

Федоров И. О., студент магистратуры

1 курс, институт «Информационных технологий», Российский технологический университет - МИРЭА, Россия, г. Москва

Коваленко М. А., студент магистратуры

1 курс, институт «Информационных технологий», Российский технологический университет - МИРЭА, Россия, г. Москва

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ АРХИТЕКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, ОСНОВАННОЙ НА СИНТЕЗЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ И ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ФОРМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Аннотация: В настоящей работе на основе выбранной архитектуры смешанной модели обработки данных проводится выявления параметров системы, подлежащих оценке и их последующей оценки методами мягкой и жесткой экспертной оценки.

Ключевые слова: централизованная ИС, децентрализованная ИС, архитектура, математическая модель, жесткая и мягкая экспертная оценка.

Annotation: In the present work, on the basis of the selected architecture of the mixed data processing model, the system parameters are to be evaluated and evaluated using soft and hard expert evaluation methods.

Keywords: centralized IS, decentralized IS, architecture, mathematical model, hard and soft expert evaluation.

С каждым днем объемы информации, требующие обработки и хранения растут огромными темпами. В результате чего требуется поддерживать постоянный рост вычислительных мощностей. Но далеко не всегда используются все имеющиеся вычислительные мощности в организации, так,

например, при использовании централизованной формы обработки и хранения информации в большинстве случаев не полностью задействуются ресурсы персональных компьютеров, используемых сотрудниками компании.

На сегодняшний день принято выделять две формы обработки информации – централизованную и децентрализованную. Под централизованной информационной системой понимается ИС в которой обработка и хранение информации проводится на отдельных машинах – серверах, имеющих огромные вычислительные мощности, которые могут располагаться как на самом предприятии, так и вне его. При децентрализованной форме организации обработки информации предполагается реализация всех вычислений непосредственно на рабочих местах. Использование их синтеза, далее смешанная модель, позволяет увеличить вычислительную мощность системы благодаря подключению свободных ресурсов персональных компьютеров пользователей системы. Более подробно централизованная и децентрализованная модели обработки данных были рассмотрены в предыдущей работе [1].

Для анализа предлагается в качестве примера использовать небольшую локально-вычислительную систему (ЛВС) малого предприятия. Такой выбор обосновывается тем, что зачастую небольшие компании имеют относительно простую архитектуру ЛВС, что значительно упростит проводимые в работе вычисления. Следовательно, абстрактная модель для такой ЛВС будет выглядеть как на рисунке 1.

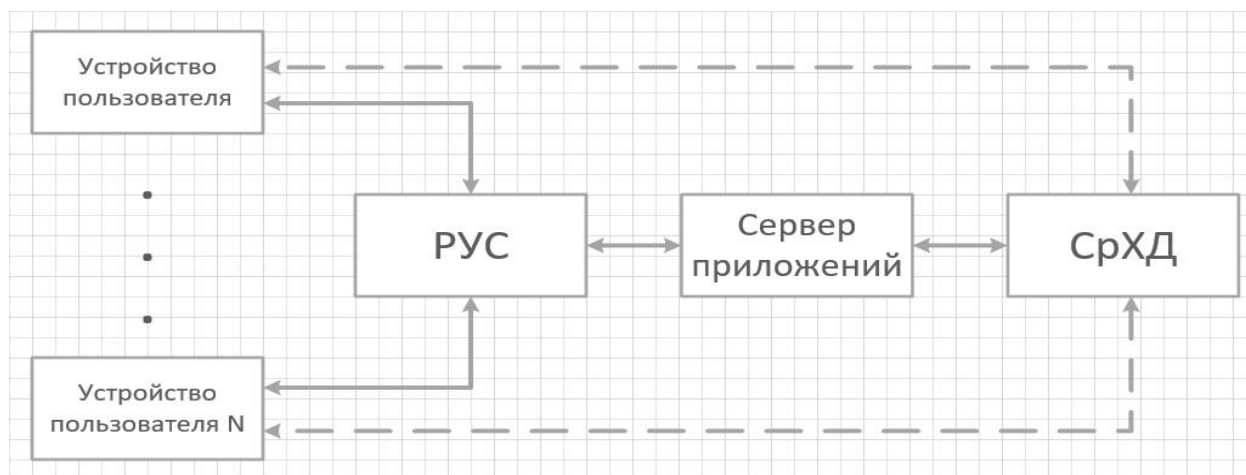


Рисунок 1. Абстрактная модель ЛВС, на основе смешанной моделей обработки информации [разработано автором].

По представленной модели видно, что от устройств пользователей, например, персональных компьютеров (ПК), запрос поступает на распределительное управляющее устройство (РУС), далее, если сервер приложений имеет свободные вычислительные ресурсы, происходит обработка запроса сервером приложений. Если же такая возможность отсутствует, то РУС перенаправляет запрос на ПК, который может произвести необходимые вычисления, напрямую общаясь с средством хранения данных (СрХД).

Так как была выбрана небольшая ЛВС для малого предприятия, то ее архитектуру можно представить следующим образом (рисунок 2).

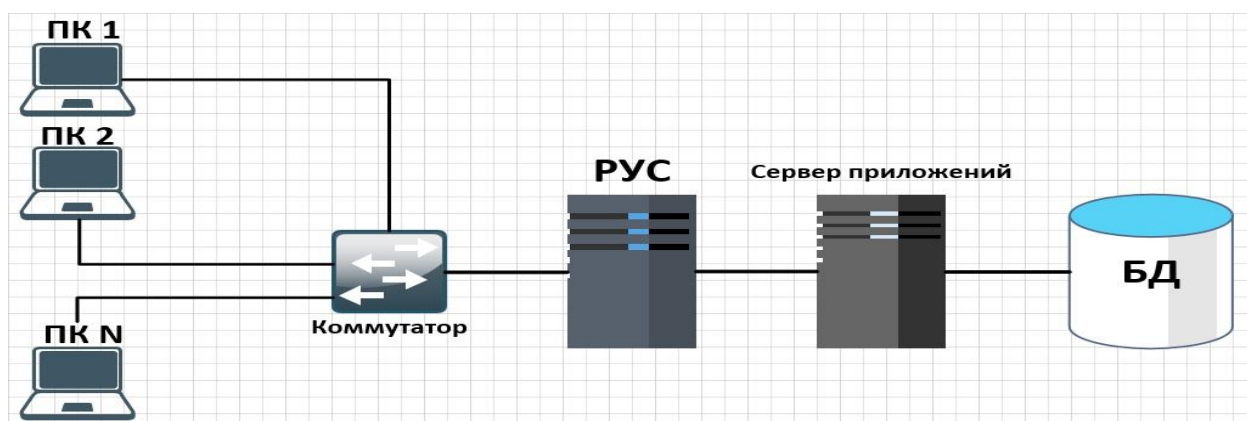


Рисунок 2. Архитектура ЛВС малого предприятия [разработано автором]

Архитектура полностью соответствует представленной выше модели (рисунок 1). По ней видно, что взаимодействие пользователей с сервером приложений осуществляется с помощью коммутатора, который и обеспечивает «общение» клиентов с устройствами обработки и хранения информации. Процесс обмена информацией в ЛВС представлен на рисунке 3.

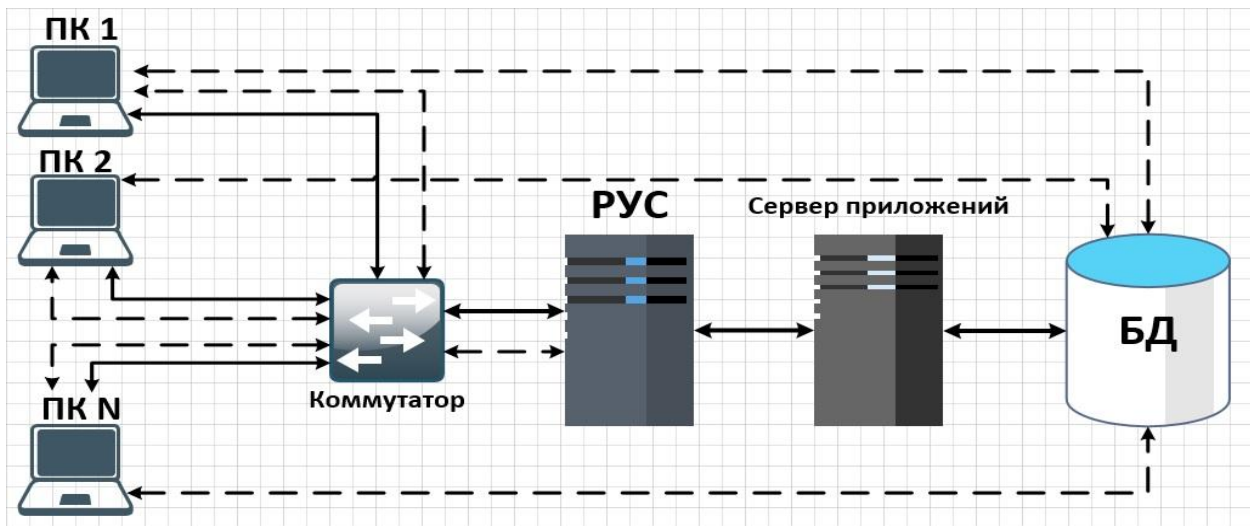


Рисунок 3. Схема процесса обмена информацией в ЛВС [разработано автором].

Сплошными стрелками обозначены направления потоков информации в случае, если сервер приложений работает исправно и справляется с нагрузкой всей ЛВС в целом. Пунктирные стрелки отображают потоки информации, появляющиеся в случае, если сервер приложений слишком сильно загружен и имеет смысл подключить дополнительные вычислительные средства к роли которых выступают ПК пользователей сети.

Вычислительные системы, как и любые другие системы имеют свои параметры. Можно выделить два типа параметров: пространственные (количественные) и временные. К первым можно отнести энергопотребление, состав, занимаемую площадь. Ко вторым – быстродействие, производительность, скорость передачи информации и время доступа [2].

В работе рассматриваются следующие параметры:

- быстродействие;
- устойчивость к нагрузкам;
- время отклика системы;
- стоимость;

Под быстродействием будем понимать числом команд, выполняемых ЭВМ за одну секунду. Так как команда может выполняться в несколько тактов процессора, то для упрощения вычислений примем, что каждая команда

выполняется за один такт процессора, а значит количество команд будет равно тактовой частоте процессора [3].

Устойчивость к нагрузкам характеризует свойство системы выдерживать нагрузки превышающие максимальную нагрузку, которой подвергается система при ее обычной работе. Данный параметр имеет большое значение, так как в случае атаки на систему она может не выдержать и прекратить свою работу. С целью предотвращения выхода системы из строя в отказоустойчивые системы устанавливают избыточную аппаратуру для всех функциональных блоков [4].

Для пользователей системы важно, чтобы запросы, которые они отправляют, обрабатывались как можно быстрее. Время отклика системы, иначе время пребывания заданий, (задач) в системе, – длительность промежутка времени от момента поступления задания в систему до момента окончания его выполнения [3].

Стоимость системы – сумма стоимостей всех устройств, используемых при работе системы. Компании заинтересованы в том, чтобы снизить стоимость, но при этом сохранить вычислительные способности.

Проведем анализ выбранных выше параметров методом жесткой экспертной оценки. Для этого в таблице 1 запишем предполагаемые изменения параметров системы, построенной на основе предлагаемой модели (рисунок 3), по отношению к системе с централизованной моделью обработки информации.

Таблица 1. Значения изменений параметров, полученные мнениями экспертов.

	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
Быстродействие	+25%	+22%	+26%
Устойчивость к нагрузкам	+40%	+37%	+40%
Время отклика системы	-23%	-25%	-22%
Стоимость	+27%	+25%	+25%

Рассчитаем среднее значение оценки параметров данной экспертами по формуле 1 (таблица 2).

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n} \quad (1)$$

Таблица 2. Среднее значение параметров.

	Среднее значение
Быстродействие	+24%
Устойчивость к нагрузкам	+39%
Время отклика системы	-23%
Стоимость	+26%

По результатам жесткой экспертной оценки можно сделать вывод, что новая модель архитектуры позволит увеличить быстродействие системы на 24%, устойчивость к нагрузкам вырастет на 39%, время отклика уменьшится на 23%, но при этом стоимость вырастет на 26%.

Проведем анализ выбранных выше параметров методом мягкой экспертной оценки. Для этого в таблице 3 запишем предполагаемые интервалы изменения параметров системы, построенной на основе предлагаемой модели (рисунок 3), по отношению к системе с централизованной моделью обработки информации.

Таблица 3. Интервалы изменений параметров в процентах, полученные мнениями экспертов.

	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
Быстродействие	23-27	20-24	24-28
Устойчивость к нагрузкам	38-42	35-39	38-42
Время отклика системы	21-25	23-27	20-24
Стоимость	25-29	23-27	23-27

Для проведения оценки воспользуемся одним из методов мягкой экспертной оценки, основанной на теории нечетких множеств – методике Назарова [5].

Данная методика предполагает следующие шаги:

1. Представить множество оценок A в виде матрицы X ;
2. Построить функцию принадлежности μ_A ;

3. Построить четкое множество, ближайшее к рассматриваемому нечеткому множеству - $\mu_{A_0} = L_0$;
4. Рассчитать индекс нечеткости по линейной метрике (расстояние по Хэммингу);
5. Построить график и провести анализ.

Так как она нацелена на оценку согласованности оценок, нам не требуется прорабатывать весь алгоритм полностью, а достаточно выполнить первые три шага алгоритма. В конце третьего шага будет получено множество L_0 , ближайшее к рассматриваемому нечеткому множеству, которое покажет, какая оценка встречается наиболее часто. Это позволит определить, максимально точное значение параметра при нечетком множестве ответов.

Введем следующие обозначения:

- Быстродействие - O;
- Устойчивость к нагрузкам – Lr;
- Время отклика системы – Srt;
- Стоимость – P;

Так как каждый эксперт дал интервал значений в качестве оценки и при решении задачи не требуется давать ответ на вопрос «какой эксперт давал наиболее неоднозначные ответы», то разделим каждый интервал на отдельные значения и учитывать, как мнения отдельных экспертов.

Представим множество оценок в виде матрицы (таблица 4).

Таблица 4. Множество оценок в виде матрицы

	O	Lr	Srt	P
Эксперт 1.1	23	38	21	25
Эксперт 1.2	24	39	22	26
Эксперт 1.3	25	40	23	27
Эксперт 1.4	26	41	24	28
Эксперт 1.5	27	42	25	29
Эксперт 2.1	20	35	23	23
Эксперт 2.2	21	36	24	24

Эксперт 2.3	22	37	25	25
Эксперт 2.4	23	38	26	26
Эксперт 2.5	24	39	27	27
Эксперт 3.1	24	38	20	23
Эксперт 3.2	25	39	21	24
Эксперт 3.3	26	40	22	25
Эксперт 3.4	27	41	23	26
Эксперт 3.5	28	42	24	27

Посчитаем частоту различных оценок для каждого параметра (таблица 5).

Таблица 5. Частота различных оценок для каждого параметра

	O	Lr	Srt	P
20	1	0	1	0
21	1	0	2	0
22	1	0	2	0
23	2	0	3	2
24	3	0	3	2

Таблица 5. Частота различных оценок для каждого параметра

	O	Lr	Srt	P
25	2	0	2	3
26	2	0	1	3
27	2	0	1	3
28	1	0	0	1
29	0	0	0	1
35	0	1	0	0
36	0	1	0	0
37	0	1	0	0
38	0	3	0	0
39	0	3	0	0
40	0	2	0	0
41	0	2	0	0
42	0	2	0	0

Подсчитаем доли различных оценок при ответе на каждый вопрос (таблица 6).

Таблица 6. Нечеткое множество экспертных оценок G

	O	Lr	Srt	P
20	0.03	0	0.03	0
21	0.03	0	0.06	0
22	0.03	0	0.06	0
23	0.06	0	0.1	0.06
24	0.1	0	0.1	0.06
25	0.06	0	0.06	0.1
26	0.06	0	0.03	0.1
27	0.06	0	0.03	0.1
28	0.03	0	0	0.03
29	0	0	0	0.03
35	0	0.03	0	0
36	0	0.03	0	0
37	0	0.03	0	0
38	0	0.1	0	0
39	0	0.1	0	0
40	0	0.06	0	0
41	0	0.06	0	0
42	0	0.06	0	0

Нормируем значения матрицы G. Для этого разделим их значения на максимальные значения по каждому столбцу (таблица 7).

Таблица 7. Нормированное нечеткое множество экспертных оценок L

	O	Lr	Srt	P
20	0.3	0	0.3	0
21	0.3	0	0.6	0
22	0.3	0	0.6	0
23	0.6	0	1	0.6
24	1	0	1	0.6
25	0.6	0	0.6	1
26	0.6	0	0.3	1
27	0.6	0	0.3	1
28	0.3	0	0	0.3
29	0	0	0	0.3
35	0	0.3	0	0
36	0	0.3	0	0
37	0	0.3	0	0
38	0	1	0	0

39	0	1	0	0
40	0	0.6	0	0
41	0	0.6	0	0
42	0	0.6	0	0

Построим четкое множество, ближайшее к рассматриваемому нечеткому множеству. Для этого, если элемент нечеткого множества больше 0.5 установим ему значение 1, в противном случае – 0 (таблица 8).

Таблица 8. Четкое множество, ближайшее к рассматриваемому нечеткому множеству.

	O	Lr	Srt	P
20	0	0	0	0
21	0	0	1	0
22	0	0	1	0
23	1	0	1	1

Таблица 8. Четкое множество, ближайшее к рассматриваемому нечеткому множеству

	O	Lr	Srt	P
24	1	0	1	1
25	1	0	1	1
26	1	0	0	1
27	1	0	0	1
28	0	0	0	0
29	0	0	0	0
35	0	0	0	0
36	0	0	0	0
37	0	0	0	0
38	0	1	0	0
39	0	1	0	0
40	0	1	0	0
41	0	1	0	0
42	0	1	0	0

Для каждого параметра выделим значения оценки, в которых она принимает единицу и посчитаем ее среднее значение, таким образом будет найдено среднее значение оценки, данной экспертами по каждому параметру

(таблица 9).

Таблица 9. Расчет средних значений параметров

Номер значения	O	Lr	Srt	P
1	23	38	21	23
2	24	39	22	24
3	25	40	23	25
4	26	41	24	26
5	27	42	25	27
Среднее значение	25	40	23	25

С использованием метода мягком экспертной оценки были получены следующие значения параметров:

- Быстродействие – $O = 25\%$;
- Устойчивость к нагрузкам – $Lr = 40\%$;
- Время отклика системы – $Srt = 23\%$;
- Стоимость – $P = 25\%$;

Таким образом, проведя сравнение результатов, полученных двумя методами можно сделать вывод, что они практически равны. Расхождение в результатах оценки быстродействия составили 4%. Устойчивость к нагрузкам в результате использования метода мягкой экспертной оценки больше на 2.5%. Значение времени отклика системы получились равными. Оценка стоимость системы методом жесткой экспертной оценки оказался ниже на 3.8%. Такие расхождения незначительны и возникли в результате неточностей вычислений и округлений при подсчетах.

В результате выполнения работы были получены результаты с помощью методов мягкой и жесткой экспертной оценки показывающие, что построение модели, основанной на синтезе централизованной и децентрализованной моделей обработки информации, имеет позволяет значительно повысить как быстродействие системы – 25%, устойчивость к нагрузкам – 39%, снизить время отклика системы –23%, и при этом стоимость системы вырастет всего на 26%. Такие затраты оправдываются повышением производительности всей

вычислительной системы в целом.

Библиографический список:

1. Федоров И.О., Использование синтеза централизованной и децентрализованной моделей обработки и хранения информации в целях повышения производительности ИС / Ковалев С.Н., Федоров И.О. // Аллея науки. –2018. –№11(27), – т.3, – С. 13–17.
2. Информационный портал «Мои Лекции.ру». Основные параметры и характеристики вычислительных систем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://mylektsii.ru/9-61730.html> (Дата обращения: 19.05.19).
3. Информационный портал «Worldwide information technology». На что влияет частота процессора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://wi-tech.ru/protsessory/chastota/> (Дата обращения: 21.05.19).
4. Информационный портал «allbest». Вычислительная система. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://otherreferats.allbest.ru/programming/00268307_0.html (Дата обращения: 22.05.19).
5. Информационный портал «Интуит. Национальный открытый университет». Лекция 6: Нечеткие множества. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3681/923/lecture/22883?page=4> (Дата обращения: 23.05.19).
6. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. «Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология», М.: «Издательство Машиностроение – 1», 2004.
7. Коньшева Л.К., Серова Т.А. Элементы теории нечетких множеств: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2007. 129 с.

8. Чернов, В. Г. Основы теории нечетких множеств: учеб. пособие
В.Г. Чернов ; Владим. гос. ун-т.- Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. –
96 с.