуется применять в случаях, когда количество измерений мало, например 12 или менее.

Если результаты измерений ранжированы так, что

$x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_n$, то $W = x_n - x_1$ является размахом выборки.

Двусторонний доверительный интервал для среднего m совокупности определяют по следующим формулам:

а) при доверительной вероятности $\beta=1-\alpha=0,95$, где α -

уровень значимости (или уровень риска):

$$(\tilde{x} - q_{0,975}W) < m < (\tilde{x} + q_{0,975}W);$$

б) при доверительной вероятности $\beta=1-\alpha=0,99$

$$(\tilde{x} - q_{0,995}W) < m < (\tilde{x} + q_{0,995}W);$$

Значения коэффициентов $q_{1-\alpha/2}(q_{0,075}; q_{0,995})$ находят с помощью таблицы 6.1.

Таблица 6.1 - Значение $q_{1-\alpha}$ для одностороннего доверительного интервала и значения $q_{1-\alpha/2}$ для двустороннего доверительного интервала

N	$q_{1-\alpha/2}$ – для двустороннего доверительного интервала, доверит. вероятности		$q_{1-\alpha}$ – для одностороннего доверительного интервала	
	0,95	0,99	0,95	0,99
	$q_{0,975}$	$q_{0,995}$	$q_{0,95}$	$q_{0,99}$
2	6,353	31,828	3,157	15,910
3	1,304	3,008	0,885	2,111
4	0,717	1,316	0,529	1,023
5	0,507	0,843	0,388	0,685
6	0,399	0,628	0,312	0,523
7	0,333	0,507	0,263	0,429
8	0,288	0,429	0,230	0,366
9	0,255	0,374	0,205	0,322
10	0,230	0,333	0,186	0,288
11	0,210	0,302	0,170	0,262
12	0,194	0,277	0,158	0,241

Помимо двусторонних доверительных интервалов могут быть односторонние.

Односторонний доверительный интервал представляет собой оценку в виде:

$$m < (\tilde{x} + q_{0,95}W) \text{ или } m > (\tilde{x} - q_{0,95}W);$$

б) при доверительной вероятности $\beta=0,95$ и

$$m < (\tilde{x} - q_{0,99}W) \text{ или } m > (\tilde{x} + q_{0,99}W).$$

при доверительной вероятности $\beta = 0,99$.

Построение доверительных интервалов для среднего m совокупности с использованием распределения Стьюдента ГОСТом также усовершенствовано.

Двусторонний доверительный интервал определяют по следующим формулам:

а) для доверительной вероятности 0,95:

$$\left(\tilde{x} - \frac{t_{0,975}}{\sqrt{n}} S\right) < m < \left(\tilde{x} + \frac{t_{0,975}}{\sqrt{n}} S\right),$$

б) для доверительной вероятности 0,99:

$$\left(\tilde{x} - \frac{t_{0,995}}{\sqrt{n}} S\right) < m < \left(\tilde{x} + \frac{t_{0,995}}{\sqrt{n}} S\right),$$

где S – принятое данным ГОСТом обозначение среднеквадратического отклонения выборки, т.е. $S = \sigma$.

Односторонние доверительные интервалы определяют в этой методике по одной из следующих формул.

а) для доверительной вероятности 0,95:

$$m < \left(\tilde{x} - \frac{t_{0,95}}{\sqrt{n}} S\right) \text{ или } m > \left(\tilde{x} + \frac{t_{0,95}}{\sqrt{n}} S\right),$$

б) для доверительной вероятности 0,99:

$$m < \left(\tilde{x} - \frac{t_{0,99}}{\sqrt{n}} S\right) \text{ или } m > \left(\tilde{x} + \frac{t_{0,99}}{\sqrt{n}} S\right),$$

При этом \tilde{x} , если необходимо, может быть заменено на \tilde{y} в случае группированных в классы результатов наблюдений.

Здесь $t_{0,975}$, $t_{0,995}$, $t_{0,95}$, $t_{0,99}$ – квантили распределения Стьюдента с $\nu=n+1$ степенями свободы.

Их значения даны в таблице 6.2:

В этой же таблице указаны также значения соотношений:

$$\frac{t_{0,975}}{\sqrt{n}}; \frac{t_{0,995}}{\sqrt{n}}; \frac{t_{0,95}}{\sqrt{n}}; \frac{t_{0,99}}{\sqrt{n}}$$

Таблица 6.2 - Значение $t_{1-\alpha}$ и отношения $t_{1-\alpha}/\sqrt{n}$ - для одностороннего интервала, значения $t_{1-\alpha/2}$ и отношения $t_{1-\alpha/2}/\sqrt{n}$ - для двустороннего интервала.

n	Доверительная вероятность для двустороннего доверительного интервала		Доверительная вероятность для одностороннего доверительного интервала		n	Доверительная вероятность для двустороннего доверительного интервала		Доверительная вероятность для одностороннего доверительного интервала	
	0,95	0,99	0,95	0,99		0,95	0,99	0,95	0,99
	$t_{0,975}$	$t_{0,995}$	$t_{0,95}$	$t_{0,99}$		$\frac{t_{0,975}}{\sqrt{n}}$	$\frac{t_{0,995}}{\sqrt{n}}$	$\frac{t_{0,95}}{\sqrt{n}}$	$\frac{t_{0,99}}{\sqrt{n}}$
	2	3	4	5		7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	12,71	63,66	6,314	31,82	2	8,985	45,013	4,465	22,501
3	4,303	9,925	2,920	6,965	3	2,484	5,730	1,686	4,021
4	3,182	5,841	2,353	4,541	4	1,591	2,920	1,177	2,270
5	2,776	4,604	2,132	3,747	5	1,242	2,059	0,953	1,676
6	2,571	4,032	2,015	3,365	6	1,049	1,646	0,823	1,374
7	2,447	3,707	1,943	3,143	7	0,925	1,401	0,734	1,188
8	2,365	3,499	1,895	2,998	8	0,836	1,237	0,670	1,060
9	2,306	3,355	1,860	2,896	9	0,769	1,118	0,620	0,966
10	2,262	3,250	1,833	2,821	10	0,715	1,028	0,580	0,892
11	2,228	3,169	1,812	2,764	11	0,672	0,956	0,546	0,833
12	2,201	3,106	1,796	2,718	12	0,635	0,897	0,518	0,785
13	2,179	3,055	1,782	2,681	13	0,604	0,847	0,494	0,744
14	2,160	3,012	1,771	2,650	14	0,577	0,805	0,473	0,708
15	2,145	2,977	1,761	2,624	15	0,554	0,769	0,455	0,668
16	2,131	2,947	1,753	2,602	16	0,533	0,737	0,438	0,651
17	2,120	2,921	1,746	2,583	17	0,514	0,708	0,423	0,627

18	2,110	2,898	1,740	2,567	18	0,497	0,683	0,410	0,605
19	2,101	2,878	1,734	2,552	19	0,482	0,660	0,398	0,586
20	2,093	2,861	1,729	2,539	20	0,468	0,640	0,387	0,568
21	2,086	2,845	1,725	2,528	21	0,455	0,621	0,376	0,552
22	2,080	2,831	1,721	2,518	22	0,443	0,604	0,367	0,537
23	2,074	2,819	1,717	2,508	23	0,432	0,588	0,358	0,523
24	2,069	2,807	1,714	2,500	24	0,422	0,573	0,350	0,510
25	2,064	2,797	1,711	2,492	25	0,413	0,559	0,342	0,498
26	2,060	2,787	1,708	2,485	26	0,404	0,547	0,335	0,487
27	2,056	2,779	1,706	2,479	27	0,396	0,535	0,328	0,477
28	2,052	2,771	1,703	2,473	28	0,388	0,524	0,322	0,467
29	2,048	2,763	1,701	2,467	29	0,380	0,513	0,316	0,658
30	2,045	2,756	1,699	2,462	30	0,373	0,503	0,310	0,449
40	2,024	2,707	1,682	2,430	40	0,320	0,428	0,266	0,384
50	2,008	2,680	1,676	2,404	50	0,284	0,379	0,237	0,340
60	2,000	2,664	1,673	2,393	60	0,258	0,344	0,216	0,309

Если значения n больше 60, то значения t рекомендуется вычислять методом линейной интерполяции $120/n$, используя таблицу 6.3.

Пример №6.1

$n = 250$; $120/n = 0,48$;

$t_{0,095} = 2,577 + 0,48 (2,617 - 2,576) = 2,596$.

Таблица 6.3 – Значения $t_{0,975}$, $t_{0,995}$, $t_{0,95}$, $t_{0,99}$ при $n \geq 60$

n	$120/n$	$t_{0,975}$	$t_{0,995}$	$t_{0,95}$	$t_{0,99}$
60	2	2,00	2,664	1,673	2,393
120	1	1,980	2,617	1,658	2,358
	0	1,960	2,576	1,645	2,326

Контрольные вопросы

1. Почему возникают ошибки измерений?
2. Как повысить точность измерения?
3. Какие существуют методы точечного оценивания параметров по выборочным данным?
4. Для чего требуется считать погрешность результатов измерений?
5. Что такое доверительный интервал и зачем он нужен?
6. Как рассчитать доверительный интервал?

7**МЕТОДИКА ОФОРМЛЕНИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ****7.1 Научные результаты и их обнародование**

Самой лучшей формой научного результата является закон или закономерность. Например:

1. Закон Ома – Для однородной электрической цепи сила тока равна напряжению, деленному на сопротивление цепи.

2. Закон Гесса – Тепловой эффект реакции, протекающей при постоянном давлении или постоянном объеме, не зависит от пути реакции, а определяется только состоянием исходных веществ и продуктов реакции.

3. Постулат Глушкова – Объем информации W , необходимый для управления производственной системой, квадратично зависит от суммы единиц оборудования m и количества обслуживающего персонала n этой системы, то есть $W = c(m + n)$.

4. Половина товаров рынка Казахстана десять лет тому назад не были известны покупателям.

5. Принцип 20/80 – 20% людей выпивают 80% всего пива.

6. Производительность труда любого сотрудника зависит от его мотивации.

Утверждения (1) и (2) соответствуют всем требованиям научного результата – когда-то они были новым знанием, их актуальность была безусловной, они многократно проверены экспериментально, имеют общий характер, теоретическую и практическую ценность.

Утверждение (3), взятое из монографии В.М.Глушкова "Введение в кибернетику", по форме имеет вид научного результата, но не отвечает требованию достоверности, поскольку было выведено интуитивно, без многократной проверки.

Четвертое утверждение является научным результатом, полученным экспериментально (путем статистической обработки данных).

Пятое утверждение (принцип 20/80) выглядит скорее шуткой, чем научным результатом. Однако, этот принцип многократно подтверждался.

В различных экспериментах и имеет практическое значение. Его более точная формулировка: в любой организации 20% факторов обуславливают 80% эффекта. Например, в любой организации приблизительно 20% людей выполняют 80% всей работы; 80% брака приходится на 20% деталей; в жизни 80% всех неприятностей вызываются приблизительно 20% факторов.

Шестое утверждение не может претендовать на научный результат. В нем говорится об общеизвестной тенденции, нет конкретности, а, следовательно, и практической ценности, термин "мотивация" сам требует разъяснения.

Научные результаты можно разделить на два вида:

1. теоретико-методологические (для теоретических исследований), в частности: концепция, гипотеза, классификация, закон, метод;
2. инструментальные (для прикладных и эмпирических исследований), в частности: способ, технология, методика, алгоритм, вещество + эффект, явление.



Отрицательный результат всегда представляет особую ценность для научного сообщества, поскольку он "экономит" усилия других исследователей. Именно поэтому следует особенно тщательно перепроверять достоверность отрицательного результата.

7.1.1 Научные публикации

Публикации являются *важнейшим способом распространения* научных результатов внутри научного сообщества и среди широкой публики. Таким способом авторы *объявляют результаты*, за научную достоверность которых несут *ответственность*.

Публикации, которые сообщают о новых научных результатах, должны давать *полное и исчерпывающее описание* результатов и использованных методов, а также *полный и точный отчет* о собственной подготовительной работе и работе третьей стороны; результаты, которые были опубликованы ранее, следует повторять только в той мере, в какой это необходимо для понимания контекста.

Любые данные, которые подтверждают или ставят под вопрос представленные результаты, *должны быть* также обнародованы.

Если несколько ученых вовлечены в научное исследование и публикацию как результат этой работы, *соавторами* могут считаться *только те*, кто внес значительный вклад в разработку плана исследований или экспериментов, вычисление, анализ и интерпретацию данных и подготовку рукописи, причем они также *должны дать согласие* на ее публикацию.

Авторы *несут совместную ответственность* за содержание публикации.

Схема создания научной публикации

Процесс написания и подготовки для издания научной статьи подчиняется формализации. Несмотря на многообразие форм научных письменных отчетов (доклады, краткие сообщения, тезисы выступлений на конференциях, регулярные и обзорные статьи, патенты, специальные популярные представления материала, чисто информационные выборки и т.д.), процедуру подготовки статей можно представить в виде общей схемы, включающей ряд последовательных этапов.

- Появление замысла о публикации материала (формирование идеи публикации).
- Консультации с возможными соавторами.
- Принятие решения о публикации.
- Доклад на научном семинаре.
- Выбор места (журнала) для публикации.
- Выбор лидеров для подготовки статьи.
- Написание варианта № 1.

Необходимые элементы научной статьи:

1. постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими заданиями;
2. анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор;
3. выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья; формулировка целей статьи (постановка задания);
4. изложение основного материала исследований с полным

обоснованием полученных научных результатов;

5. выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления.

7.1.2 Работа над статьей

Перед тем как начать писать статью необходимо ответить на несколько ключевых вопросов.

1. Какова основная цель работы?
2. Описывает ли статья новые и важные результаты исследований? (экспериментальная статья – наиболее распространенный тип)
3. Дает ли статья новое толкование ранее опубликованным результатам? (сводная аналитическая статья; используется для выдвижения и обоснования крупной гипотезы)
4. Является ли статья обзором литературы или крупной темы?
5. В чем состоит отличие этой работы от других работ по данной теме, ее новизна?
6. Какой новый вклад в науку дают результаты?
7. Печатался ли этот материал ранее?
8. Какое он имеет отношение к другим работам в этой области?
9. Где будет опубликована статья, на кого она ориентирована?

Структура статьи

Обычно научная статья имеет следующую структуру:

- Заголовок статьи
- Фамилия и инициалы автора (ов)
- Название организации
- Город, страна автора
- Контактная информация автора(ов) (электронный адрес)
- Абстракт
- Ключевые слова
- Введение
- Методы исследования
- Результаты
- Обсуждение
- Заключение

- Список использованных источников

Во введении должен быть дан ответ на основной вопрос – "Зачем нужно было проводить исследование и, соответственно, писать данную статью?".

В раздел "Описание метода исследования" отвечает на вопрос, "Каким образом были получены результаты статьи?"

В раздел "Результаты" отвечает на вопрос "Что, где и когда наблюдается?"

В разделах "Обсуждение", "Заключение" и/или "Выводы" необходимо четко и внятно ответить на вопрос "Почему это наблюдается и что это означает?"

Последним разделом любой публикации является список использованных источников.

Обычно статья включает также "Абстракт" и "Ключевые слова".

В обзорных и аналитических статьях некоторые разделы могут быть опущены, а рубрикация может быть существенно сложнее.

Абстракт. Этот раздел готовится последним. Характерная черта хорошего абстракта – освещение ключевых моментов без их детализации.

Введение. Во введении необходимо:

- определить гипотезу;
- дать вводную информацию;
- объяснить, почему было предпринято данное исследование;
- критически проанализировать исследования в данной области;
- показать актуальность темы.

Иногда полезно писать "Введение" на последнем этапе, уже после изложения результатов и их обсуждения, то есть "под результат".

В любом случае необходимо проверить соответствие "Введения" остальным частям статьи после завершения работы. Однако следует помнить, что написание "Введения" в начале работы над статьей структурирует процесс мыслительной активности автора и дальнейшее изложение. Само "Введение" необходимо проанализировать по следующим ключевым пунктам:

- Четко ли сформулированы цели и исходные гипотезы, если они существуют?
- Нет ли противоречий?
- Содержатся ли во введении ссылки на основную использованную литературу?
- Сформулированы ли актуальность и новизна работы?

Методы исследований. Смысл информации, излагаемой в данном разделе, в том, чтобы другой ученый достаточной квалификации смог воспроизвести исследование, основываясь на приведенных методах.

Отсылка к литературным источникам без описания сути метода возможна только при условии, что этот метод является стандартным или общеупотребительным, или же в случае написания статьи для узкоспециализированного журнала. При ориентации на широкий круг читателей, или при комбинации исследовательских подходов из нескольких научных дисциплин, методы должны быть изложены предельно подробно.

При использовании сложного экспериментального или аналитического оборудования, от работы которого существенно зависят последующие результаты, следует указывать марку прибора и фирму-производителя, также как и производителей уникальных веществ, программных продуктов и т. д. При необходимости в "Методах" следует давать определение используемых терминов.

Результаты. Это основной раздел, цель которого – показать, какими данными подтверждается рабочая гипотеза (гипотезы). При структуре статьи, включающей отдельные разделы "Результаты" и "Обсуждение", в результатах следует описывать только данные. К вопросам "Почему результаты таковы?" и "Что они означают?" следует обращаться только в том объеме, в каком это необходимо для сохранения логики повествования.

Результаты, как правило, наиболее насыщены иллюстрациями – таблицами, графиками, фотографиями, которые несут основную функцию доказательства, представляя в свернутом виде исходный, фактический материал. Данные иллюстраций не должны дублировать текст. В текстовой части должны приводиться только объяснения значений данных таблиц и рисунков и разъясняться логика перехода к последующему блоку данных или к следующему шагу анализа.

Оформление иллюстраций жестко регламентируется всеми журналами и редакциями, и излагается в "Правилах для авторов". Некоторые общие рекомендации при подготовке иллюстративных материалов:

1. Надписи, цифровые и текстовые обозначения на рисунках должны быть пропорциональны масштабу изображения; на рисунках биологических объектов обязательно должен быть приведен масштаб измерений;

2. Для числовых данных в рисунках и таблицах (и в тексте) следует выбирать единицы измерения таким образом, чтобы максимум данных приходилось писать с минимальным количеством нулей до или после десятичного знака;

3. Все подписи, обозначения и сокращения в таблицах и рисунках должны быть расшифрованы.

4. В тексте статьи должны быть ссылки на все рисунки и таблицы.

Обсуждение результатов. Обсуждение результатов может быть вынесено в отдельный раздел, но может входить и в раздел "Результаты". Важно, чтобы такое обсуждение было. Задача этого раздела объяснительная. Обсуждение должно показать, почему представленные результаты именно таковы, и как они соотносятся с основной идеей статьи. В "Обсуждении" надо указать характерные особенности результатов работы, оценить пределы работы, т. е. те рамки, в которых правомерны выводы из результатов работы.

Необходимо сравнить представленные в статье результаты с предыдущими работами в этой области. Такое сравнение лучше выявит новизну работы, чем словесные доказательства, неподтвержденные фактами.

В обсуждении уместно также сформулировать те гипотезы, которые следуют из полученных в работе результатов. Такая формулировка, во-первых, является заявкой на тематику исследования в будущем, и, во-вторых, позволяет претендовать на приоритет в трактовке результатов, в случае, когда подобными исследованиями параллельно занимается несколько исследовательских групп.

Заключение или Выводы. В этом разделе необходимо сопоставить полученные результаты с начальной целью проведения работы.

Насколько они совпадают? Чему способствует данная статья? Чем полученные результаты обогатили науку?

Важно в этом разделе определить значение результатов статьи для дальнейших исследований. Ответьте на вопрос, какие направления для будущей работы предполагают полученные результаты? Возможно, результаты выявили тупиковую ситуацию, и продолжение работ бессмысленно. Отрицательный результат является самым ценным – само знание бесперспективности дальнейших исследований позволит сэкономить время (и деньги) всем исследователям.

Список использованных источников. Еще один очень важный элемент. Большинство журналов не примут Вашу статью, если список литературы будет составлен не по правилам. Причина этого понятна: если автор не справился даже со списком источников, что говорить о самой статье.

Финальная проверка

При *финальной проверке* статьи следует ответить на такие вопросы.

1. Достаточно ли ясно сформулирована цель статьи – зачем вообще была проделана данная работа?
2. Достаточно ли полно изложены принципы и методы исследования для того, чтобы полученные результаты могли быть независимо проверены коллегами?
3. Достаточно ли полно представлены и описаны фактические данные по отношению к самим данным и последующим выводам?
4. Обсуждены ли именно те смысловые аспекты, вытекающие из представленных данных, которые хотелось бы или следовало бы обсудить?
5. Оформлена ли рукопись в соответствии с требованиями редакции?

Требования к объему, содержанию, рубрикации и оформлению статей разные в разных журналах. Поэтому техническую доработку и оформление статьи необходимо проводить в соответствии с "Правилами для авторов". Эти правила регулярно публикуются журналами и, как правило, доступны в электронном виде.

7.2 Подготовка научного отчета

7.2.1 Основные требования к оформлению результатов научного исследования

Отчет проекта должен быть выполнен печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через один интервал. Шрифт – Times New Roman, кегль 12-14.

Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 30 мм, верхнее - 20 мм, правое - 10 мм и нижнее - 25 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения проекта, качество напечатанного текста и оформление иллюстраций, таблиц, распечаток с ПК должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки отчета, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или рукописным способом (черными чернилами или черной тушью).

Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, название изделий и другие имена собственные в отчете (проекте) приводятся на языке оригинала.

Наименования структурных элементов отчета: "Содержание", "Нормативные ссылки", "Определения", "Обозначения и сокращения", "Введение", "Заключение", "Список использованной литературы" служат заголовками структурных элементов работы.

Нумерация страниц отчета и содержащихся в ней приложений должна быть сквозной.

Разделы и подразделы

Отчет делится на разделы и подразделы. Каждый раздел и подраздел должен содержать законченную информацию.

Наименования разделов в совокупности должны раскрывать тему проекта, а наименования подразделов в совокупности

должны раскрывать содержание соответствующего раздела.

Наименования разделов и подразделов, а также другие структурные элементы отчета (например, введение) следует печатать по центру с прописной буквы без точки в конце, без подчеркивания. Если наименование состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Страницы отчета следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.

Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но номер страницы на титульном листе и содержании не проставляется.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включаются в общую нумерацию страниц отчета. Иллюстрации, таблицы на листе формата А3 учитываются как одна страница.

Разделы отчета должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Разделы могут состоять из двух и более подразделов.

Пример

Типы и основные размеры

1.1
1.2
1.3

} *Нумерация подразделов первого раздела документа*

2 Технические требования

2.1
2.2
2.3

} *Нумерация подразделов второго раздела документа*

Каждый раздел отчета начинается с нового листа (страницы). Подразделы внутри одного раздела разделяются между собой отступлением в две строки от текста.

Иллюстрации и рисунки

Иллюстрации (чертежи, карты, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) располагаются непосредственно после текста, в

котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветными. Отчет должен содержать ссылки на все представленные в ней иллюстрации.

Все имеющиеся в отчете чертежи, графики, диаграммы, схемы и иллюстрации должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1», Слово «Рисунок» и его наименование располагаются посередине строки. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: Рисунок 1.1.

Иллюстрации должны иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и его наименование помещают после пояснительных данных посередине строки и располагают следующим образом: Рисунок 1 – Структура банковской системы.

При ссылках на иллюстрации следует писать "в соответствии с рисунком 2" при сквозной нумерации и "в соответствии с рисунком 1.2" при нумерации в пределах раздела.

Таблицы

Для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей применяются таблицы. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким.

Название таблицы располагают над таблицей с абзацным отступом следующим образом: Таблица 1 – Анализ существующих интернет-магазинов. Таблица располагается непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Отчет должен содержать ссылки на все представленные в ней таблицы. При ссылке следует писать «Таблица» с указанием ее номера.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово "Таблица" и ее номер указывают один раз слева над первой частью таблицы, над

другими частями пишут слово "Продолжение" и указывают номер таблицы, например: "Продолжение таблицы 1". При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью. При переносе части таблицы ограничительная нижняя горизонтальная черта не проводится.

Таблицу с большим количеством граф целесообразно выносить в приложение. Если повторяющийся в разных строках (графах) таблицы текст состоит из одного слова, то после первого написания он может заменяться кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами "То же", а далее - кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводятся, то в ней ставят прочерк.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставятся.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. В таблице допускается применять размер шрифта меньший, чем в тексте.

Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Слово «Примечание» следует печатать с прописной буквы с абзаца вразрядку, без подчеркивания. Примечания приводятся в отчете, если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с

прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без проставления точки. Примечание к таблице помещают в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

Формулы и уравнения

Формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку и размещать посередине страницы. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (\times), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего отчета арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на одной строке. Ссылки в тексте на порядковые номера формул даются в скобках, например – в формуле (1). Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например (3.1).

Приложение

Приложения оформляются как продолжение данного отчета на последующих его листах. Отчет должен содержать ссылки на все содержащиеся в нем приложения. Приложения располагаются в порядке следования ссылок на них в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы, с указанием сверху посередине страницы слова «Приложение» и его наименования. Приложение должно иметь заголовки, который располагается симметрично тексту, с прописной буквы отдельной строкой. Приложения должны иметь общую с остальной частью отчета сквозную нумерацию страниц. Нельзя допускать разрыва заголовков глав, параграфов, таблиц с текстом, т.е. помещать заголовки внизу одной страницы, а следующий за ним текст или таблицу на другой.

7.2.2 Структура отчета

Объем научного отчета, как правило, должен составлять не менее 30 страниц, не включая приложения. Приложения в отчете не ограничиваются в количестве страниц. Вне зависимости от решаемой задачи и подхода, структура отчета должна включать следующие элементы:

Обложка

- Титульный лист
- Сокращения и обозначения
- Оглавление
- Введение
- Основная часть

1. Теоретическая часть

2. Практическая часть

Заключение

Список используемой литературы

Приложения

Обложка содержит следующие сведения:

- наименование организации, где выполнен проект;
- фамилия и инициалы автора;
- наименование темы;
- научный руководитель: ФИО, должность, ученая степень и звание;
- город, год.

Оглавление отчета включает введение, порядковые номера и наименования всех разделов, подразделов, заключение, список использованной литературы и наименования приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы отчета.

Введение (общим объемом не более 5 стр.) должно содержать обоснование актуальности темы проекта, его новизны и практической значимости, оценку современного состояния решаемой проблемы, цели, задачи, объект и метод дипломного исследования, теоретическую и методологическую основу и практическую базу написания проекта. Введение должно завершаться кратким описанием структуры всей работы и ее основных компонентов. Введение рекомендуется писать по завершении основных глав проекта, перед заключением, чтобы исключить разрыва между “желаемым” и “действительным”.

Теоретическая часть отчета включает постановку проблемы с обоснованием актуальности и практической значимости выбранной темы, теоретическое описание объекта исследования и систему используемых научных понятий, формулировку и обоснование цели исследования, анализ степени изученности проблемы, обзор научной литературы по теме (с полным перечнем используемых источников), постановку исследовательских задач, формулировку рабочих гипотез.

Практическая часть отчета строится на базе информации, представленной в теоретическом разделе проекта, в котором излагаются теоретические основы решения поставленной проблемы. Здесь описывается методика сбора данных, анализ эмпирического материала, обобщение полученных результатов и сделанные в результате проведенного исследования выводы; при этом делается упор на собственный вклад студента в создание методики сбора или анализа информации (с обязательной апробацией на конкретном примере), в разработку инструментария обследования (анкет, схем интервью, наблюдения, инструкций для анализа эмпирического материала и т. п.) и/или его корректировку.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам проекта, оценку эффективности решения поставленных задач, пути его внедрения и направления дальнейшего совершенствования предлагаемого в проекте решения проблемы.

В список использованной литературы помещаются только источники, упомянутые в тексте пояснительной записки проекта. Этот список должен содержать ссылки на 30-40 теоретических источников и оформляться на языке оригинала в строгом соответствии с национальными и международными требованиями. Согласно международным требованиям, ссылки на работы, относящиеся к сфере социальных наук, оформляются в стиле АРА, к сфере информационных технологий – в стиле IEEE.

В приложения к отчету включаются материалы, связанные с выполнением дипломного исследования, которые не нашли отражения в основной части проекта. В частности, приложение к отчету по программированию, обязательно должно содержать распечатку на исходном языке программирования отлаженных основных программных модулей или использованных в работе адаптированных программных средств.

Автор научного отчета несет полную ответственность за полноту, точность и объективность всех представленных в отчете данных.

Контрольные вопросы

1. Раскройте понятия: научная статья, тезисы, отчет о научной работе, реферат статьи, доклад.
2. Сущность и составные части научного исследования. Единица, объект и предмет исследований.
3. План научного исследования. Приведите пример.
4. Какова структура научной статьи?
5. Раскройте понятия: библиография, системный и алфавитный каталог, межбиблиотечный абонемент.
6. Раскройте понятия: учебник, пособие, методичка, реферат (научный), статья.
7. Раскройте понятия: конспекты, лекции, статья, научный доклад. Продемонстрируйте любой Ваш конспект по дисциплине.

8

ПУБЛИЧНОЕ ВЫСТУПЛЕНИЕ

8.1 Как построить свое выступление

Очень часто возникает парадоксальная ситуация: компетентные профессионалы начинают испытывать сомнения и терять самообладание, если им предстоит публичное выступление. Человек испытывает внутреннее противоречие: с одной стороны – уверенный в себе, компетентный человек, с другой – неуверенный человек, которому предстоит выступить с сообщением перед аудиторией. В чем причина? Ответ прост: мы боимся тех вещей, которые или не понимаем, или с которыми никогда не имели дела. А т.к. наша формальная образовательная система в целом не балует нас обучением коммуникативным навыкам, то только единицы обладают способностью публично выступать.

Мы считаем, что знания, практика и один или два положительных опыта могут помочь вам преодолеть страх перед публичным выступлением. Вы можете научиться говорить уверенно и твердо, главное – понять, как построить речь.

8.2 Десять принципов построения выступления

1. Решите – каким образом вы хотите склонить аудиторию на свою сторону?

В этом состоит цель вашего выступления. Завершите предложение: «Когда я закончу говорить, аудитория...»

2. Что вы знаете об аудитории?

Как вы собираетесь воспользоваться особенностями аудитории ради своей цели и как вы собираетесь преодолеть то, что может послужить помехой для вас?

3.С помощью метода «мозгового штурма» выработайте центральные идеи своего выступления и отработайте те моменты, на которых вы хотели бы остановиться.

Не беспокойтесь о порядке появления идей или о взаимоотношениях между ними, просто фиксируйте их, а затем

сделайте «карту идей». На большом листе бумаги в центре напишите цель вашего выступления, затем напишите центральные идеи в том порядке, в каком вы о них подумаете, отмечая их на лучах, исходящих из центра по всем направлениям.

4. Объедините ряд близких идей в группы.

Какие идеи или группы идей являются основными. Соедините эти группы стрелками. Хорошая речь, как правило, состоит из трех – пяти частей. Если у вас получилось их больше, то вы или хотите очень много сказать, или не до конца отметили все группы. Какие группы являются дополнительными? Проведите пунктирные линии от этих групп к основным, которые они дополняют.

5. Отражают ли эти группы оптимальную структуру вашего выступления?

6. Напишите тезисы своего выступления.

Для каждой центральной идеи подберите от одной до пяти вспомогательных идей, каждая из которых может иметь еще больше идей для подкрепления.

7. Какие из пунктов могут быть усилены или упрощены с помощью визуальных средств?

Какие образы вам бы больше всего хотелось, чтобы запомнили слушатели? Подготовьте рисунки, диаграммы, отметьте в тезисах последовательность их демонстрации.

8. Напишите выступление.

Как вы привлечете внимание аудитории? Как вы вызовете интерес к своему выступлению? Что вы собираетесь сделать для того, чтобы установить доверительные отношения с аудиторией? Как вы заработаете ее уважение? Каким тоном вы собираетесь начать? Что вы хотите сказать о цели своего выступления? У вас 20 секунд на то, чтобы ответить на вопрос сидящего перед вами: «С какой стати я должен тебя слушать?»

9. Напишите заключение.

В заключении необходимо вернуться к цели вашего выступления: те изменения в аудитории, ради которых вы выступаете, должны быть закреплены в заключительной части выступления. Установите связь между заключением и началом выступления. В заключении эмоциональность вашего выступления должна быть не ниже эмоциональности вашего выступления.

10. Подготовьтесь к обсуждению и ответам на вопросы.

8.3 11 способов добиться уверенности при публичном выступлении

Выработайте правильное отношение к своим страхам.

Твердо знайте: аудитории редко бывают враждебно настроенными; вам не надо быть красноречивым оратором, чтобы добиться успеха.

Готовьтесь, готовьтесь, готовьтесь!

Чем лучше вы будете знать тему, тем большим знатоком и темы, и аудитории вы будете себя считать.

3. Сделайте «успокаивающие» записки.

Используйте тот формат, который удобен. Запишите свою «хореографию», чтобы напомнить себе, когда сделать паузу, когда подчеркнуть что-то важное, когда обратиться к аудиовизуальным средствам.

Представьте свой успех.

За две недели до своего выступления каждую ночь перед сном представляйте картину своего успеха: уверенную улыбку на своем лице, себя - убежденно говорящего.

4. Используйте аудиовизуальные средства, чтобы снять с себя часть напряжения.

5. Практикуйтесь, практикуйтесь, практикуйтесь!

Потренируйтесь три или четыре раза до своего выступления, делайте это, пока вы не будете удовлетворены своей речью. Ни в коем случае не тренируйтесь в день своего выступления!

6. Расслабьтесь, отдохните и избегайте любого возбуждения.

Как можно лучше отдохните ночью перед выступлением; ограничьтесь в употреблении кофе.

7. Оденьтесь так, чтобы ваш костюм способствовал успеху.

Наденьте то, что вам очень идет.

8. Установите контакт глаз с несколькими дружелюбными лицами.

Защитите себя теплыми взглядами людей, которых вы знаете или тех, кто невербально выражает свою поддержку.

9. Говорите громко, чтобы разогнать тревогу.

Это поможет вам освободиться от нервозности.

10. Постарайтесь не допускать ошибок.

Не пугайтесь, если допустите их, большинство слушателей вряд ли даже обратят на них внимание. А извинения только ослабят ваши позиции.

11. Не держите себя слишком серьезно.

Естественно, что вы хотите произнести хорошую речь, но не преувеличивайте значение своего выступления. Если вы будете слишком заумным, то вряд ли ваша аудитория запомнит, что вы так долго говорили, как бы вам этого не хотелось.

8.4 Презентация

Для более эффектного выступления необходимо подготовить презентацию, созданную в программе MS PowerPoint.

Презентация должна отображать актуальность выбранной темы, постановку задачи, результаты научного проекта, новизну.

На защиту следует выносить: идею работу, ее новизну, разработанные модели, методы, алгоритмы, программное обеспечение.

Фон к презентации следует выбрать в светлых тонах.

В слайдах презентации следует акцентировать внимание на результатах, полученных в научной работе!

Требования к презентации (слайды):

1. Титульный лист (организация, название программного продукта, автор, руководитель)
2. Актуальность выбранной темы
3. Обзор (Зарубежный и Казахстанский опыт в данной проблеме)
4. Постановка проблемы
5. Идея работы
6. Цель работы. Задачи исследования
7. Объект, предмет исследования, методы исследования и разработки
8. Результаты эксперимента (разработки)
9. ... (экранные картинки программы)
10. ... (экранные картинки программы)...
12. Модель и алгоритм работы программы
13. Описание наиболее важной и главной процедуры, функции или подпрограммы
14. Новизна и личностный вклад
15. Преимущества и недостатки
16. Практическая ценность (область применения)
17. Выводы и заключение
18. Спасибо за внимания!

8.5 Критерий оценки научных проектов

Критерии оценки научных и научно-технических разработок – признаки, на основании которых определяется степень прогрессивности (новизны) и полезности результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Результаты научных и научно-технических разработок оцениваются по критериям новизны, значимости для науки и практики, объективности, доказательности и точности.

Применение критерия новизны предполагает учет наличия в результатах разработок новых научных знаний (новой научной информации). Научные знания характеризуются в пределах от «уже известного» до абсолютной новизны. Высшая степень новизны (абсолютная новизна, принципиально новая научная информация) соответствует открытиям, подтвержденным общественным признанием в форме экспертных заключений высококвалифицированных ученых в соответствующей научной области, а также изобретениям, промышленным образцам, полезным моделям и иным объектам, на которые получены патенты. Другие степени (уровни) новизны определяются путем соотнесения полученных значений с абсолютной новизной и выражаются с помощью конкретных систем показателей.

Критерий значимости для науки и практики реализуется через оценку масштабов влияния результатов научных исследований на науку, экономику, социальную сферу, экологию. Масштабы влияния характеризуются:

- в фундаментальных исследованиях – интервалом от распространения уже известных знаний и передового опыта до коренных преобразований в науке, технике, экономике, социальной и иных сферах;
- в прикладных исследованиях – от реализации их результатов на отдельном предприятии до применения в масштабе национальной экономики;
- в сфере практического применения – от продажи отдельных изделий или малых партий на локальном рынке до выхода на мировой рынок.

Критерий объективности отражает степень обоснованности результата научного исследования, которая может изменяться в пределах от несоответствия до полного соответствия оценки

результату. Степень объективности может выявляться посредством учета квалификации и компетентности разработчиков и экспертов.

Критерий доказательности предполагает учет характера применяемой информации, способов ее получения и обработки (использование научной литературы, опыта, экспериментов, испытаний, математических методов). Степень доказательности результатов может изменяться в пределах от неопределенности до возможности воспроизведения и применения на практике. Степень доказательности результатов определяется экспертным путем.

Критерий точности отражает степень соответствия модели (образца) стандартам (техническим условиям, техническому заданию, основным показателям бизнес-плана) и может характеризоваться от несоответствия до полного соответствия. По критерию точности классифицируют результаты прикладных исследований при создании действующих моделей и образцов новой техники и технологий, а также результаты исследований, включенных в инновационный процесс.

Степень соответствия критериям выражается через значения конкретных показателей. Показатели могут быть количественными (количество изобретений, патентов, лицензий и т.д.) и качественными (принципиально новая информация, соответствие мировому научно-техническому уровню и т.д.). Качественные показатели могут также быть выражены количественно с использованием условных единиц (баллов, коэффициентов и других). Состав применяемых показателей определяется с учетом отрасли науки (естественные, технические и общественные науки) и вида научных исследований (фундаментальные, прикладные).

Критерии оценки научных проектов приведены в соответствии с таблицей 8.1.

Таблица 8.1 - Критерии оценки научных проектов (источник НППЦ «Дарын»). Ссылка daryn.kz/files/blogs/pravila_OMN-rus.doc

Оцениваемый параметр	Возможные оценки	Обоснование оценки
1. Творческая способность	30 баллов для индивидуального проекта, 25 баллов для командного проекта	<p>25-30 для индивидуального проекта и 20-25 для командного проекта выставляется, если автор(ы) проекта проявляют творческую способность в разработке нового научного подхода к решению проблемы.</p> <p>20-25 баллов для индивидуального проекта и 15-20 баллов для командного проекта выставляется, если автор(ы) проявляют творческую способность к использованию новых подходов к анализу данных или новому использованию оборудования.</p> <p>10-20 (инд.) в 10-15 (ком.) выставляется, если проявляется творческая способность при интерпретации данных.</p> <p>До 10 баллов выставляется, если проект носит реферативный характер.</p>
2. Научное мышление	30 баллов для индивидуального проекта, 25 баллов для командного проекта	<p>Каждый из отдельных критериев оценивается в пределах 3 баллов для индивидуального проекта и 2.5 баллов - для командного.</p> <p>Для научного проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. насколько рассматриваемая проблема представлена ясно и однозначно; 2. насколько четко выделена решаемая задача, чтобы вероятность получения запланированного результата была велика; 3. имеется ли четкий план решения задачи; 4. ясно ли определены и обозначены переменные в решении задачи; 5. увидел ли автор необходимость

		<p>позападной проверки результатов (если таковая требуется) и правильно ли ее использовал;</p> <ol style="list-style-type: none">6. адекватно ли выбраны данные, чтобы подтвердить заключение;7. признает ли автор(ы) ограниченность данных для выводов;8. осознает ли автор (команда) ограниченность возможности данного проекта в решения поставленной задачи;9. есть ли у автора (команды) идея относительно следующего этапа исследований, гарантирующего решение проблемы;10. цитирует ли автор(ы) научную литературу или только популярную. <p>Для технического проекта:</p> <ol style="list-style-type: none">1. насколько ясна цель работы;2. действительно ли имеются потенциальные потребители изобретения;3. осуществим ли в реальности результат;4. экономно ли выполнен;5. приемлем ли для потенциального пользователя;6. может ли результат успешно использоваться для решения конечной поставленной проблемы;7. действительно ли техническое решение имеет существенное преимущество по сравнению с предыдущими известными;8. был ли результат проверен в реальных условиях;9. есть ли у автора (команды) идея относительно следующего этапа исследований, гарантирующего решение проблемы;10. цитирует ли автор(а) научную литературу или только популярную.
--	--	---

3.Эффективность использования методов исследования	15 баллов для индивидуального проекта, 12 баллов для командного проекта	10-15 для индивидуального проекта и 10-12 баллов для командного проекта выставляется, если автор(ы) использовали в процессе работы современное эффективное оборудование или современные теоретические методы, что позволило получить принципиально новые результаты в данной области знаний. 5-10 (инд.) и 5-10 (ком.) выставляется, если используются рутинные методы исследования, но также позволившие получить новые результаты; до 5 баллов выставляется, если работа носит реферативный характер.
4. Степень раскрытия темы	15 баллов для индивидуального проекта, 12 баллов для командного проекта	Оценка за этот параметр выставляется на основании оценок по отдельным критериям: 1. доведена ли работа до запланированной стадии; 2. насколько полно охвачена решаемая проблема; 3. основаны ли заключения на отдельном эксперименте или на повторных; 4. насколько досконально и ясно изложен материал в проекте; 5. Знает ли автор(ы) другие подходы к решению проблемы; 6. насколько автор(ы) знаком с научной литературой по изучаемой проблеме. За каждый из критериев может быть выставлено не более 2,5 баллов для индивидуального проекта и не более 2-х баллов - для командного проекта.
5.Ораторское мастерство, качество демонстрационного материала	10 баллов для индивидуального проекта, 10 баллов для командного проекта	Оценка за этот параметр выставляется с учетом оценок по отдельным критериям: 1. насколько выигрышно ясно автор(ы) докладывает работу - (3 балла); 2. насколько полно в докладе пред-

		<p>ставлен материал проекта (2 балла);</p> <p>3. насколько хорошо автор(ы) выделяет основные моменты проекта (1 балл);</p> <p>4. насколько четко и ясно представлены экспериментальные данные, использованные в проекте (1 балл);</p> <p>5. насколько четко и ясно выделены результаты проекта (1 балл);</p> <p>6. насколько хорошо стенд или демонстрационный материал поясняет результаты проекта (2 балла).</p>
<p>Уровень координации членов команды</p> <p>(для командного проекта)</p>		<p>Оценка по этому параметру выставляется на основании оценок по отдельным критериям:</p> <p>1. насколько четко и ясно обозначены задачи каждого участника в общей работе (4 балла);</p> <p>2. насколько каждый член команды знаком с работой всей команды (3 балла);</p> <p>3. насколько завершенная работа отражает скоординированные усилия всех членов команды (3 балла);</p> <p>4. насколько хорошо каждый член команды докладывает материал проекта (3 балла);</p> <p>5. насколько было необходимо выполнять данный проект командой (3 балла) или можно было получить эти результаты индивидуально (0 баллов).</p>
<p>Указаны максимальные баллы, которые можно выставить за каждый критерий</p>		
<p>ИТОГО 100 баллов</p>		

Контрольные вопросы

1. Как построить публичное выступление?
2. Десять принципов построения выступления.
3. Расскажите о способах, помогающих добиться уверенности при публичном выступлении.
4. Структура слайдов для научного выступления.
5. Перечислите критерии оценки научных проектов.
6. Что входит в критерий «Научное мышление»?

Тестовые вопросы

(В вопросах может быть несколько правильных ответов)

Вопрос 1. Процесс познания нового явления и раскрытия закономерностей изменения изучаемого объекта в зависимости от влияния различных факторов для последующего практического использования этих закономерностей.

- А. Практическое исследование
- В. Научное исследование
- С. Планирование
- D. Эксперименты
- E. Эмпирическое исследование

Вопрос 2. Экспериментальная или теоретическая деятельность, направленная на получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, окружающей природной среды.

- А. Прикладные исследования
- В. Поисковые исследования
- С. Фундаментальные исследования
- D. Разработки
- E. Аналитические исследования

Вопрос 3. Исследования, направленные преимущественно на применение новых знаний для достижения практических целей и решения конкретных задач.

- А. Прикладные исследования
- В. Поисковые исследования
- С. Фундаментальные исследования
- D. Разработки
- E. Аналитические исследования

Вопрос 4. Что такое методология?

- А. Система определенных способов и приемов, применяемых в той или иной сфере деятельности
- В. Поиск исследования

- С. Алгоритм получения новых знаний
- D. Совокупность методов
- E. Учение о научном методе познания

Вопрос 5. Главные предназначения любого метода.

- A. Формализованная постановка задачи
- B. Оптимальное функционирование и развитие тех или иных объектов
- C. Приращения знаний
- D. Успешное решение определенных познавательных и практических проблем
- E. Переход от теории к практике

Вопрос 6. Метод мысленного отвлечения от несущественных свойств, связей, отношений предметов и выделение нескольких сторон, интересующих исследователя.

- A. Идеализация
- B. Формализация
- C. Синтез
- D. Абстрагирование
- E. Индукция

Вопрос 7. Метод познания, ясно выявляющийся на формально логическом умозаключении, которое приводит к получению общего вывода на основании частных посылок.

- A. Идеализация
- B. Формализация
- C. Синтез
- D. Абстрагирование
- E. Индукция

Вопрос 8. Классификация научных исследований по целевому назначению.

- A. Фундаментальные
- B. Прикладные

- С. Поисковые
- D. Исследовательские
- E. Разработки

Вопрос 9. Укажите методы эмпирического исследования.

- A. Сравнение
- B. Наблюдение
- C. Тесты
- D. Эксперимент
- E. Моделирование

Вопрос 10. Отличительные признаки, характеризующие научное исследование.

- A. Четко поставленная задача
- B. Поиск новых знаний
- C. Выдвижение оригинальных идей
- D. Доказательность полученных выводов
- E. Использование методов исследования

Вопрос 11. Способ познания объективного мира, основанный на непосредственном восприятии предметов и явлений при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.

- A. Наблюдение
- B. Эксперимент
- C. Анализ
- D. Синтез
- E. Абстрагирование

Вопрос 12. Востребованность, необходимость и незаменимость конкретно данного исследования в текущий момент времени для решения определенной проблемы.

- A. Актуальность
- B. Практическая ценность

- С. Научная новизна
- D. Гипотеза
- E. Цель исследования

Вопрос 13. Укажите правильные утверждения.

- A. Каждый метод применяется не изолировано сам по себе, а в сочетании и во взаимодействии с другим
- B. Объект исследования – это то, что требуется отыскать и установить в результате исследования
- C. Каждая наука имеет свою методологию
- D. Моделирование – это метод эмпирического исследования
- E. Апробация – публичное представление результатов исследования научной общественности и проверка на практике теоретических результатов.

Вопрос 14. Что входит в исследовательский этап?

- A. Выводы и практические рекомендации и предложения
- B. Обработка, обобщение и анализ полученных данных
- C. Систематическое изучение литературы по теме
- D. Подготовка средств исследования (инструментария).
- E. Проведение экспериментов

Вопрос 15. Укажите математические методы исследования.

- A. Ранжирование
- B. Сравнение
- C. Шкалирование
- D. Индексирование
- E. Корреляция

Вопрос 16. Выберите общетеоретические методы исследования.

- А. Анализ
- В. Синтез
- С. Эксперимент
- D. Формализация
- E. Дедукция

Вопрос 17. Что входит в подготовительный этап исследования.

- А. Обоснование необходимости проведения исследования по теме исследования
- В. Разработку плана или программы научного исследования
- С. Определение гипотез, целей и задач исследования
- D. Проведение эксперимента
- E. Определение предмета и объекта исследования

Вопрос 18. Что означает апробация работы?

- А. Получение авторских свидетельств, предпатентов, патентов
- В. Публикация научной статьи в журналах
- С. Участие в научных конференциях с докладом статьи
- D. Получение акта внедрения
- E. Написание научной статьи

Вопрос 19. Метод установления различия между объектами материального мира или нахождение в них общего.

- А. Индукция
- В. Моделирование
- С. Тестирование
- D. Сравнение
- E. Дедукция

Вопрос 20. Метод, в котором подвергается проверке истинность выдвигаемых гипотез или выявляются закономерности объективного мира.

- А. Моделирование
- В. Тестирование
- С. Эксперимент
- D. Анализ
- E. Сравнение

Вопрос 21. Источник информации для исследователя, который объективно существует в теории и практике.

- А. Объект исследования
- В. Предмет исследования
- С. Гипотеза исследования
- D. Новизна исследования
- E. Практическая ценность

Вопрос 22. Форма развития знания, которая выражает научно обоснованное предположение, объясняющее причину какого-либо явления, хотя достоверность этого предположения в настоящее время не доказана, не подтверждена практикой, жизнью.

- А. Цель исследования
- В. Предмет исследования
- С. Гипотеза исследования
- D. Новизна исследования
- E. Практическая ценность

Вопрос 23. Какой должна быть цель исследования?

- А. Измеримой
- В. Четкой
- С. Достижимой
- D. Размытой

Е. Понятной

Вопрос 24. Укажите формы представления результатов научных исследований.

А. Тезисы на конференции

В. Научная статья

С. Диссертация

D. Статья в газете

Е. Монография

Вопрос 25. Что должна содержать научная статья?

А. Ссылки на цитируемую литературу

В. Краткие данные о методике исследования

С. Заголовок

D. Анализ полученных результатов

Е. Выводы и рекомендации

Вопрос 26. Система взглядов и идей, в которых раскрывается концепция и глобальная цель, ориентированная на перспективу будущего это...

А. Идеология

В. Актуальность

С. Гипотеза

D. Практическая ценность

Е. Новизна

Вопрос 27. Конкретные последовательные этапы решения проблемы исследования для достижения основной цели.

А. Методы

В. Процедуры

С. Алгоритмы

D. Цели

Е. Задачи

Вопрос 28. Что может быть оформлено в виде приложения к научному проекту.

- А. Дополнительный текст
- В. Таблицы и рисунки
- С. Графики и диаграммы
- D. Протоколы опытных испытаний
- E. Листинг программы

Вопрос 29. Что должен содержать абстракт научного исследования.

- А. Цель исследования
- В. Описание эксперимента
- С. Практическая значимость
- D. Методы исследования
- E. Новизна исследования

Вопрос 30. Базовая организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой, поведением и с окружением, а также принципы, определяющие проектирование и развитие ИС.

- А. База данных ИС
- В. База знаний ИС
- С. Архитектура ИС
- D. Хранилище данных
- E. Структура ИС

Вопрос 31. Упрощенное представление реальности это...

- А. Метод
- В. Модель
- С. Абстракция
- D. Процедура
- E. Гипотеза

Вопрос 32. Стремление к состоянию устойчивого равновесия, которое предполагает адаптацию параметров системы ПО к изменяющимся параметрам внешней среды это...

- А. Полнофункциональность
- В. Адаптивность
- С. Системность
- D. Целостность
- E. Интеллектуальное развитие

Вопрос 33. Соответствие труда физиологическим и психическим возможностям человека, обеспечение наиболее эффективной работы, не создающей угрозы для здоровья человека и выполняемой при минимальной затрате биологических ресурсов.

- А. Функциональность
- В. Интерфейс
- С. Дизайн
- D. Аппаратная часть
- E. Эргономика

Вопрос 34. Метод оценки качества программного продукта для выявления в нем возможных потенциальных ошибок это...

- А. Отладка
- В. Техничко-экономическое обоснование
- С. Тестирование
- D. Надежность
- E. Техническое задание

Вопрос 35. К какому критерию оценки научного исследования относится то, что автор увидел необходимость поэтапной проверки результатов (если таковая требуется) и правильно ли ее использовал?

- А. Творческая способность
- В. Научное мышление
- С. Эффективность использования методов
- D. Степень раскрытия темы
- E. Ораторское мастерство

Вопрос 36. К какому критерию оценки научного исследования относится то, что автор знает другие подходы к решению проблемы?

- А. Творческая способность
- В. Научное мышление
- С. Эффективность использования методов
- D. Степень раскрытия темы
- E. Ораторское мастерство

Вопрос 37. Что необходимо исключить из научной публикации?

- А. Планы на будущее
- В. Результаты, случайно полученные в единичном эксперименте
- С. Неполные данные
- D. Незрелые выводы, основанные на фрагментарной информации
- E. Результаты, «подтверждающие» хорошо известные теории

Вопрос 38. Какие слайды обязательно требуется включить в презентацию результатов научной работы?

- А. Научная новизна
- В. Цель исследования
- С. Реализация результатов
- D. Актуальность темы

- Е. Практическая ценность

Вопрос 39. Что определяет хорошую научную статью?

- А. Убедительная аргументация
- В. Достоверность фактов
- С. Ссылки на старые фундаментальные источники
- D. Актуальное содержание
- Е. Правильное оформление текста

Вопрос 40. Укажите обязательные элементы научной статьи.

- Аннотация
- Список литературы
- Ссылки на литературу
- Заголовок статьи
- Информация об авторах

Список литературы

1. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов: основы теории. – М.: Наука, 1990.
2. Аканов Б.А., Карамзин Н.А. Основы научных исследований. – Алма-Ата: Мектеп, 1989. – 136 с.
3. Алабужем П.М., Геронимус В.Б., Минкевич и др. Теория подобия и размерностей. Моделирование. – М.: Высш. шк., 1968. – 320 с.
4. Алгоритм изобретения / Г. С. Альтшуллер. – М.: Моск. Рабочий, 1973. - 400с.
5. Андреев И.Д. Пути повышения эффективности научного труда. – М.: Наука, 1980.
6. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» модели / Математическое моделирование социальных процессов. – М.: МГУ, 1998. С. 29 – 51.
7. Арутюнов В.С., Стрекова Л.Н. Социологические основы научной деятельности. - М.: Наука, 2003.
8. Безуглов И.Г., Лебединский В.В., Безуглов А.И. Основы научного исследования: учебное пособие для аспирантов и студентов-дипломников / И.Г.Безуглов, В.В.Лебединский, А.И.Безуглов. – М.: Академический Проект, 2008
9. Блехман И.И., Мышкинс А.Д., Пановка А.Г. Прикладная математика: предмет, логика, особенности подхода. – К.: Наук, думка, 1976. – 270 с.
10. Буданов, В.Г. О методологии синергетики. / В.Г. Буданов // Вопросы философии. 2006, № 5.
11. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. – М.: Синтег, 2001.
12. Быков В.В. Методы науки. – М.: Наука, 1974. – 215 с.
13. В защиту науки / Отв. ред. Э.П.Кругляков. Комис. по борьбе с лженаукой и фальсификацией науч. исслед. РАН – М.: Наука, 2006. – Бюл. № 1. – 182 с.
14. Вагнер Г. Основы исследования операций. – М.: Мир, 1972.
15. Венецкий И.Г., Кильдишев Г.С. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Статистика, 1975. — 264 с.
16. Вигнер, Ю.Л. Пределы науки.// Ю.Л. Вигнер. Экология и жизнь.2004, № 6.
17. Виноградова Н.А., Борицова Л.В. Пишем реферат, доклад, выпускную квалификационную работу. – 6- е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.

18. Вишнев С.М. Основы комплексного прогнозирования. – М.: Наука, 1977.
19. Владимирив Ю.А. Как написать научную статью. – Интернет-ресурс. – <http://travmatology.narod.ru/naust.html>
20. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. Изд. 2-е. – СПб.: СПб.ГТУ, 1999.
21. Герасимов Н.Г. Структура научного исследования (Философский анализ познавательной деятельности в науке). – М.: Мысль, 1985.
22. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. – М.: Наука, 1971.
23. Глушков В.М. Математизация научного знания и теория решений // Вопросы философии. 1978. № 11. С. 29 – 36.
24. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 400с.
25. Голубинцев, В.О. Философия науки. / В.О. Голубинцев, А.А. Донцев, В.С. Любченко. – Ростов – на - Дону. : Феникс, 2007.
26. Гражданников Е.Д. Метод построения системной классификации наук. – Новосибирск: Наука, 1987. – 118 с.
27. Грезнева О.Ю. Научные школы (Педагогический аспект). – Москва, 2003.
28. Грушко И.М., Сиденко В.М. Основы научных исследований. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983. – 224 с.
29. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. – М.: Синтег, 2002.
30. Давыдов Э.Г. Исследование операций. – М.: Высшая школа, 1990.
31. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций. – М.: Высшая школа, 1996.
32. Джонс Д. Методы проектирования. – М.: Мир, 1986.
33. Доблаев Л.П. Психологические основы работы над книгой. – М.: Книга, 1970. – 72 с.
34. Добров Г.М. Наука о науке. - Киев. Наукова думка, 1989.
35. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Статистика, 1973. – 210 с.
36. Ермаков С.М., Михайлов Г.Л. Курс статистического моделирования. – М.: Наука, 1976. – 168 с.
37. Зельдович Я.Б., Мышкин А.Д. Элементы прикладной математики. – М.: Наука, 1965.
38. И.И.Кальной. Философия для аспирантов. / И.И.Кальной,

Ю.А. Сандулов.–СПб.: Лань, 2003.

39.Кайдаков С.В. Проблема деятельности ученых и научных коллективов. – Москва: 1981.

40.Кальной, И.И., Философия для аспирантов./ И.И. Кальной, Ю.А. Сандулов.– СПб.: Лань, 2003.

41.Капица П.Л. Будущее науки. // Наука о науке: Сб. / Под. ред. В.Н.Столетова. -М.: Прогресс, 1966.

42.Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. – М.: Наука, 1977. – 420 с.

43.Кара-Мурза С.Г. Проблемы интенсификации науки: технология научных исследований. – М.: Наука, 1989. – 248 с.

44.Копнин П.В. Эксперимент и его роль в познании // Вопросы философии. 1955. № 4. С. 29 – 40.

45.Кочергин А.Н. Методы и формы познания. – М.: Наука, 1990.

46.Краевский В.В. Методология педагогического исследования – 4-е изд.стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.

47.Кругляков Э.П. Чем угрожает обществу лженаука // Вестник РАН. – 2004. – Т. 74, № 1. – С. 8–27.

48.Крутов В.И., Грушко И.М., Попов В.В. и др. Основы научных исследований. – М.: Высшая школа, 1989. – 399 с.

49.Кузин Ф.А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты: практическое пособие для аспирантов и соискателей ученой степени / Ф.А.Кузин. – М., 2004.

50.Кузнецов И.Н. Научное исследование: методика проведения и оформления / И.Н.Кузнецов. – М., 2006.

51.Кузнецов, В.И. К типологии методологических исследований науки. / В.И. Кузнецов. // Философия науки. 2004, № 1.

52.Кун Т. Структура научных революций. -М.: Прогресс, 1977.

53.Кутателадзе С.С. Наука, псевдонаука и лженаука: Препринт СО РАН. Ин-т математики им. С.Л.Соболева; № 128. – Новосибирск, 2004. – 12 с.

54.Ланге К.А. Организация управления научным исследованием. – Л.: Наука, 1971.

55.Лейман И.И. Наука как социальный институт. – Л.: Наука, 1971.

56.Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. – М.: Патент, 1996.

57.Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примак Т.А. Основы научных исследований: Учебное пособие / Под ред. А.А. Лудченко. – 2-е изд., стер.

58.Маликов М.Ф. Основы метрологии. – М.: Учпедгиз, 1959.

59.Мартино Д. Технологическое прогнозирование. – М.: Прогресс, 1977.

60.Математическая обработка результатов эксперимента / Л. З. Румшинский. – М.: Наука, 1973. – 212 с.

61.Методологические основы научного познания / Под ред. П.В. Попова. Учеб. пособие для студентов вузов.– М.: Высшая школа, 1972.

62.Мойсеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. – М.: Наука, 1974.

63.Молодцов Д.А. Устойчивость принципов оптимальности. – М.: Наука, 1989.

64.Мухин, Р.Р. Методологические проблемы динамического хаоса. / Р.Р. Мухин. // Вопросы философии. 2006. № 11.

65.Налимов В.В. Теория эксперимента. — М.: Наука, 1971. — 218с.

66.Наука и гипотеза / О науке. Под ред. А.С. Понрягина.– М.: Наука, 1990.

67.Научная деятельность: структура и институты / Под. ред. Э.М. Мирского, Б.Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1980.

68.Новиков А.М. Докторская диссертация? / Пособие для докторантов и соискателей ученой степени доктора наук. – М.: Эгвес, 1-ое изд. 1998, 2-ое изд. 2000.

69.Новиков А.М. Как работать над диссертацией / Пособие для аспирантов и соискателей. – М.: Эгвес, 1-е изд. 1994, 2-е изд. 1997, 3-е изд. 1999.

70.Новиков А.М. Методология образования. – М., 2002.

71.Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007.

72.Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 2-е изд. – М.: Физматлит, 2007.

73.Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М.: КомКнига, 2006.

74.Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Активный прогноз. – М.: ИПУ РАН, 2002.

- 75.Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. – М.: Синтег, 2003.
- 76.Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. – М.: Физматлит, 2002.
- 77.Орлов А.И. Теория принятия решений. Учебное пособие. – М.: Издательство «Экзамен», 2005.
- 78.Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2004
- 79.Основы науковедения / Рук. авт. коллектива С.Р. Микулинский. – М.: Наука, 1985. – 385 с.
- 80.Основы научных исследований / В. М. Кожухар. - Издательство: Дашков и Ко, 2012. - 216 с.
- 81.Основы научных исследований / А. П. Болдин, В. А. Максимов. – Издательство: Академия, 2012. – 336 с.
- 82.Основы научных исследований / В. М. Сиденко, И. М. Грушко. – Харьков: Высшая школа, 1977. – 287с.
- 83.Основы научных исследований / И. И. Кринецкий. – Киев: высшая школа, 1981. - 207с.
- 84.Основы научных исследований / Под ред. проф. В.И. Крутова, доц. Попова В.В. – М.: Высшая школа, 1989. – 400 с.
- 85.Основы научных исследований /М. Ф. Шкляр. - Издательство: Дашков и Ко, 2013. - 244 с.
- 86.Основы научных исследований. Общая теория эксперимента / А. Е. Кононюк. – Освита Украины, 2012. – 470 с.
- 87.Основы научных исследований: теория и практика / Тихонов В.А., Корнев Н.В., Верона В.А., Остроухов В.В. – СПб.: Гелиос АРВ, 2006.
- 88.Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989.
- 89.Петров Ю.А., Захаров А.А. Общая методология мышления. – М.: Московский философский фонд, 2004.
- 90.Планирование эксперимента в технике / В.И. Барабашюк и др. – Киев:
- 91.Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето – оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982.
- 92.Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е. Процедуры алгоритмы формирования комплексных программ. – М.:
- 93.Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. – М.: Наука, 1968. — 270 с.
- 94.Пфанцгль И. Теория измерений. – М.: Мир, 1976.
- 95.Райзберг Б.А. Диссертация и ученая степень. Пособие для соискателей. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 411 с.

96. Рачков П.Л. Науковедение. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. – 242 с.
97. Рузавин Г.И. Методология научного исследования. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 317 с. – С. 19-27, 33-37, 99-120.
98. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 192 с.
99. Рыков А.С. Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация. – М.: МИСИС, 2005.
100. Сабитов Р.А. Основы научных исследований. – Челябинск: Изд. ЧГУ, 2002. – 138 с.
101. Сидельников Ю.В. Теория и практика экспертного прогнозирования. – М.: ИМЭМО РАН, 1990.
102. Сиденко В.М., Грушко ИМ. Основы научных исследований. – Харьков: Вища шк., 1979. – 200 с.
103. Синергетика: перспективы, проблемы, трудности (материалы «круглого» стола). // Вопросы философии. 2006, № 9. – с. 3 – 33.
104. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 1998.
105. Советский энциклопедический словарь. – М.: Большая российская энциклопедия, 2002.
106. Советы молодому ученому / Под ред. Е.Л.Воробейчик. – Екатеринбург: ИЭРиЖ УрО РАН, 2004. – 62 с.
107. Справочник научного работника / А.Р.Мацюк, З.К.Симорот, Я.Н.Шевченко и др. – К.: Наукова думка, 1989. – 328с.
108. Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. – М.: Гардарики, 2006. – 384 с. – С. 156-163.
109. Сторожук, А.Ю. Проблема определения соответствия теории фактам. / А.Ю. Сторожук. // Философия науки. 2003, № 1.
110. Суппес П., Зинес Д. Основы теории измерений / Психологические измерения. – М.: Мир, 1967. С. 9 – 110.
111. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере. – М.: ИНФРА-М, 1998.
112. Урванцев Б.А. Порядок и нормы. – М.: Изд-во стандартов, 1991.
113. Ученый и научный коллектив: социальные аспекты деятельности / Отв. ред. Иванов В.Н. – М.: Прогресс, 1986.
114. Чкалова О.Н. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1978. – 120 с.
115. Штофф В.А. Введение в методологию научного

познания. – Л.: ЛГУ, 1972.

116. Эйнштейн А. Мотивы научного исследования: Собр. научн. тр.: Т.4 -М.: Наука, 1967.

117. Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. – М.: Мир, 1971.

118. Эллиотт С.М., Литвинов Б.В. Основные правила опубликования научно-технических статей в западных технических журналах. – Интернет-ресурс. – <http://www.vniitf.ru/rig/books/cilia/cilia.html>

Приложение А. Методические указания по составлению технического задания к разработке программного обеспечения

Техническое задание (ТЗ) - исходный документ для разработки программного обеспечения (ПО), стандартов либо проведения научно-исследовательских работ (НИР).

ТЗ содержит основные технические требования, предъявляемые к программному продукту; в ТЗ указываются назначение объекта, область его применения, стадии разработки конструкторской (проектной, технологической, программной и т.п.) документации, её состав, сроки исполнения и т. д., а также особые требования, обусловленные спецификой самого объекта либо условиями его эксплуатации. ТЗ разрабатывается заказчиком для разработчика

ТЗ позволяет:

обим сторонам:

- представить готовый продукт;
- выполнить пунктную проверку готового продукта

(приёмочное тестирование — проведение испытаний);

- уменьшить число ошибок, связанных с изменением требований в результате их неполноты или ошибочности (на всех стадиях и этапах создания, за исключением испытаний);

заказчику:

- осознать, что именно ему нужно;
- требовать от исполнителя соответствия продукта всем условиям, оговорённым в ТЗ;

исполнителю:

- понять суть задачи, показать заказчику «технический облик» будущего изделия, программного изделия или автоматизированной системы;

- спланировать выполнение проекта и работать по намеченному плану

отказаться от выполнения работ, не указанных в ТЗ.

1 Введение

Во введении описывается назначение технического задания, для кого и для чего оно пишется. Также рассматривается необходимость и точность написания технического задания непосредственно перед самой разработкой программного обеспечения.

А также вкратце описывается предметная область разработки ПО.

2 Общие сведения

2.1 Полное название ПО и ее условное обозначение

Название ПП, в первую очередь, должно отражать главную тематику программы. Не менее важным условием также является краткость названия, легкость, быстрота и безошибочность набора наименования ПП на клавиатуре.

Необходимо провести обоснование каждого слова названия программного продукта и указать аббревиатуру.

2.2 Наименование предприятий (объединений) разработчика и заказчика (пользователя) ПО и их реквизиты

Написать наименование предприятий разработчика и заказчика, их Ф.И.О., контактные телефоны, адреса и т.д.

2.3 Плановые сроки начала и окончания работы по созданию ПО

Плановые сроки начала и окончания работы по созданию ПО должны оговариваться между заказчиком и составителем ТЗ на этапе создания ТЗ, а также указываться в договоре. Продолжительность разработки зависит от сложности ПП, и конечно непосредственно от самого разработчика.

2.4 Сведения об источниках и порядке финансирования работ

Указать источник (спонсор) и порядок финансирования работ.

3 Назначение и цели создания ПО

3.1 Актуальность

В этом разделе необходимо указать причины востребованности, необходимости и незаменимости конкретно данного программного обеспечения. Разъяснить и доказать, что имеющийся ПО соответствует всем современным требованиям и стандартам.

Актуальность – востребованность, необходимость и незаменимость конкретно данного ПО в текущий момент времени для решения определенной проблемы.

Пример актуальности разработки информационно-обучающей системы

Актуальность разработки информационно-обучающей системы обусловлена как научными целями расширения представлений об информационных процессах обучения, так и практическими целями создания более эффективных информационно-обучающих систем, *внедрение которых способствует* повышению качества образования

в условиях кредитной системы обучения.

Пример актуальности разработки автоматизированной информационной системы

Из-за недостаточного количества научных исследований в области разработки автоматизированной информационной системы, где мало изучены способы передачи, хранения, и представления информации в режиме реального времени, с точки зрения принципов уменьшения затрат труда и времени, и требуется разработка новых методов решения задач автоматизации и проведение дополнительных исследований.

3.2 Область применения

Указать те сферы деятельности (конкретные отрасли), в которых может использоваться данный ПП.

3.3 Идеология программного обеспечения

Идеология разработки ПО – система взглядов и идей, в которых раскрывается концепция и глобальная цель, ориентированная на перспективу будущего

Функция идеологии состоит не в том, чтобы предложить нам способ ускользнуть от действительности, а в том, чтобы *представить саму действительность как укрытие от некоей травматической, реальной сущности.*

Примеры идеологий:

- Разработка Интернет-магазина

Улучшение качества сервиса предоставления товаров и услуг *с помощью* компьютера *через* Интернет.

- Разработка Антивируса

Защита компьютеров от вирусов, *путем* сравнения их с базой данных вредоносных кодов.

- Разработка информационного обеспечения системы по выдаче напитков

Автоматизация продажи, доступность, сервис *за счет* независимости от человеческого фактора

3.4 Постановка проблемы

В этом пункте нужно указать проблемы, которые решает разработка ПП.



Рисунок 1А- Пример схемы проблем темы исследования Вирусов

3.5 Постановка задачи

Формализованная (математическая) постановка задачи:

Пусть....тогда. Необходимо чтобы...

Эффективное решение данной задачи может быть достигнуто при условии....

Требуется, чтобы...

Для решения этой проблемы требуется...

3.6 Цель разработки ПО

Необходимо сформулировать конкретную, четкую цель.

Продумать на какой основе, для чего, каким методом и с какой целью будет разрабатываться ПО, и в чем будет его отличие от других подобных ему ПО.

Примеры целей разработки:

• «Программа тестирования»

Разработка программы тестирования для автоматизации проверки уровня знаний учащихся путем определения количества правильных ответов, отличающейся измерением времени затраченного на их ответ с учетом уровня сложности.

- **Разработка ПО банкомата**

Разработка ПО банкомата для поддержки принятия решений выдачи количества купюр определенным номиналом по запрашиваемой сумме с учетом первоначальной выдачи крупных купюр.

3.7 Задачи исследования

Задачи исследования определяются поставленной целью и представляют собой конкретные последовательные этапы решения проблемы исследования по достижению основной цели. Соответственно для создания ПО необходимо понять суть постановки проблемы и реализовать задачу создания такого ПО.

Пример:

- Анализ
- Разработка модели...
- Разработка алгоритма...
- Разработка ПО...
- Тестирование ПО...
- Отладка ПО...
- Применение...
- Внедрение...

3.8 Преимущества программы

Описываются все положительные особенности («фишки») ПО, которых нет в подобных ему программах.

3.9 Недостатки программы

Недостаток ПО – это список недочетов, «глюков», функций, которые не были учтены или отрицательно влияют на работу ПО. Необходимо перечислить, если таковые имеются.

4 Требования к программному обеспечению

4.1 Требования к структуре и функционированию ПО

4.1.1 Используемая технология создания ПО

Определить технологию создания ПО

4.1.2 Модель ПО

Модель – это упрощенное представление реальности. Модель - это чертеж системы: в нее может входить как детальный план, так и более абстрактное представление системы "с высоты птичьего полета". Хорошая модель всегда включает элементы,

существенно влияющие на результат, и не включает те, которые малозначимы на данном уровне абстракции. Каждая система может быть описана с разных точек зрения, для чего используются различные модели, каждая из которых, следовательно, является семантически замкнутой абстракцией системы. Модель может быть структурной, подчеркивающей организацию системы, или поведенческой, то есть отражающей ее динамику.

Модели позволяют нам наглядно продемонстрировать желаемую структуру и поведение системы. Они также необходимы для визуализации и управления ее архитектурой. Модели помогают добиться лучшего понимания создаваемой нами системы, что зачастую приводит к ее упрощению и возможности повторного использования. Наконец, модели нужны для минимизации риска.

4.1.2.1 Выбор модели

Из данных видов моделей определить вид модели, подходящий для Вашего ПП:

концептуальная модель, модель управления, модель сложности учебных элементов контента, информационная модель.

Выбор модели оказывает определяющее влияние на подход к решению проблемы и на то, как будет выглядеть это решение. Иначе говоря, подходите к выбору модели вдумчиво. Правильно выбранная модель выветит самые коварные проблемы разработки и позволит проникнуть в самую суть задачи, что при ином подходе было бы попросту невозможно. Неправильная модель заведет вас в тупик, поскольку внимание будет заостряться на несущественных вопросах.

4.1.2.2 Обоснование выбранной модели

В этом пункте необходимо написать, почему вы выбрали именно эту модель для представления своего ПО.

4.1.2.3 Построение общей модели

Необходимо нарисовать модель ПО в программе MS Visio или в любом графическом редакторе.

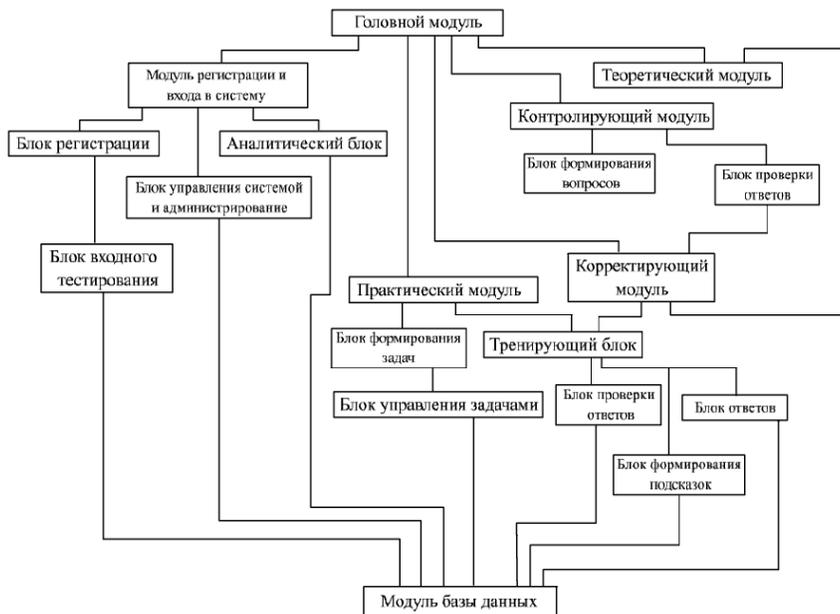


Рисунок 2А – Пример модели обучающей системы

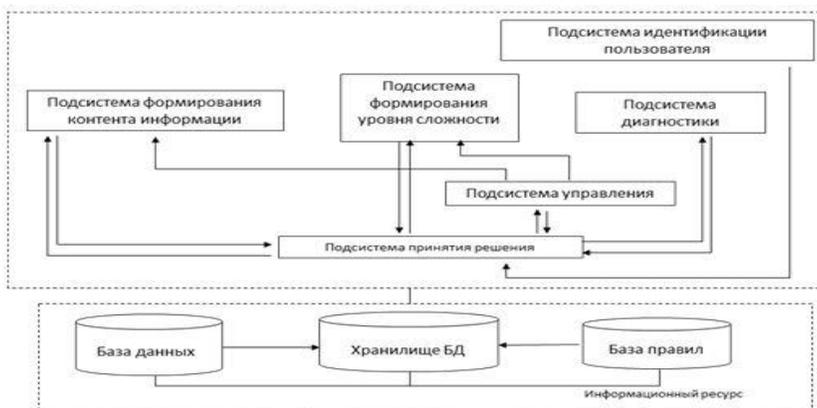


Рисунок 3А – Пример модели информационной системы

4.1.3 Архитектура ПО

Архитектура ПО – это базовая организация системы, воплощенная в ее компонентах, их отношениях между собой и с окружением, а также принципы, определяющие проектирование и развитие ПО.

Архитектура – это набор значимых решений по поводу организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых компоуется ПО, вместе с их поведением, определяемым во взаимодействии между этими элементами, компоновка элементов в постепенно укрупняющиеся подсистемы, а также стиль архитектуры, который направляет эту организацию элементы и их интерфейсы, взаимодействия и компоновку.

В данном разделе необходимо нарисовать архитектуру ПО.

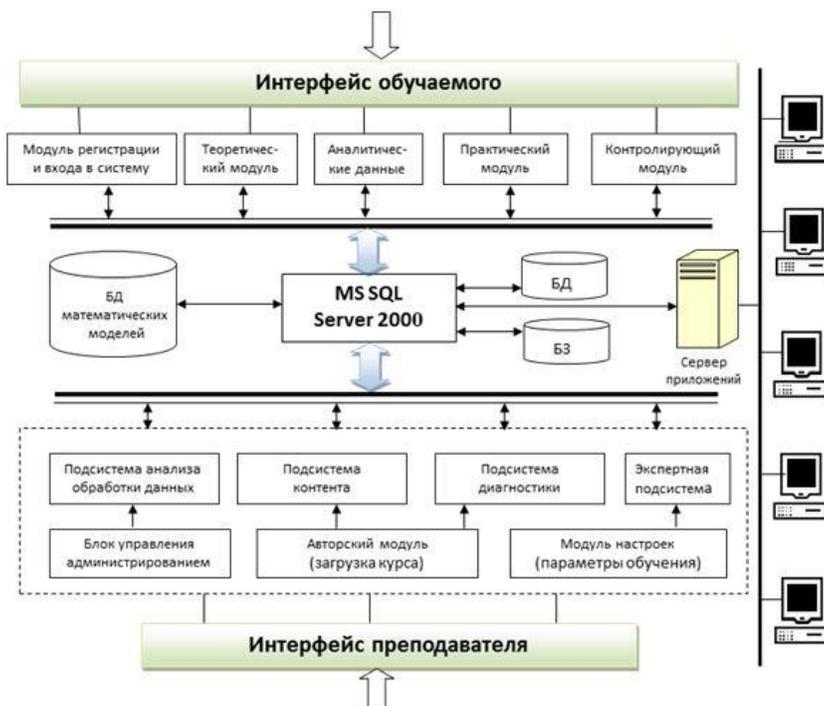


Рисунок 4А – Пример архитектуры информационно-обучающей системы

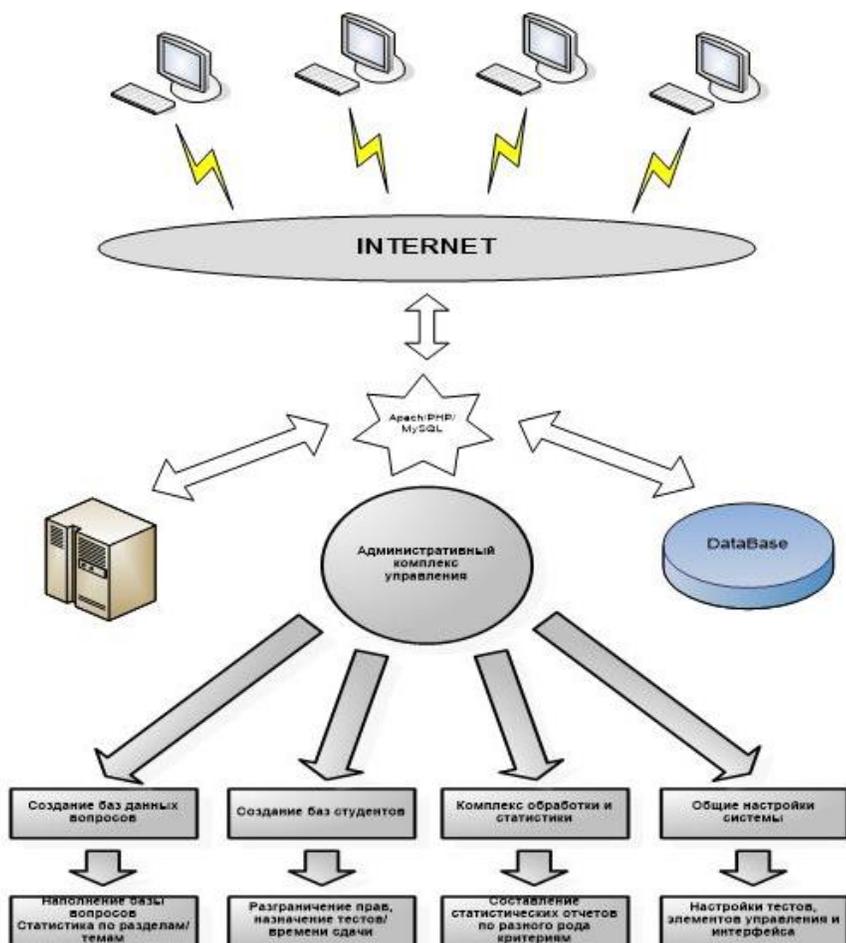


Рисунок 5А – Пример архитектуры web-системы тестирования on-line

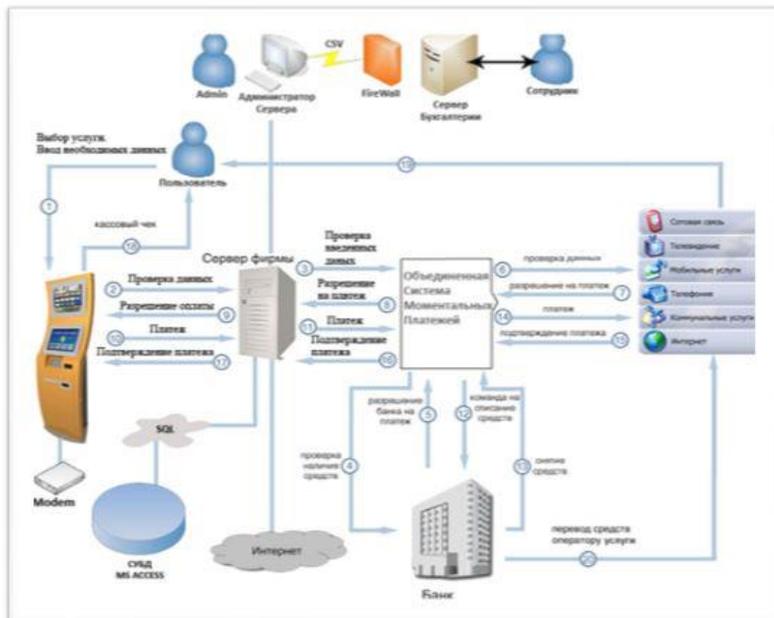


Рисунок 6А – Пример архитектуры системы банкомата

4.1.4 Объем, состав текстовой и графической информации

Объем текстовой, графической, мультимедийной информации в Мб, количество файлов.

4.1.5 Общий объем ПО

Общий объем ПО в Мб.

4.1.6 Требования к информационному обеспечению ПП

4.1.6.1 Структура баз данных

Необходимо представить структуру БД в виде даталогической модели. Даталогическая модель (физическая модель) – это модель состоящая из таблиц и связей между ними.

Пример структура БД ПО справочника владельца видеотеки (разработана в Access) на рисунке 7А.

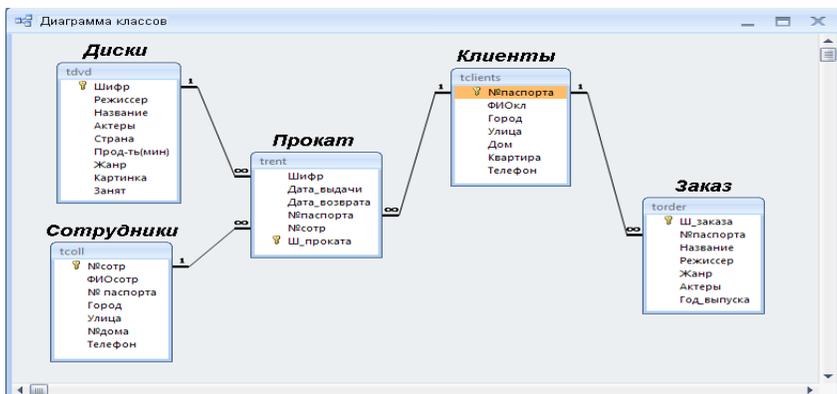


Рисунок 7А – Пример структуры базы данных

4.1.6.2 Технологии доступа к данным

ODBC- Это программные интерфейсы (API) на языке С для подключения приложений к различным СУБД. При подключении при помощи ODBC приложение становится независимым от используемого источника данных (и от используемой СУБД). Независимость реализуется с помощью промежуточных библиотек, которые включают в себя код, специфичный для данной СУБД, и которые предоставляют унифицированный интерфейс для ODBC-приложений. Такие библиотеки называются ODBC-драйверами, и их обычно предоставляют сами разработчики СУБД.

OLE DB – гибрид ODBC и COM, то есть для доступа к данным в ней используются не API на языке С, а COM-интерфейсы. То есть эта технология предоставляет объектно-ориентированный интерфейс для любых языков программирования, совместимых с COM, а не только для Visual C++.

RDO – (Remote Data Objects – удалённые объекты данных). DAO – это Data Access Objects (объекты доступа к данным). Первоначально эта технология была создана как COM-интерфейс для работы с СУБД Jet, которая позволяла работать с базами данных Microsoft Access и любыми, для которых имелись драйверы ODBC. ADO- ActiveX Data Object (ActiveX-объекты для доступа к данным). Следует отметить, что это одна из самых популярных (после ODBC) технологий, разработанных в этой области корпорацией Microsoft.

ADO – ActiveX Data Object (ActiveX-объекты для доступа к данным). Следует отметить, что это одна из самых популярных (после ODBC) технологий, разработанных в этой области корпорацией Microsoft. На самом деле ADO - это просто ещё одна надстройка над уже существующими технологиями всё той же корпорации. В ней используются ActiveX-компоненты, являющиеся надстройками над API OLE DB, которое само по себе, в общем-то, не так уж и удобно в применении. ADO, конечно, вносит дополнительный уровень, который сказывается на производительности приложений, однако это так хорошо отражается на времени разработки, что технология намного популярнее, чем, собственно, OLE DB. Ещё один её плюс - возможность использования объектов для доступа к данным из скриптовых языков, таких, как VBScript или Jscript. Здесь немалую роль играет возможность её использования при программировании на ASP для разработки web-приложений.

ADO.NET – Новое поколение объектов для работы с данными, где вместо ActiveX-компонентов используются компоненты .NET. MDAC- Microsoft Data Access Components (компоненты доступа к данным корпорации Microsoft) – это общее название ODBC, OLE DB и ADO. Или, если быть точным, это совокупность библиотек, обеспечивающих работу перечисленных технологий.

4.1.6.3 Требования к запросам пользователей данных из базы

Приводиться список запросов БД

Запросы – это выходные данные, структурированные определенным образом.

Пример БД ВУЗа:

Выдать список студентов факультета ИТ с фамилией на букву А, имеющих хотя бы одну не сдачу экзамена 2 семестра.

Выдать список преподавателей ведущие предметы по специальности БВТ 1курса, по которым студенты получили наименьшее количество баллов, но в анкетировании «Преподаватель глазами студента», указали наибольший бал.

4.1.6.4 Требования к исходным кодам и языкам программирования

Язык программирования. Указать в какой среде программирования будет реализована программа.

Язык программирования. Указать в какой среде программирования будет реализована программа.

- Borland Delphi
- PHP
- Flash
- MS Visual Basic
- MS Visual Basic.Net
- MS Visual C++
- MS Visual C#
- MS Visual Java# и т.д.

4.1.6.5 Методы разработки ПО

Выбрать и обосновать метод разработки ПО. Важнейшие методы разработки ПО – это ООП и алгоритмический(традиционный) методы. В первом случае в качестве основного строительного блока выступает объект или класс. В самом общем смысле объект - это сущность, обычно извлекаемая из словаря предметной области или решения, а класс является описанием множества однотипных объектов. Каждый объект обладает идентичностью (его можно поименовать или как-то по-другому отличить от прочих объектов), состоянием (обычно с объектом бывают связаны некоторые данные) и поведением (с ним можно что-то делать или он сам может что-то делать с другими объектами). А во втором случае, основным строительным блоком является процедура или функция, а внимание уделяется прежде всего вопросам передачи управления и декомпозиции больших алгоритмов на меньшие. Ничего плохого в этом нет, если не считать того, что системы не слишком легко адаптируются. При изменении требований или увеличении размера приложения (что происходит нередко) сопровождать их становится сложнее.

Современные теории и методы разработки ПО:

- Теория принятия решений
- Экспертные системы
- Методы алгоритмов и автоматов
- Моделирование систем и UML
- Дерево решений

- Нечеткие множества и логика
- Численные методы
- Кластерный анализ
- Базы данных и базы знаний
- Нейронные сети и нейроинформатика
- Генетические алгоритмы и естественный отбор
- Разреженный гиперкуб
- Теория игр

4.1.7 Требования к программным средствам

Операционные системы, на которых будет работать программное обеспечение.

4.1.8. Алгоритм работы программы

«Алгоритм – это конечный набор правил, который определяет последовательность операций для решения конкретного множества задач и обладает пятью важными чертами: конечность, определённая, ввод, вывод, эффективность». (Д. Э. Кнут)

Необходимо представить блок-схему работу программы.

Основные символы в схемах алгоритма



Рисунок 8А – Основные символы в схемах алгоритма

4.2 Требования к надежности:

4.2.1.Требования к обеспечению надежного функционирования программы

Надежность – это вероятность безотказной работы ПО. Определить надежность ПО (в %). Расчет надежности приведен в приложении В

4.2.2.Время восстановления после отказа

Определить время восстановления программы, в случае отказа работы ПО.

4.2.3.Отказы из-за некорректных действий пользователей системы

Наличие отказов в системе из-за некорректных действий пользователя. Если таковые имеются, то указать какие именно отказы будут присутствовать, и какие действия нужно предпринять для их устранения.

4.3.Опеспечение защищенности программного продукта

4.3.1.Защита авторских прав

Обязательно в программе должна иметься форма об авторе с его личными данными и контактами.

4.3.2.Защита информации

4.3.2.1.Способы защиты

Каким способом будет произведена защита? Какие методы защиты будут использоваться?

На основе аналитических данных необходимо определить оптимальное для данной пункта сочетание мер и средств защиты ПП. В рамках законодательных мер можно говорить лишь о механизмах повышения раскрываемости нарушений прав производителя ПП, организационные меры определяются оговоренным ранее протоколом передачи продукта пользователю. В рамках же технических мер можно говорить не только о как таковой системе защиты ПО, но и средствах отслеживания фактов появления нелегальных версий ПО в глобальной сети, технических средствах выявления злоумышленников и т.п. Таким образом, данный этап определяет роль и место системы защиты ПО в комплексе мер по защите продукта.

4.3.2.2.Алгоритм защиты

Указать конкретный алгоритм защиты информации и методы шифрования

На данном этапе производится выбор конкретного вида

системы защиты. Иными словами, разработчики выбирают: устанавливать систему защиты от копирования («привязка» к ПК пользователя, к дистрибутивному носителю, физической дорожке жёсткого диска пользователя и т.п.) или систему защиты от использования (запрос пароля/серийного кода, ключевого файла, ключевого диска, электронного ключа). Как правило, выбор зависит от большого числа факторов, определённых на более ранних этапах процесса разработки системы защиты ПО. Многие, также, зависят и от соотношения стоимости копии программного продукта и стоимости копии системы его защиты.

4.3.2.3. Защита от вирусов

Каким способом можно защитить ПО от вирусов (например, какой антивирусной программой)?

4.3.2.4. Защита от атак

Также описать метод (алгоритм) защиты ПО от атак.

4.3.2.5. Защита от взлома

Также описать применяемый метод защиты ПО от взлома.

4.4 Требования к эксплуатации

4.4.1 Условия эксплуатации

4.4.1.1 Климатические условия эксплуатации

Указать зависит ли работа программы от климатических условий, и если зависит, то от каких именно. При определении зависимости работы программы от климатических условий, детально расписать работу ПО при различных климатических условиях.

4.4.1.2 Требования к квалификации и численности персонала

Перечислить минимальные требования к квалификации и численности персонала.

4.4.2 Разработка инструкции помощи пользования

Обязательно каждый ПО должен содержать инструкцию помощи пользования Help, содержащий предметный указатель, поиск по ключевым словам, об авторе, пример выполнения (если это какая-либо обучающаяся система), сайт в Интернете (если таковой имеется). Файл помощи желательно создавать в формате *.hlp, например, с помощью таких программ как Help Manual.

4.5 Технические требования:

4.5.1 Основной диапазон разрешения мониторов, на которых будет просматриваться ПО

Перечислить диапазон разрешения мониторов, на которых будет просматриваться ПП.

4.5.2 Минимальное разрешение монитора, в котором будет просматриваться ПО.

Указать минимальное разрешение монитора, в котором будет просматриваться ПО.

4.5.3 Минимальные требования ПК

Перечислить минимальные требования к ПК, при которых ПО может безотказно работать.

4.5.4 Рекомендуемая конфигурация компьютера

Перечислить рекомендуемую конфигурацию ПК, при которых ПП будет полноценно работать.

4.6. Специфические требования:

4.6.1 Адаптивность ПП

Адаптивность функционирования модели достигается, если все компоненты модели согласованы между собой, т.е. выработаны и строго соблюдаются правила взаимодействия компонент. Кроме того должна присутствовать возможность гибкой (эффективной, оперативной, непрерывной) реорганизации процессов (функций, ресурсов), реализующих внутреннюю структуру каждого компонента при условии соблюдения установленных правил взаимодействия с другими компонентами.

Адаптация ПП – комплекс работ по изменению типовой базовой версии программ, реализующий требования заказчика согласно техническому заданию. В соответствии с техническим заданием выполняется настройка ПП под специфику учета на предприятии. Создаются формы ввода данных и получения информации.

Программный продукт должен приспособливаться к компьютеру и пользователю.

Возможность создания персонального агента.

Способность ПО приспособливаться к различным окружениям без проведения для этого действий, помимо заранее предусмотренных.

4.6.2 Интеллектуальное развитие ПП

В процессе работы программного обеспечения оно может пополнять базу своих знаний, а также формировать мнение о пользователе. С учетом этого принимать то или иное решение.

4.6.3 Системность ПО

Работает ли ПП на системном уровне? Является ли ПП системным?

4.6.4 Полнофункциональность ПП

Полнофункциональность – это наличие ПО на одном носителе информации.

Раскрыть и доказать полнофункциональную работу ПП.

4.6.5 Целостность ПП

До конца ли разработан программный продукт или требуются дополнительные модули.

4.6.6 Качество

Качество программного обеспечения – способность программного продукта подтвердить свою спецификацию при условии, что спецификация ориентирована на характеристики, которые желает получить пользователь.

Фактор качества ПО – это нефункциональное требование к программе, которое обычно не описывается в договоре с заказчиком, но, тем не менее, является желательным требованием, повышающим качество программы.

4.6.6.1 Функциональность

Способность ПО в определенных условиях решать задачи, нужные пользователям. Определяет, что именно делает ПО, какие задачи оно решает.

Функциональность программного обеспечения - способность программного продукта выполнять набор функций:

- определенных в его внешнем описании;
- удовлетворяющих заданным или подразумеваемым потребностям пользователей.

4.6.6.2 Надежность

Способность ПО поддерживать определенную работоспособность в заданных условиях.

Надежность программного обеспечения - способность программного продукта безотказно выполнять определенные функции при заданных условиях в течение заданного периода времени с достаточно большой вероятностью.

Степень надежности характеризуется вероятностью работы программного продукта без отказа в течение определенного периода времени.

4.6.6.3 Легкость применения

Способность ПО быть удобным в обучении и использовании, а также привлекательным для пользователей.

4.6.6.4 Эффективность

Способность ПО при заданных условиях обеспечивать необходимую работоспособность по отношению к выделяемым для этого ресурсам. Можно определить ее и как отношение, получаемых с помощью ПО результатов к затрачиваемым на это ресурсам.

Эффективность программного обеспечения - отношение уровня услуг, предоставляемых программным продуктом пользователю при заданных условиях, к объему используемых ресурсов.

4.6.6.5 Сопровождаемость

Удобство проведения всех видов деятельности, связанных с сопровождением программ.

Сопровождаемость программного обеспечения - характеристики программного продукта, позволяющие минимизировать усилия по внесению в него изменений:

- для устранения ошибок;
- для модификации в соответствии с изменяющимися потребностями пользователей.

4.6.6.6 Изучаемость

Показатель, обратный к усилиям, затрачиваемым пользователями чтобы научиться работе с ПО.

4.6.6.7 Модифицируемость

Расширяемость, структурированность, модульность.

4.6.6.8 Мобильность

Способность ПО сохранять работоспособность при переносе из одного окружения в другое, включая организационные, аппаратные и программные аспекты окружения, способность ПО и компьютерной системы в целом сохранять работоспособность при ее физическом перемещении в пространстве.

Мобильность программного обеспечения - способность программного обеспечения работать на различных аппаратных платформах или под управлением различных операционных систем.

4.6.6.9 Завершенность

Величина, обратная к частоте отказов ПО.

4.6.10 Точность

Способность выдавать нужные результаты (например, с определенным доверительным интервалом).

4.6.6.11 Автономность

Свойство, характеризующее способность ПС выполнять предписанные функции без помощи или поддержки других компонент программного обеспечения.

4.6.6.12 Устойчивость

Способность поддерживать заданный уровень работоспособности при отказах и нарушениях правил взаимодействия с окружением.

4.6.6.13 Защищенность

Способность предотвращать неавторизованный, т.е. без указания лица, пытающегося его осуществить, и не разрешенный доступ к данным и программам.

4.6.6.14 П-документированность

Свойство, характеризующее наличие, полноту, понятность, доступность и наглядность учебной, инструктивной и справочной документации, необходимой для применения ПС.

4.6.6.15 Информативность

Свойство, характеризующее наличие в составе ПО информации, необходимой и достаточной для понимания назначения ПС, принятых предположений, существующих ограничений, входных данных и результатов работы отдельных компонент, а также текущего состояния программ в процессе их функционирования.

4.6.6.16 Коммуникабельность

Свойство, характеризующее степень, в которой ПС облегчает задание или описание входных данных, а также обеспечивает выдачу полезных сведений в форме и с содержанием, простыми для понимания.

4.6.6.17 Временная эффективность

Способность ПО выдавать ожидаемые результаты, а также обеспечивать передачу необходимого объема данных за отведенное время.

4.6.6.18 Эффективность по памяти

Мера, характеризующая способность ПС выполнять возложенные на него функции при определенных ограничениях на используемую память.

4.6.6.19 Эффективность по устройствам

Мера, характеризующая экономичность использования устройств машины для решения поставленной задачи.

4.6.6.20 С-документированность

Свойство, характеризующее с точки зрения наличия документации, отражающей требования к ПО и результаты различных этапов разработки 10 данной ПО, включающие возможности, ограничения и другие черты ПО, а также их обоснование.

4.6.6.21 Понятность

Показатель, обратный к усилиям, затрачиваемым пользователями, чтобы воспринять набор понятий, на которых основано ПО, и их применимость для решения своих задач.

4.6.6.22 Структурированность

Свойство, характеризующее программы ПС с точки зрения организации взаимосвязанных их частей в единое целое определенным образом (например, в соответствии с принципами структурного программирования).

4.6.6.23 Удобочитаемость

Удобочитаемость программного обеспечения - характеристики программного продукта, которые:

- позволяют минимизировать усилия пользователей по подготовке исходных данных, применению программного продукта и оценке полученных результатов;
- позволяют вызывать положительные эмоции определенного или подразумеваемого пользователя.

Свойство, характеризующее легкость восприятия текста программ ПО (отступы, фрагментация, формативность).

4.6.6.24 Расширяемость

Свойство, характеризующее способность ПО к использованию большего объема памяти для хранения данных или расширению функциональных возможностей отдельных компонент.

4.6.6.25 Модульность

Свойство, характеризующее ПО с точки зрения организации его программ из таких дискретных компонент, что изменение одной из них оказывает минимальное воздействие на другие компоненты.

4.6.6.26 Независимость от устройств

Свойство, характеризующее способность ПО работать на разнообразном аппаратном обеспечении (различных типах, марках, моделях ЭВМ).

5 Психологические особенности

5.1 Дизайн ПП

5.1.1 Эстетическое обоснование

Обосновать с точки зрения эстетики стиль программы.

5.1.2 Выбор стиля

Выбор стиля для дизайна оболочки программного обеспечения и обоснование его выбора, почему именно он выбран.

Например, стиль Hi-Tech, Art-deco, Минимализм, Эклектика, Ретро, Классика, Индустриализм и т.д.

5.1.3 Цветовое решение

Перечислить цветовую гамму и ее обоснование. Цветовая палитра должна соответствовать выбранному стилю.

5.2 Расположение элементов интерфейса

Графически изобразить, как будет выглядеть форма (окно программы) и, соответственно, обосновать расположение каждого элемента на форме с точки зрения функциональности и удобства.

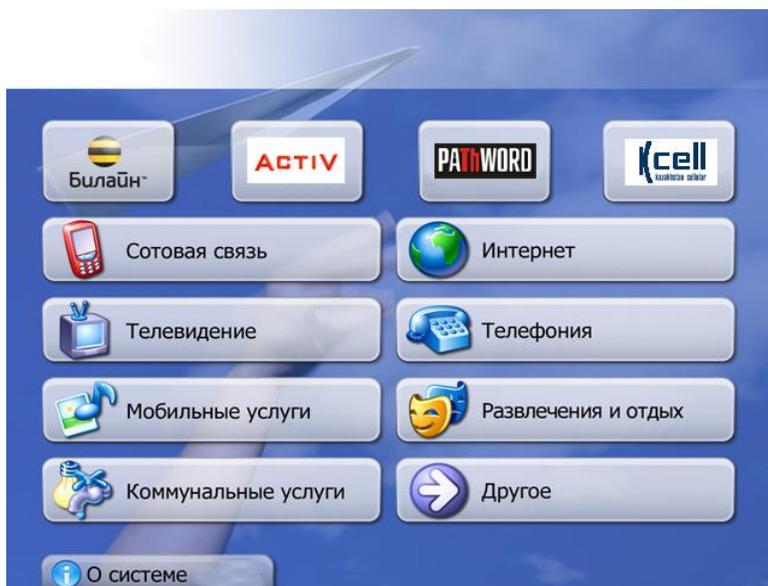


Рисунок 9А – Пример интерфейса системы банкомат

5.3 Эргономика

Эргономика – дружелюбность ПО. Дружелюбный и приятный интерфейс, сообщения об ошибках «мягкие».

5.4 Предполагаемая аудитория

5.4.1 Возраст пользователей

Указать возрастные рамки пользователей.

5.4.2 Тип людей

На какой тип людей разработан данный ПО.

5.4.3 Сфера деятельности

Для людей какой сферы деятельности разработан ПО.

5.4.4 Темперамент пользователей

Влияние темперамента пользователей на работу ПО.

6 Экономическое обоснование

6.1 Разработка бизнес-плана

Бизнес-план – это техника экономического расчета программной стоимости ПП.

Включает в себя расчеты сметы затрат, стоимости разработки ПО, стоимости одного CD ПП, экономической эффективности.

6.2. Расчет стоимости

6.2.1 Расчет сметы затрат

В расчете сметы затрат нужно рассчитать все затраты, произведенные на реализацию данного ПП, такие как стоимость оборудования (ПК, оргтехника), зарплата, услуги (коммунальные, перевод информации на другой язык, интернет и т.д.), материалы (канц. товары, CD, стол, стул и т.д.), ПО (Windows, антивирусная система, языки программирования) и прочие.

6.2.2 Расчет стоимости разработки программного обеспечения

Стоимость разработки включает в себя все затраты и интеллектуальный труд.

Интеллектуальный труд – это оценка (в тенге или \$) всех возможностей ПО. Каждую возможность (не менее 15) необходимо написать и оценить.

6.2.3 Расчет стоимости одного CD программного продукта

Воспользуемся грубым расчетом.

Для расчета стоимости одного CD необходимо проанализировать рынок сбыта ПП и количество потенциальных потребителей (P) данного ПО. Обосновать.

В начале необходимо провести расчет себестоимости (С) ПО.
 $C = \text{Затраты} / P$

Предположим, потенциальных потребителей ≈ 1000 , затраты ≈ 10000

$10000 + 20000 = \text{стоимость разработки}$

30% от всех возможностей + окупить затраты

Рассчитаем себестоимость ПО:

$C = 10000 / 1000 = 10\%$ - затраты покрыты

6.3 Расчет экономической эффективности

Экономическая эффективность подразумевает в себе доходы от разработки и продаж, чистая прибыль.

Чистая прибыль = доходы – налоги – затраты. Исходя из этой формулы рассчитать чистую прибыль и привести расчет.

Доход включает в себя все денежные средства, полученные от продажи ПО.

Налоги (НДС) = 12% (если доход не превышает 1 млн.\$)

6.4 PR-компания

6.4.1 Анализ рынка сбыта

Провести анализ рынка сбыта ПО и определить места поставки разрабатываемого ПП.

6.4.2 Проведение рекламной компании по раскрутке ПО.

Описание всех рекламных компаний (акций), которые будут проводиться по раскрутке данного ПО. Если будут использоваться СМИ, то указать их названия.

7 Стадии и этапы разработки ПО

7.1 Стадии разработки

Стадии разработки – это несколько этапов, в течение которых разрабатывается ПО.

7.2. Этапы разработки

Перечислить этапы разработки (их названия и количество).

7.3. Содержание работ по этапам

Поэтапно расписать, что будет включать в себя каждый этап разработки

8 Тестирование и отладка ПО

8.1 Тестирование и отладка ПО

Существует множество методов отладки, которые могут быть классифицированы и систематизированы с учетом особенностей разработки программного обеспечения. Наиболее перспективными из них, с точки зрения повышения надежности программ, являются методы автоматизированного тестирования, так как автоматизация позволяет увеличить производительность процесса отладки и уменьшить вероятность привнесения ошибок на этом этапе.

Тестирование ПП - это процесс исследования (сопоставления) программы на некотором наборе данных, для которого заранее известен результат применения или известны правила поведения этой программ.

Тестирование ПП - это процесс оценки качества программного продукта для выявления в нем возможных потенциальных ошибок.

Классификация ошибок

В соответствии с этапом обработки, на котором проявляются ошибки, различают:

- синтаксические ошибки - ошибки, фиксируемые компилятором (транслятором, интерпретатором) при выполнении синтаксического и частично семантического анализа, программы;
- ошибки компоновки - ошибки, обнаруженные компоновщиком (редактором связей) при объединении модулей программы;
- ошибки выполнения - ошибки, обнаруженные операционной системой, аппаратными средствами или пользователем при выполнении программы.

А также:

- Орфографические
- Стилистические
- Синтаксические
- Пунктуационные
- Логические
- Функциональные
- Технические

- Программные
- Алгоритмические
- Оптимизационные
- Психологические
- Семантические
- Специфические и др.

Отладка - это процесс локализации и исправления ошибок, обнаруженных при тестировании программного обеспечения. Локализацией называют процесс определения оператора программ выполнение которого вызвало нарушение нормального вычислительного процесса. Для исправления ошибки необходимо определить ее причину, т.е. определить оператор или фрагмент, содержащие ошибки. Причины ошибок могут быть как очевидны, так и очень глубоко скрыты.

Методы отладки программного обеспечения

Отладка программы в любом случае предполагает обдумывание и логическое осмысление всей имеющейся информации об ошибке. Большинство ошибок можно обнаружить по косвенным признакам посредством тщательного анализа текстов программ и результатов тестирования без получения дополнительной информации. При этом используют различные методы:

- ручного тестирования;
- индукции;
- дедукции;
- обратного прослеживания.

Метод ручного тестирования. Это самый простой и естественный способ данной группы. При обнаружении ошибки необходимо выполнить тестируемую программу вручную, используя тестовый набор, при работе с которым была обнаружена ошибка. Метод очень эффективен, но не применим для больших программ, программ со сложными вычислениями и в тех случаях, когда ошибка связана с неверным представлением программиста о выполнении некоторых операций. Данный метод часто используют как составную часть других методов отладки.

Метод индукции. Метод основан на тщательном анализе симптомов ошибки, которые могут проявляться как неверные результаты вычислений или как сообщение об ошибке. Если компьютер просто «зависает», то фрагмент проявления ошибки вычисляют, исходя из последних полученных результатов и действий пользователя. Полученную таким образом информацию

организуют и тщательно изучают, просматривая соответствующий фрагмент программы. В результате этих действий выдвигают гипотезы об ошибках, каждую из которых проверяют. Если гипотеза верна, то детализируют информацию об ошибке, иначе - выдвигают другую гипотезу.

Самый ответственный этап - выявление симптомов ошибки. Организуя данные об ошибке, целесообразно записать все, что известно о ее проявлениях, причем, фиксируют, как ситуации, в которых фрагмент с ошибкой выполняется нормально, так и ситуации, в которых ошибка проявляется. Если в результате изучения данных никаких гипотез не появляется, то необходима дополнительная информация об ошибке. Дополнительную информацию можно получить, например, в результате выполнения схожих тестов.

В процессе доказательства пытаются выяснить, все ли проявления ошибки объясняет данная гипотеза, если не все, то либо гипотеза не верна, либо ошибок несколько.

Метод дедукции. По методу дедукции вначале формируют множество причин, которые могли бы вызвать данное проявление ошибки, затем анализируя причины, исключают те, которые противоречат имеющимся данным. Если все причины исключены, то следует выполнить дополнительное тестирование исследуемого фрагмента, в противном случае наиболее вероятную гипотезу пытаются доказать. Если гипотеза объясняет полученные признаки ошибки, то ошибка найдена, иначе – проверяют следующую причину.

Метод обратного прослеживания. Для небольших программ эффективно применение метода обратного прослеживания. Начинают с точки вывода неправильного результата. Для этой точки строится гипотеза о значениях основных переменных, которые могли бы привести к получению имеющегося результата. Далее, исходя из этой гипотезы, делают предположения о значениях переменных в предыдущей точке. Процесс продолжают, пока не обнаружат причину ошибки.

Методы и средства получения дополнительной информации

Для получения дополнительной информации об ошибке можно выполнить добавочные тесты или использовать специальные методы и средства:

- отладочный вывод;
- интегрированные средства отладки;

- независимые отладчики.

8.2.Тестирование на вредоносный код

Существует масса программных продуктов, тестирующих программы на вредоносный код. Необходимо указать такие программы, протестировать и сделать вывод.

8.3.Методика испытаний

Необходимо указать, будет ли тестироваться ПО и какими методами.

9 Порядок контроля и приемки

9.1 Общие требования к приемке работы

9.1.1 Срок приема-сдачи ПО

Сроки приема-сдачи ПО оговариваются между заказчиком и составителем ТЗ на этапе создания ТЗ.

9.1.2.Условия приема сдачи

ПО должен полностью соответствовать всем пунктам технического задания. Выполнимость договорных отношений должна быть 100%.

9.2.Протокол испытаний

В протоколе испытаний указываются все проведенные испытания над данным ПО и их результаты.

9.3.Акт выполненных работ

В этом пункте следует указать все виды работ, выполненные над данным ПО.

Приложение Б. Пример отзыва научного руководителя

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ о работе _____ на тему «Разработка многокритериальной модели диагностики уровня знаний»

Исследование моделей и алгоритмов эффективного управления знаниями и применение их в разработке информационно-обучающей системы расширяет возможности программы и делает ее принципиально новой по сравнению с другими разработками.

Автоматизированные компьютерные системы диагностики знаний, работающие по адаптивным алгоритмам, разработанные в работе, позволяют при сохранении надежности полученных результатов уменьшить затраты труда и времени на диагностику знаний.

Достоверность полученных в работе результатов, выводов и рекомендаций подтверждается результатами практического использования и экспериментальным внедрением в организациях образования.

Работа полностью выполнена автором самостоятельно. Основной новизной работы и личностным вкладом можно отметить следующее:

- предложена многокритериальная модель оценки уровня знаний обучаемого, учитывающая особенности информационного процесса обучения;
- впервые в модели предложен критерий уровня сомнений пользователя во время прохождения тестирования;
- разработан метод диагностики уровня знаний на основе свертывания множества критериев в суперкритерий;
- разработана база знаний, состоящая из правил принятия решений выставления оценки;
- впервые реализована программа тестирования на основе многокритериальной модели принятия решений, обеспечивающая объективную оценку уровня знаний.

Считаем, что работа А. Кусаиновой может быть представлена к защите и заслуживает высокой оценки.

**Профессор Международного
университета информационных
технологий, д.т.н.**

Петров А.В.

РЕЦЕНЗИЯ
на научно-исследовательскую работу

**по теме «Система учета заказов на основе сенсорного
экрана для iРесторана японской кухни»**

Разработка автоматизированной системы для заказа блюд в ресторане, отличающейся возможностью заказов блюд по индивидуальному электронному динамическому меню, меняющегося с учетом продуктов на складе, является достаточно актуальной задачей.

В первом разделе автором представлен обзор объекта исследования.

Во втором разделе автор привел результаты компьютерного моделирования системы.

В третьем разделе сформулирована актуальность задачи разработки и исследования, требования к системе, разработан и описан программный продукт, приведены скрины интерфейса и подробно описано функциональное обеспечение. В четвертом разделе проведен расчет технико-экономического обоснования стоимости разработки проекта, рассчитаны затраты на разработку, подсчитаны основные экономические показатели.

К числу новых частных результатов могут быть отнесены:

- разработка структуры базы данных для системы, отличающаяся возможностью заказов блюд по индивидуальному электронному динамическому меню, меняющегося с учетом продуктов на складе;

- автоматизированная система для учета продуктов при заказе блюд в ресторане;

- разработка функция автоматического формирования кассового чека с расчетом итоговой суммы.

Практическая значимость работы заключается в том, что данная система может применяться в системе общественного питания: в столовых, в кафе, в ресторане, в системе фастфуд для повышения качества обслуживания клиентов.

К недостаткам работы можно отнести то, что автор не увидел и не отразил в работе дальнейшие шаги исследования.

Рецензируемая работа удовлетворяет требованиям, заслуживает высокой оценки и рекомендуется для защиты.

Рецензент
Профессор Международного университета
информационных технологий,
доктор технических наук

Иванов А.А.

**Приложение Г. Шаблон экспертного заключения для
публикации статьи**

«Утверждаю»

« ____ » _____ 200__ г.

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о возможности опубликования материалов в печати и других
средствах массовой информации

Экспертная комиссия

(эксперт) _____

(наименование министерства, ведомства, организации)

рассмотрев _____

(наименование материалов, ф.и.о. авторов)

подтверждает, что в материалах:

(содержатся ли сведения, подлежащие защите от разглашения)

Заключение _____

Председатель комиссии (эксперт)

(ф.и.о., должность)

(подпись)

Приложение Д. Пример акта внедрения**Институт повышения квалификации
и переподготовки кадров системы образования г. Алматы****"УТВЕРЖДАЮ"****Директор ИПК ПКСО г. Алматы**

“ ____ ” _____ 200__ г.

А К Т**об использовании результатов
научной работы**

Комиссия в составе: председатель _____, члены комиссии: _____, _____ составили настоящий акт о том, что результаты научной работы “Информационно-обучающая система на основе многокритериальной модели принятия решений” Иванова А.В. использованы при разработке программы квалификационного тестирования в институте повышения квалификации и переподготовки кадров системы образования (ИПК ПКСО) г. Алматы для определения соответствия заявленному уровню квалификации педагогических работников г. Алматы.

Использование указанных результатов позволяет: провести анализ текущего уровня знаний педагогических работников образования, сократить затраты на проведение натуральных испытаний, повысить объективность оценки уровня знаний, исключить человеческий фактор и вероятность списывания, формировать неповторяющийся вариант тестирования.

Председатель комиссии
Заведующая Центром естественно-
математического цикла _____

Члены комиссии:
Заведующая кабинетом информатики и
информационных технологий _____

Заведующая учебного центра _____

Приложение Е. Пример научной статьи

ANALYSIS OF MPP-SYSTEMS STRESS TESTING BASED ON BIG DATA

¹VASSILY SERBIN, ²YEVGENIY GORBUNOV

e-mail: ¹serbin.vassiliy@gmail.com, ²gorbunov.yevgeniy@gmail.com

^{1,2}Information systems department,

International Information Technology University

Abstract - The comparative analysis of MPP-systems (Massively parallel processing) stress testing based on Big Data on different software and hardware systems is essential for high-performance computing, both in terms of optimizing the load on existing machines, and from the point of view of new platform procurement policy. The objectives are 14 major marketing SAS campaigns of one of the Kazakhstan Banks. They were selected to assess adequately capabilities of computer systems. Additionally, with the help of specialized tools, the authors analyzed the characteristics of the studied systems of massively parallel architectures.

Keywords: Greenplum, Nettezza, Exadata, SAS-campaign, BigData, high-performance computing, stress testing, MPP-systems

I. INTRODUCTION

Big Data are important in many various areas, such as science, social media, enterprise etc. Banking is the industry where Big Data technologies can be widely applied. Financial institutions have large data arrays, operate in a highly competitive environment and possess enough budget for IT innovation.

Michael Stonebraker [1] claims that many enterprises face with integrating a larger and larger number of data sources with diverse data (spreadsheets, Web sources, XML, traditional DBMSs). Informatica and Cloudera leaders consider as a solution the fact that the Apache Hadoop data management platform is, in many ways, uniquely equipped to handle the volume, variety and velocity of unstructured data being generated within many businesses.

Wei Fan and Albert Bifet [2] stated that “Large quantities of useful data are getting lost since new data is largely untagged file based and unstructured data. The 2012 IDC study on Big Data explains that in 2012, 23% (643 exabytes) of the digital universe would be useful for Big Data if tagged and analyzed. However, currently only 3% of the potentially useful data is tagged, and even less is analyzed”.

According to AnHai Doan, et. al. [3], “Unstructured data has now permeated numerous real-world applications, in all domains. Consequently, managing such data is now an increasingly critical task, not just to our community, but also to many others, such as the Web, AI, KDD, and SIGIR communities”.

The problem is not only to store and manage Big Data, but also to process and retrieve useful

information from it (Kapil Bakshi [4]).

Many organizations have progressively come to understanding of significance of information as a vital asset. As most customers are getting acquainted with Big Data concept, a lot of people are still unsure about the expenses and profits of undertaking new Big Data ventures (Vivekanand Gopalkrishnan et al., [5]).

Although storage capabilities have significantly grown and data stores are available around the world, it is still very hard to capture and store big data efficiently and make it easily accessible (Jameela Al-Jaroodi, et al., [6]).

Big Data is able to solve almost all of the key tasks of banks such as customer acquisition, improving service quality, assessment of borrowers, combating fraud, etc. By increasing the speed and quality of reporting, increasing analysis depth, participating in the laundering of illicit funds, Big Data technologies help banks to meet the requirements of financial regulators.

Data collected in banks are unstructured by their nature. Unstructured data are the fastest growing type of data generated today. Experts estimate that 80 to 90 % of data in any organization is unstructured [7, 8]. Big Data paradigm allows to solve the problem of processing unstructured data. Unstructured data like text, data or numeric values are not in a defined schema. To make some sense out of unstructured data some sort of framework needs to be overlaid on the raw data to make it more like information. This is the

reason that Hadoop and similar tools are needed to provide some structure using key value pairs to create some structure where there is no structure.

Methods for working with data are not improved at a rate, with which their volumes grow, and they are not such a product of technology as the results of scientific work, however, emergence of big data problems markedly speeded the trend of research. Today the need to work with unstructured data has become urgent.

The goal of the research is to analyze stress testing MPP-systems based on Big Data for Greenplum, Netezza, Exadata based on Big Data SAS Campaign Management.

II. METHODS AND MATERIALS

Massively parallel processing (MPP) [9] is a class of parallel computing system architectures. A distinctive feature of the architecture is that memory is physically divided. The system is built from the individual nodes, comprising a processor, a local memory bank, communication processors and network adapters, in some cases hard drives and other input-output devices. Only processors of the same node have access to the random access memory bank of the unit. The nodes are connected by special communication channels. A user can define a logical number of the processor to which he or she is connected, and organize the exchange of messages with other processors. Two modes of operation for the operating system are used on the machines of massively parallel

architecture:

- In one mode, the complete operating system runs only on the management machine (front-end), and each node runs a heavily abridged version of the operating system that supports the operation of the branch of the parallel application allocated to it.

- In the second mode, each module operates fully, most often a UNIX-like system which is installed separately.

Large companies' solutions such as EMC Greenplum, IBM Netezza and Oracle Exadata were selected as the objective of the study.

Greenplum Software is a company that is engaged in development of a DBMS for data warehouses. The company specializes in Enterprise Data Cloud solutions for large-scale data warehousing and analytical systems. Greenplum Database DBMS is based on a modified PostgreSQL database with massively parallel processing (MPP). Greenplum implemented MapReduce functionality and Column-Oriented Organization of tables in their database as part of the so-called Polymorphic Data Storage technology [10].

Netezza is an American company, the developer of software and hardware data storage - relational database server clusters, providing massively parallel processing. A distinctive feature of all Netezza complexes is the use of programmable gate arrays in the data processing nodes, providing compression and filtering of data, and thus, it allows to reduce the costs of storage and input-output

operations during execution of data selection queries. The company was founded in 2000; in 2010 it was absorbed by IBM Corporation, and in 2011 was fully integrated into the corporation, hardware and software systems are being released under the name IBM PureData for Analytics since 2012.

Exadata is a line of software and hardware systems that was being released commercially by Oracle Corporation. From 2008 to mid-2009 it was based on Hewlett-Packard server hardware, and later on the hardware from the absorbed Sun Microsystems. The complex is a cluster of database management servers, based on Oracle RAC technology, delivered as pre-assembled telecommunication closets of 42 unit dimensions filled with servers, node storage, and switches, InfiniBand or Ethernet.

Competitors also noted that being focused on OLTP, and OLAP-processing simultaneously, makes the systems less effective for analytical processing, on which similar solutions from Teradata and Netezza are concentrated, in particular, non-optimality of usage of the approach with the symmetrical access from all servers to all storage nodes (symmetrical parallelism) as opposed to the complete separation of data between nodes in competing analytical systems with massively parallel processing is noted.

III. ANALYSIS ON STRESS TESTING IN TEST CAMPAIGNS

In this research, stress testing of Greenplum, Netezza, Exadata, Oracle systems at tests of campaigns

is analyzed. Testing was held by start of "packs" on 7 campaigns and represented start of sets of test campaigns ("packs"):

- the first pack ("odd") is the start of 7 test campaigns in a parallel. Campaigns started at the same time in the Execute mode with previously chosen option "Test". Then all 7 campaigns are expected to be completed.

- the second pack ("even") is the start of the remained 7 test campaigns in a parallel. A way of start of campaigns is similar to the first round.

Production schedules on the systems used in the analysis are given below. Schedules contain identical temporary scales across that at an opportunity to compare schedules with each other. Statistics at tests I gathered on servers with 30 second intervals.

Schedule of Running Task "Task" is the settlement task started in system: either SQL inquiry, or the stored process of SAS (Fig.1, Fig.2, Fig.3).

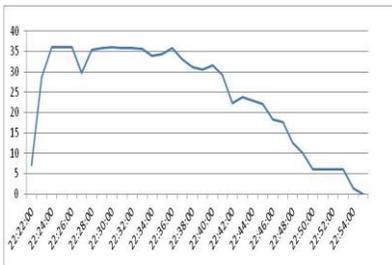


Fig.1. Graphic Running Task. Netezza

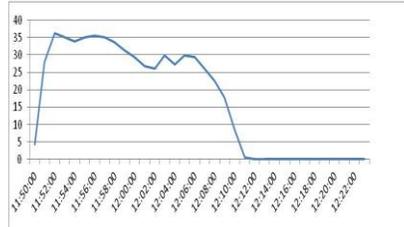


Fig.2. Graphic Running Task. Greenplum

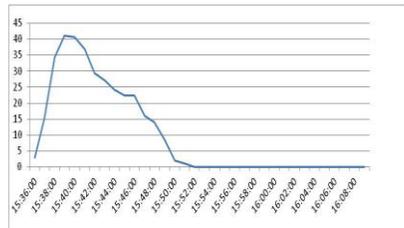


Fig.3. Graphic Running Task. Exadata

The schedule of Netezza CPU Aggregate is constructed on data of Excel monitoring utility. The green schedule is the maximum load on one of knots (Figure 4).

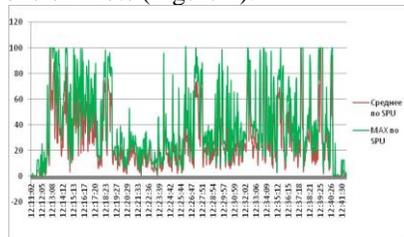


Fig.4. Netezza CPU Aggregate

The schedule of Greenplum Segment Node is constructed using the means of NMON Analyser on the basis of the data collected by the utility of nmon on one of segment knots (Fig. 5).

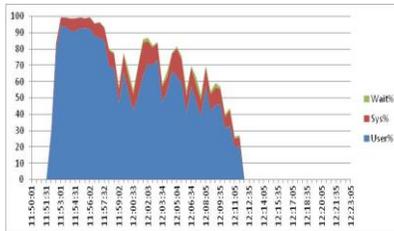


Fig. 5. Greenplum Segment Node

The schedule of Exadata Storage Sell Node is constructed using the means of NMON Analyser, on the basis of the data collected by the utility of nmon on one of Storage of servers and on one of Database of servers (Fig. 6).

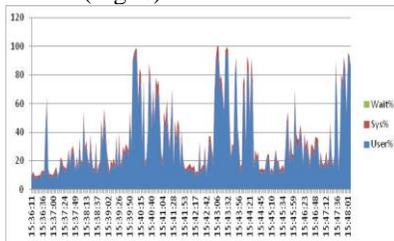


Fig.6. Exadata Storage Sell Node

The schedule of Netezza CPU Aggregate is constructed on data of Excel monitoring utility. The green schedule is the maximum load on one of knots (Figure 4).

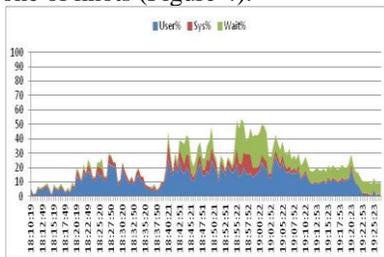


Fig. 7. Oracle Production – load of CPU and Disks

3.1 Stress testing on SAS Meta/Mid-Tier Server

It should be noted that all tests have shown SasCM-Prod-Meta server overload by CPU (all 4 cores are disposed) in the first 3-4 minutes from the moment of launching campaign. This server is responsible for the campaign launch, information card structure recording and generation of tasks. This server does not work with data. Server load depends on the number and complexity (by nodes) of running campaigns, complexity of information card. Exadata overload is especially clearly noticeable, the tasks that are formed in the first minutes are executed faster and Mid-Tier Server is forced to generate new tasks immediately after completing the initial volume.

It should be noted that the situation of simultaneous campaign opening/launch (at 5 second intervals), is not typical for the industrial operation of a system.

3.2 GreenPlum: data caching in memory (OS file cache)

Stress testing schedules in the segment server GreenPlum show that performance increases due to data caching in random access memory (RAM). All showcase occupies about 200 Gb, the server, provided for testing the total amount of random access memory (RAM) has 768 Gb (4 segment servers, 192 Gb in each).

During the tests, all showcases were cached in random access memory (RAM). The graphs show that there is no reading from the disk on the Segment Node.

In this task, GreenPlum database factually functions as «In-memory» solution. But it is important to note that the Linux file cache is not controlled, and when the active volume of data exceeds storage capacity in the system, this effect can quickly degrade.

Analysis of bottlenecks of the system is illustrated in Table 2.

Table 2: Analysis of bottlenecks

System	Estimated bottlenecks	Time scaling (possibility of accelerating the same load by increasing the database configuration)	Scaling the load (possibility to take a greater load without increasing the operating time - by increasing the database configuration)
Netezza	~ 70-80%: CPU disks ~ 20%: transmission of data - ODBC interface restrictions	Yes (by strengthening the CPU of the disk subsystem, by increasing the number of CPU	Limited (when the load grows, limit of ODBC will increase)
GreenPlum	~ 50%: CPU server segment ~ 50%: calculations in SAS (architecture of SAS - data transfer, unreleased requests)	Yes (limited) – Increasing the number of segmented database servers. Also, by reducing the number of "unreleased" queries after migration to SAS 9.4, or by manual editing of nodes in the campaigns.	Yes (there is no reason to wait for problems with scaling)
Oracle Exadata	SAP Architecture (data transfer from/to the database - "thin table", "unreleased" requirements. Partially - Storage SAS Compute Server.	No, because the emphasis is no longer in the database Limited acceleration is possible due to manual editing of nodes in the campaigns, the elimination of "not started" (automatically it is not possible)	Yes Based on the chart of loads, 2-3 times increase in the load does not require an expansion of the database resources, there is a margin.

It should be noted that the system for testing was presented in different configurations (Table 2). Exadata was represented to scale Half Rack

(1/2 of the full version of the stand), while Netezza and Greenplum to scale corresponded to 1/4 of the rack.

The Oracle database (AIX) on the SSD-drives was not connected to the network 10 Gbit / s, which could affect the test results, but performance analysis showed that the basic speed limit has full CPU load on the database server. The network does not have a decisive influence.

The reliability of the results is confirmed by experiments on real systems deployed with real data.

IV. CONCLUSION

Today, the idea of MPP-systems has captured many leading players of IT industry to solve the problem of Big Data, in particular a possibility to solve analytical tasks in real time, as traditional infrastructures are no good any more. New devices are specially designed by demands of business analytics and combine the best qualities of modern equipment rooms and program architecture to exclude emergence of any bottlenecks on the way of big data flows and to provide necessary flexibility, scalability and reliability.

Due to collection of large amount data sets and their unstructured nature banks require distributed approach of computation. The most popular solutions of MPP are EMC Greenplum, IBM Netezza and Oracle Exadata. Greenplum is based on PostgreSQL RDBMS and implements MapReduce functionality. Netezza is the complex of data processing nodes that provides compression and filter data during processing. Exadata is the

cluster of database management servers based on Oracle technology and distinguished from other solutions by the approach with symmetrical access from all servers.

REFERENCES

- [1] Stonebraker, Michael, et al. "Enterprise database applications and the cloud: A difficult road ahead." *Cloud Engineering (IC2E), 2014 IEEE International Conference on*. IEEE, 2014.
- [2] Fan, Wei, and Albert Bifet. "Mining big data: current status, and forecast to the future." *ACM SIGKDD Explorations Newsletter* 14.2 (2013): 1-5.
- [3] Doan, AnHai, et al. "Information extraction challenges in managing unstructured data." *ACM SIGMOD Record* 37.4 (2009): 14-20.
- [4] Bakshi, Kapil. "Considerations for big data: Architecture and approach." *Aerospace Conference, 2012 IEEE*. IEEE, 2012.
- [5] Gopalkrishnan, Vivekanand, et al. "Big data, big business: bridging the gap." *Proceedings of the 1st International Workshop on Big Data, Streams and Heterogeneous Source Mining: Algorithms, Systems, Programming Models and Applications*. ACM, 2012.
- [6] Mohamed, Nader, Jameela Al-Jaroodi, and Imad Jawhar. "Middleware for robotics: A survey." *2008 IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics*. IEEE, 2008.
- [7] How Much Data is Out There? (2014, January 6). Retrieved October 19, 2015, from http://www.webopedia.com/quick_ref/just-how-much-data-is-out-there.html
- [8] Gantz, John, and David Reinsel. "The digital universe in 2020: Big data, bigger digital shadows, and biggest growth in the far east." *IDC iView: IDC Analyze the future 2007* (2012): 1-16.
- [9] Lugowski, Adam, et al. "Parallel processing of filtered queries in attributed semantic graphs." *Journal of Parallel and Distributed Computing* 79 (2015): 115-131.
- [10] No, Jaechun, Rajeev Thakur, and Alok Choudhary. "Integrating parallel file I/O and database support for high-performance scientific data management." *Supercomputing, ACM/IEEE 2000 Conference*. IEEE, 2000.

Обозначения и сокращения

АСМ – Формат Международной студенческой олимпиады по программированию
API - Application Programming Interface
BPMN - Business Process Modeling Notation
CASE - Computer Added System Engineering
ER диаграммf - Диаграммf "сущность-связь"
IT – Information Technology
LPWAN - Low-power Wide-area Network
LTE - Long-Term Evolution
NFC - Технология «Интернет вещей для безналичных платежей»
SLA – Service Level Agreement
SOA - Services-oriented Architecture
SQL - Structured Query Language
UML – Unified Modeling Language
VBA - Visual Basic for Application
БД – База данных
ЖКХ - Жилищно-коммунальное хозяйство
ИОС – Информационно-обучающая система
ИПК ПКСО – Институт повышения квалификации педагогических работников системы образования
ИС – Информационная система
МУИТ – Международный университет информационных технологий
НИР - Научно-исследовательская работа
НИРС - Научно-исследовательская работа студентов
ООП – Объектно-ориентированное программирование
ОС – Операционная система
ПН – Показатель надежности
ПО – Программное обеспечение
ПП – Программный продукт
ПФЭ – Полно-факторный эксперимент
САПР – Система автоматизированного проектирования
СМО - Система массового обслуживания
СМОЗ - Замкнутая система массового обслуживания
СМОР – Разомкнутая система массового обслуживания
СУБД – Система управления базой данных
ТЗ – Техническое задание
ТМО - Теория массового обслуживания
ТО - Техническое обслуживание
ЭВМ – Электронно-вычислительная машина

Терминологический словарь

Анализ – мысленное или реальное расчленение объекта на элементы; переход от конкретного к абстрактному, от следствия к причине, от искомого к данным.

Аспект – угол зрения, под которым рассматривается объект (предмет) исследования.

Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения каких-либо явлений; предварительное суждение о закономерной (причинной) связи явлений, требующее проверки и доказательств; форма развития науки.

Дедукция – вид умозаключения от общего к частному, когда из массы частных случаев делается обобщенный вывод о всей совокупности таких случаев.

Дипломная работа – самостоятельная письменная квалификационная работа студентов по профилирующей дисциплине.

Диссертация – научное произведение, выполненное в форме рукописи, научного доклада, опубликованной монографии или учебника. Служит в качестве квалификационной работы, призванной показать научно-практический уровень исследования, представленного на соискание ученой степени.

Доклад – форма предварительно подготовленного ответа по заданной теме.

Идея – определяющее положение в системе взглядов, теорий и т.п.

Индукция – вид умозаключения от частных фактов, положений к общим выводам.

Информация – в широком смысле абстрактное понятие, имеющее множество значений, в зависимости от контекста. В узком смысле – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления. Сведения об объектах живой или неживой природы, их свойств и взаимном влиянии друг на друга.

Исследование – процесс и результат научной деятельности, направленной на получение новых, общественно значимых знаний.

Исследовательская специальность (часто именуемая как направление исследования) – устойчиво сформировавшаяся сфера исследований, включающая определенное количество исследовательских проблем из одной научной дисциплины, включая область ее применения.

Исследовательское задание – элементарно организованный комплекс исследовательских действий, сроки исполнения

устанавливаются с достаточной степенью точности. Исследовательское задание имеет значение только в границах определенной исследовательской темы.

Категория – форма логического мышления, в которой раскрываются внутренние, существенные стороны и отношения исследуемых предметов.

Ключевое слово – слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного документа или его части.

Концепция – система взглядов на что-либо, основная мысль, когда определяются цели и задачи исследования и указываются пути его ведения.

Конъюнктура – создавшееся положение в какой-либо области общественной жизни.

Краткое сообщение - научный документ, содержащий сжатое изложение результатов (иногда предварительных), полученных в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение такого документа – оперативно сообщить о результатах выполненной работы на любом ее этапе.

Курсовая работа – обязательное письменное квалификационное исследование студентов, выполняемое по установленной учебным планом дисциплине и предполагающее самостоятельный поиск, переработку и представление научной информации теоретического характера.

Метод (гр. *methodos*) – 1) способ познания, исследования явлений природы и общественной жизни; 2) прием, способ и образ действий. 3) – путь исследования, способ достижения какой-либо цели, решения конкретных задач. Это совокупность подходов, приемов, операций практического или теоретического освоения действительности.

Метод исследования – способ научного познания действительности; способ применения старого знания для получения нового знания. Является орудием получения научных фактов.

Методика научных исследований – это совокупность конкретных форм, методов и средств теоретических и прикладных исследований в определенной области знаний (направления профессиональной деятельности исследователя).

Методики экспериментальных исследований – это общая структура, последовательность приемы выполнения экспериментальных исследований. Экспериментальные исследования подтверждают теоретические понятия, законы,

принципы на практике и являются базой для подтверждения достоверности полученных научных результатов сформулированных в гипотезе научных исследований по выбранной теме.

Методология научного познания – учение о принципах, формах и способах научно-исследовательской деятельности.

Наука – это непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате социально-экономической деятельности.

Научная дисциплина – раздел науки, который на данном уровне ее развития, в данное время освоен и внедрен в учебный процесс высшей школы.

Научная тема – задача научного характера, требующая проведения научного исследования. Является основным плано-отчетным показателем научно-исследовательской работы.

Научная теория – система абстрактных понятий и утверждений, которая представляет собой не непосредственное, а идеализированное отображение действительности.

Научное исследование – целенаправленное познание, результаты которого выступают в виде системы понятий, законов и теорий; исследование, которое характеризуется своими особыми целями, а главное – методами получения и проверки новых знаний.

Научное исследование – это форма существования и развития науки. Структуру организации научных исследований целесообразно представить в виде четырех компонентов

Научный доклад – научный документ, содержащий изложение результатов научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы, опубликованной в печати или прочитанной в аудитории.

Научный метод – это система правил и предписаний, направляющих человеческую деятельность (производственную, политическую, культурную, научную, образовательную и т.д.) к достижению поставленной цели.

Научный отчет – научный документ, содержащий подробное описание методики, хода исследования (разработки), результаты, а также выводы, полученные в итоге научно-исследовательской или опытно-конструкторской работы. Назначение этого документа – исчерпывающе осветить выполненную работу по ее завершению или за определенный промежуток времени.

Научный факт – событие или явление, которое является основанием для заключения или подтверждения. Является

элементом, составляющим основу научного знания.

Обзор – научный документ, содержащий систематизированные научные данные по какой-либо теме, полученные в итоге анализа первоисточников. Знакомит с современным состоянием научной проблемы и перспективами ее развития.

Объект исследования – процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения.

Предмет исследования – все то, что находится в границах объекта исследования в определенном аспекте рассмотрения.

Принцип – основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки.

Проблема – крупное обобщенное множество сформулированных научных вопросов, которые охватывают область будущих исследований.

Проблема – это совокупность сложных теоретических и практических задач, решения которых назрели в обществе (противоречие между знанием и незнанием). Она возникает тогда, когда человеческая практика встречает затруднения или даже наталкивается на «невозможность» достижения цели.

Реферат – краткое изложение в письменном виде или в форме публичного выступления содержания научной работы; сообщение об итогах изучения научной проблемы на основе обзора литературных и других источников.

Синтез – мысленное или реальное соединение различных элементов объекта в единое целое (систему); переход от абстрактного к конкретному, от причины к следствию, от данных условий к искомому.

Система – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство.

Системный подход – направление методологии научного познания, в основе которого лежит рассмотрение объектов как систем; ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта, на выявление многообразных типов связей в нем и сведение их в единую теоретическую картину.

Эксперимент – род опыта, имеющего целенаправленно исследовательский характер и проводимого в искусственных, воспроизводимых условиях путем их контролирующего изменения.

Учебное издание

Сербин Василий Валерьевич

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Подписано в печать 15.02.2017 г.
Тираж 200 экз. Формат 60x84/16.
Усл. п.л. 18,4. Цена договорная.
Отпечатано в типографии ТОО "378"
+7 (727) 3300312, 3300313, 3300327
www.378.kz

Издание АО «Международный университет
информационных технологий»
Личный сайт автора www.serbin.kz.
E-mail serbin.vassiliy@gmail.com

Ответственный редактор и корректор **Скляренко К.С.**