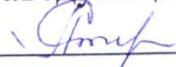


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт управления бизнес-процессами и экономики
Кафедра экономики и информационных технологий менеджмента

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.А. Ступина

подпись

« 21 » июня 2017 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Использование методов конвейерного управления в реинжиниринге
бизнес-процессов

направление подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика»

профиль подготовки 09.04.03.00.02 «Реинжиниринг бизнес-процессов»

Научный руководитель	 подпись, дата	19.06.17	доцент, канд. техн. наук	<u>С.Н. Ежеманская</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата	19.06.17		<u>Е.В. Богданов</u> инициалы, фамилия
Рецензент	 подпись, дата	20.06.17	доцент, канд. экон. наук	<u>И.В. Молодан</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Реферат

Актуальность обусловлена тем, что технология реинжиниринга, базирующаяся на конвейерном управлении, предоставляет возможность формирования показателей эффективности работы отдельных компонентов, информационных подсистем и системы в целом.

Цель диссертационного исследования состоит в повышении эффективности реинжиниринга бизнес-процессов путем использования методов конвейерного управления в информационных системах.

Поставленная цель достигается путем решения следующих задач:

- анализ необходимости конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов;
- анализ моделей и методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов;
- проектирование информационной системы организации управленческого учета.

Научная новизна результатов диссертационного исследования определяется авторской постановкой концепции конвейерного управления, для реализации которой разработано модельно-алгоритмическое обеспечение.

В первой части работы рассмотрена необходимость использования методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов, основные этапы реинжиниринга, концепция учета, основанная на методах конвейерного управления, концепция реализации информационной системы.

Во второй части рассмотрены методы конвейерного управления, модели конвейерного управления, предложена система модельно – алгоритмической поддержки методов конвейерного управления при реинжиниринге.

В третьей части работы представлено описание произведена разработка и программная реализация информационной системы управления, проведена оценка экономической эффективности предлагаемого решения.

Выпускная квалификационная работа содержит 83 страницы.

Перечень графического материала: работа содержит 10 таблиц, 36 рисунков.

Abstract

Relevance is due to the fact that the technology of reengineering, based on pipeline management, provides the opportunity to form performance indicators for individual components, information subsystems and the system as a whole.

The purpose of the dissertation research is to increase the efficiency of business process reengineering by using the methods of pipeline management in information systems.

The goal is achieved by solving the following tasks:

- Analysis of the need for pipeline management when reengineering business processes;
- Analysis of models and methods of pipeline management when reengineering business processes;
- designing an information system for management accounting.

The scientific novelty of the results of the dissertation research is determined by the author's formulation of the concept of conveyor control, for the implementation of which model-algorithmic support has been developed.

In the first part of the paper, the necessity of using pipeline management methods for business process reengineering, the main stages of reengineering, the accounting concept based on pipeline management methods, the concept of implementing the information system are considered.

In the second part, the methods of conveyor control, the model of conveyor control are considered, the system of model - algorithmic support of the methods of pipeline control during reengineering is proposed.

The third part of the paper describes the development and software implementation of the management information system and estimated the economic effectiveness of the proposed solution.

The final qualifying work contains 83 pages.

List of graphic material: the work contains 10 tables, 36 drawings.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 КОНВЕЙЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	8
1.1 НЕОБХОДИМОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ	8
1.2 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РЕИНЖИНИРИНГА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ	10
1.3 МЕТОДОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	12
1.4 КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА, ОСНОВАННАЯ НА МЕТОДАХ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ	14
1.5 КОНЦЕПЦИЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНВЕЙЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕИНЖИНИРИНГА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ	21
2 АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....	25
2.1 МЕТОДЫ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	25
2.2 МОДЕЛИ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ	33
2.2.1 <i>Решение Джонсона задачи о двухмашинном конвейере (the Johnson ordering, JO).....</i>	<i>34</i>
2.2.2 <i>Модифицированное упорядочение Джонсона (a modified Johnson ordering, MJO).....</i>	<i>40</i>
2.3 СИСТЕМА МОДЕЛЬНО – АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ МЕТОДОВ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ	46
2.3.1 <i>Модель оценки влияния процесса накопления информации на эффективность управления информационными задачами.....</i>	<i>46</i>
2.3.2 <i>Метод оценки достаточности мощности для информационной системы конвейерного типа.....</i>	<i>56</i>
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА.....	66
3.1 СХЕМА РАБОТЫ КОНВЕЙЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	66
3.2 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА	70
3.2.1 <i>Требования, предъявляемые к программному продукту.....</i>	<i>70</i>
3.2.2 <i>Информационное обеспечение программного продукта.....</i>	<i>71</i>
3.2.3 <i>Алгоритм работы программного продукта</i>	<i>71</i>
3.3 ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА	72
3.4 ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ КОНВЕЙЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РЕИНЖИНИРИНГЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	81

Введение

Преимущества наличия механизмов конвейерного управления в реинжиниринге бизнес-процессов следует из теории менеджмента и аналогий в эволюции развития производства и преобразования информации. Технология реинжиниринга, базирующаяся на конвейерном управлении, предоставляет возможность формирования показателей эффективности работы отдельных компонентов, информационных подсистем и системы в целом. Реализация концепции может дать существенный эффект на практике, так как часть функций менеджмента ложится на плечи конвейерной информационной системы, т.е. сокращается потребность в специалистах, в задачи которых входит коммуникация между уровнями управления и создание внутренней технологии работы.

Цель диссертационного исследования состоит в повышении эффективности реинжиниринга бизнес-процессов путем использования методов конвейерного управления в информационных системах.

Поставленная цель достигается путем решения следующих задач:

- анализ необходимости конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов;
- анализ моделей и методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов;
- проектирование информационной системы организации управленческого учета.

Научная новизна результатов диссертационного исследования определяется авторской постановкой концепции конвейерного управления, для реализации которой разработано модельно-алгоритмическое обеспечение, включающее:

- модель оценки влияния процесса накопления информации на эффективность конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов, которая позволяет организовать процесс обслуживания требований с учетом оценки различных вариантов распределения задач управления.

- метод оценки достаточной мощности для конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов, позволяющий минимизировать общее время обслуживания требований при совместном выполнении задач управления.

Предложенный подход конвейерного управления дает следующие преимущества при реинжиниринге бизнес-процессов: увеличение пропускной способности процессов; обеспечение однородности функций, что позволяет уменьшить требования к информационной системе; увеличивает аналитичность и контролируемость хода выполнения процессов; уменьшает время и улучшает качество коммуникаций между процессами.

В первой части работы рассмотрена необходимость использования методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов, основные этапы реинжиниринга, концепция управленческого учета, основанная на методах конвейерного управления, концепция реализации конвейерной информационной системы для реинжиниринга бизнес-процессов

Во второй части рассмотрена классификация методов конвейерного управления, модели конвейерного управления. Предложена система модельно – алгоритмической поддержки методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов.

В третьей части работы представлено описание программного продукта информационной системы, произведена разработка и программная реализация информационной системы управления, проведена оценка экономической эффективности предлагаемого решения.

1 Конвейерное управление при реинжиниринге бизнес-процессов

1.1 Необходимость использования методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов

Современные технологии управления характеризуются высокой динамичностью, связанной с постоянно изменяющимися потребностями рынка, ориентацией производства товаров и услуг на потребности заказчиков и клиентов, непрерывным совершенствованием технических возможностей и сильной конкуренцией. В этих условиях в бизнесе организаций происходит смещение акцентов с управления использованием отдельных ресурсов на организацию изменяющихся бизнес – процессов.

Под бизнес – процессом будем понимать совокупность связанных операций по изготовлению готовой продукции или выполнению услуг на основе потребления ресурсов. Управление бизнес – процессами нацелено на выполнение качественного обслуживания потребителей.

Управление процессами зародилось еще в рамках управления качеством и непрерывного улучшения процессов, согласно которым предполагается постоянное управление бизнес – процессом, как единым целым, который выполняется связанными подразделениями организации от момента поступления заказа клиента до момента его реализации.

Управление процессами целесообразно рассматривать и на уровне взаимодействия различных предприятий, когда требуется регулирование деятельности предприятий партнеров в потоках товародвижения или в логистических потоках. Логистика породила методы организации поставок по принципу «точно в срок», реализация которых невозможна без управления процессами, как единым целым [1].

Бизнес – процессы бывают основные и вспомогательные.

Основные процессы ориентируются на производство продукции, представляющей ценность для клиента и обеспечивают получение дохода для организации.

Вспомогательные процессы предназначены для обеспечения выполнения основных процессов.

В качестве основных процессов предприятия чаще всего выделяют следующие:

логистические процессы, связанные с основной деятельностью организации – выпуском продукции и обслуживанием потребителей;

производственные процессы, цель которых планирование деятельности организации с позиции удовлетворения потребностей потребителей и выведение на рынок продуктов и услуг – исследование рынка, стратегическое планирование производства, конструкторская и технологическая подготовка производства;

инфраструктурные процессы, ориентируются на поддержание ресурсов в работоспособном состоянии [2].

Изменения в управление процессами внесли достижения в области современных информационных технологий, которые дают возможность проведения инжиниринга и реинжиниринга бизнес – процессов.

Реинжиниринг бизнес – процессов определяется, как капитальное переосмысление и кардинальное перепроектирование бизнес-процессов для достижения полного улучшения показателей деятельности предприятия [3].

Целью реинжиниринга является полное и комплексное моделирование и реорганизация вещественных, финансовых и информационных потоков, направленная на улучшение организационной структуры, перераспределение и минимизацию использования различных ресурсов, сокращение сроков реализации потребностей клиентов, повышение качества их обслуживания.

Инжиниринг бизнес – процессов включает в себя реинжиниринг бизнес – процессов, проводимый с определенной периодичностью, например, один раз в несколько лет, и последующее непрерывное улучшение бизнес – процессов путем их адаптации к изменяющейся среде [4].

Особенности процессов, для которых проводится реинжиниринг [5]:

Изменение товаров и услуг, вызывающее многообразие процессов.

Работа по индивидуальным заказам, требующая высокую степень перестройки базового процесса к потребностям клиента.

Внедрение инновационных проектов, затрагивающих все процессы предприятия.

Многообразие корпоративных связей с партнерами предприятия и поставщиками материалов, обуславливающих выбор построения процесса.

Иррациональность организационной структуры, сложность документооборота, вызывающая повторение операций процесса.

1.2 Основные этапы реинжиниринга при использовании методов конвейерного управления

Процесс реинжиниринга базируется на двух основных понятиях: будущий образ компании и модель бизнеса. Будущий образ компании – облегченный образ оригинала, отражающий главные его черты и не учитывающий неважные детали.

Модель бизнеса – это представление основных процессов компании, взятых в их согласовании с деловой средой организации. Модели составляются и просчитываются при помощи компьютерных программ. Модели бизнеса позволяют определить характеристики основных процессов делового экземпляра и необходимость их перестройки – реинжиниринга [6].

Объектом реинжиниринга являются не компании, а процессы. Компании подвергают реинжинирингу не свои отделы продаж или производства, а работу, выполняемую персоналом этих отделов.

Одним из путей совершенствования управления процессами, в совокупности образующими бизнес компании, является внесение им наименований, отражающих их исходное и конечное состояния. Эти наименования должны отражать все те работы, которые выполняются в промежутке между началом и концом процесса. Термин производство, лучше подходит к процессу, происходящему от момента закупки сырья до момента отгрузки готовой продукции [7].

После того, как процессы распознаны, необходимо решить, какие именно из них требуют реинжиниринга и каким должен быть его порядок. Следовательно, весь процесс реинжиниринга можно разбить на этапы:

Основные этапы реинжиниринга:

Формируется идеальный образ компании. Формирование образа происходит в рамках разработки политики компании, ее основных ориентиров и способов их достижения.

Создается модель реального или существующего бизнеса компании. Здесь изменяется система действий, работ, при помощи которых компания выполняет свои цели. Производится детальное описание и документация основных операций компании, рассчитывается их эффективность.

Разрабатывается модель нового бизнеса. Происходит изменение текущего бизнеса – прямой реинжиниринг. Для создания модели измененного бизнеса осуществляются следующие действия:

Изменяются выбранные технологические процессы. Создаются более успешные рабочие задания, из которых состоят бизнес – процессы. Определяются технологии, в том числе информационные, и способы их применения;

Формируются новые функции персонала. Перерабатываются должностные инструкции, определяется оптимальная система мотивации, организуются рабочие команды, разрабатываются программы подготовки и переподготовки специалистов;

Создаются информационные системы, необходимые для осуществления реинжиниринга: определяется оборудование и программное обеспечение, формируется информационная система компании. Необходимый для реинжиниринга уровень информационного обеспечения предполагает, что информация должна быть доступна каждому участнику проекта реинжиниринга в любой точке делового сегмента, возможно, одновременно в разных местах она однозначно расшифровывается;

Производится тестирование новой модели – ее предварительное применение в ограниченном масштабе.

Внедрение эталона нового бизнеса в технологическую реальность организации. Все элементы нового эталона бизнеса воплощаются на практике. Здесь важна состыковка и переход от старых процессов к новым, так, чтобы исполнители процессов не ощущали диссонанса рабочей обстановки и не

переживали состояние стресса. Гибкость перехода во многом определяется степенью проработанности подготовительных работ.

1.3 Методологии моделирования бизнес-процессов при использовании методов конвейерного управления

Реинжиниринг необходимо начинать с выбора наиболее эффективной методологии моделирования бизнес – процессов. Наиболее простыми, но подчас весьма лучшими, особенно на начальном этапе реинжиниринга, являются:

Блок – схема бизнес-процесса, состоящая из прямоугольников (действия), ромбиков (принимаемые решения) и стрелок, соединяющих эти элементы между собой и друг с другом;

Словесное описание бизнес-процесса, отвечающая на вопросы что, кто, где, как, зачем и почему, а также каковы затраты времени и денежных средств на принятие решений, ожидание и осуществление действий в бизнес-процессе [8].

К сожалению, кроме достоинств – простоты и наглядности – эта методология является недостаточно удобной для определения эффективности реализации бизнес-процесса. Поэтому был разработан ряд других методологий, наиболее распространенными из которых являются следующие:

Методология структурного анализа и проектирования SASD.

Эта методология основана на классической и успешной методологии структурного проектирования программного обеспечения и информационных систем. Так как в разработке прикладных программ и ИС приходится постоянно иметь дело с различными информационными процессами, то неудивительно, что разработанные для этого методологии оказались вполне применимыми и для моделирования бизнес-процессов.

Методология SADT.

Представляет собой дальнейшую эволюцию методологии структурного анализа и проектирования, объединяющая процесс моделирования, управления проектом, использования языковых средств и руководство проектом со своим графическим языком [9].

Методология IDEF.

Наиболее глубоко проработанная и наиболее популярная методология, которая позволяет описывать не только бизнес-процессы, но и функциональные блоки, различные объекты в организации и действия над ними, а также состояние и динамику развития бизнес – единиц организации и организации в целом [10].

Задачи, которые приходится решать в ходе реинжиниринга, обычно характеризуются степенью сложности и большой серьезностью. Опыт неудач первых лет развития этого направления показал, что успешный реинжиниринг не может быть осуществлен без основательной методологической базы.

Традиционно, создавая информационные системы предприятий, разработчики отталкивались от данных. В результате, используемые ими подходы к моделированию систем были направлены на описание данных о содержаниях реального мира и их взаимосвязей, но не на поведение этих сущностей.

Поскольку реинжиниринг направлен на процессы, а не на данные, традиционные подходы оказались недостаточными.

Объектно – ориентированный подход является единственным пока подходом, позволяющим описывать как данные о сущностях, так и их поведение. Кроме того, он обеспечивает создание прозрачных, легко изменяемых моделей бизнеса и информационных систем, допускающих повторное использование отдельных компонентов.

Имитационное моделирование обеспечивает не только наиболее глубокое представление моделей для пользователя, но и наиболее полные средства анализа таких моделей. Модели создаются в виде потоковых диаграмм, где представлены основные рабочие процедуры, используемые на предприятии, описано их поведение, а также информационные и вещественные потоки между ними. Впрочем, построение адекватных имитационных моделей довольно трудоемкий процесс, а их подробный анализ, выходящий за рамки сбора статистики по срокам и стоимостям, зачастую требует от пользователя

основательной подготовки. Для описания рабочих процедур может понадобиться программирование.

Чтобы преодолеть эти сложности, сегодня начинают использовать методы инженерии знаний.

во – первых, с их помощью можно непосредственно представлять в моделях плохо приведенные знания менеджеров о бизнес – процессах и, в частности, о рабочих процедурах;

во – вторых, решается проблема создания интерфейса конечного пользователя со сложными средствами анализа моделей.

Методы быстрой разработки приложений позволяют сокращать время создания информационных систем и, следовательно, используются не только в ходе реинжиниринга организации, но и на этапе развития, сопровождающегося постоянными изменениями и эволюцией информационных систем организации. Современный период характеризуется активным переходом к использованию объединенных методологий и инструментальных средств [11].

1.4 Концепция управленческого учета, основанная на методах конвейерного управления

Для объяснения «конвейерного» управления или «конвейерного» выполнения задач придется немного рассказать о предпосылках введения такого понятия [12].

Рассмотрим внутреннюю среду информационной системы:

Внутренняя среда - это конвейеры информационной системы образующие структуру и выполняющие задачи согласно технологии для достижения целей.

Задача - это предписанная работа, серия работ или часть работы, которая должна быть выполнена заранее установленным способом в заранее оговоренные сроки.

Технология - это способ преобразования материалов, информации или людей.

И для специалистов и для конвейеров технология это последовательность выполнения задач. Общие задачи для всех специалистов:

– Постановка задач и выработка технологии работы для своих

подчиненных (планирование, организация, мотивация и контроль).

– Принятие решений

При этом следует отметить, что принятие решений - это выбор из возможных альтернатив того, как и что планировать, организовывать, мотивировать и контролировать, т.е. выбор технологии.

Таким образом, получается, что задача – создать технологию работы для информационной системы и при необходимости ее корректировать через механизм принятия решений. Т.е. получается декомпозиция формирования технологии информационной системы: администраторы вырабатывают технологию для информационной системы, она для специалиста, которые в свою очередь определяют технологию работы рядовых сотрудников.

Всю работу информационной системы можно описать как последовательность задач, где за каждой задачей закреплен исполнитель. Для того чтобы понять, как оптимизировать технологию, рассмотрим составляющую технологии – Задачу. Когда мы говорим о задаче в рамках технологии, мы всегда имеем ввиду не описательную часть, а выполнение задачи - т.е. процесс преобразования материалов, информации или людей. Информационная система выполняет следующие задачи

– Преобразование материалов - это производственная задача.

– Преобразование информации возможно два варианта преобразования.

Производство и Принятие решений.

– Преобразование людских ресурсов. Варианты осуществления могут быть различны: обучение, административное воздействие и другие.

Производственный процесс характеризуется наличием производственного цикла, т.е. последовательностью задач, которые связаны только с преобразованием материала. Вернее вначале была одна-единственная задача, например «сделать самовар». Посмотрим, как эволюционировала технология производства:

– Единичное производство – изготовление работником изделия целиком самостоятельно.

– Разделение труда - это технологическое закрепление набора задач за

конкретными работниками.

– Конвейерное производство – разделение труда с закреплением рабочего места работника.

Каждый из технологических скачков увеличивал производительность труда на производстве в десятки раз.

Посмотрим на задачи преобразования информации. Во многих информационных системах существуют достаточно длинные, стационарные информационные цепочки, т.е. цепочки задач связанные с преобразованием информации. Поскольку основным носителем информации является документы, возможно, ввести эволюционные этапы преобразования информации (документов) - эволюционные этапы, аналоги производственных:

– Единичное преобразование – единоличная разработка документов от начальной до финальной стадии.

– Разделение труда – специализированная обработка документов.

– Конвейерное преобразование – документ следует по конвейеру, а специалисты обязаны их обработать.

Хочется отметить, что разделение труда при преобразовании информации используется достаточно давно. Что касается конвейерного преобразования информации, то технологически это стало достаточно эффективно только после появления компьютеров, которые осуществляют доставку информации до следующего исполнителя.

Мы говорили отдельно о производстве и преобразовании информации. Напомним, что выполнение задачи - это преобразование материалов, информации или людей, т.е. возможно одновременное преобразование материалов и информации. Мы говорили, что конвейерное производство и конвейерное преобразование информации зачастую оказываются наиболее эффективными технологиями, отсюда следует, что конвейерное выполнение задач, может служить наиболее эффективной технологией работы. Все однотипные последовательности задач имеет смысл организовать в конвейер

Как мы понимаем конвейерное выполнение задач? Любая задача должна быть описана и поставлена информационной системе, т.е. любая задача несет

информацию и более того в процессе выполнения задачи всегда происходит преобразование информации, появляется дополнительная информация о времени и качестве выполнения. Таким образом, получается обязательным присутствием в задаче информационной составляющей. А раз в любой задаче есть информационная составляющая, то для контроля всего процесса (всей технологии) должна быть использована информационная система с целью повышения эффективности.

По сути, технология конвейерного управления основывается на механизме конвейерного выполнения задач. Опишем более подробно процесс работы информационной системы при конвейерном управлении:

- Все процессы информационной системы представляют собой документированную последовательность задач, за выполнение каждой задачи отвечает закрепленный конвейер.

- С другой стороны у каждого конвейера в инструкции строго прописан возможный набор выполняемых им задач.

- Выполнение задачи конвейером приводит к автоматическому возникновению задачи у следующего конвейера.

- Каждая задача появляется в конвейере самостоятельно (не требует затрат), описание задачи содержит всю информацию необходимую для ее выполнения.

- Количество и набор задач, которые могут приходиться конвейеру за время его работы, заранее определены.

Описанная ситуация является идеальным состоянием, в реальной жизни добиться такого невозможно, тем не менее, большая часть из описанных принципов работы являются стандартными для информационной системы с правильно поставленной технологией работы. Остальная часть технологии работы, связанные с доставкой информации на конвейер и полное предоставление информации по задаче возлагается на информационную систему.

Конечно, не все процессы организации представляют собой устоявшуюся неизменяемую последовательность задач, тем не менее, во многих

информационных системах сформированные процессы функционируют достаточно длинные промежутки времени. Именно эти бизнес процессы и должны основываться на технологии конвейерного управления.

Информационная система, предназначенная для конвейерного управления, должна позволять следующее:

- Описывать процессы через последовательность и ветвления выполнения задач, где за каждой задачей закреплен конкретный конвейер.

- После запуска первой задачи процесса и до выполнения последней стадии контролировать соответствие действий конвейера описанию.

- Предоставлять всю необходимую информацию для выполнения конкретной задачи.

- После выполнения очередной задачи информировать следующий (следующих) конвейер о возникновении у них задачи.

- Сохранять информацию о времени появления, времени и качестве выполнения задачи.

- При отклонении от нормативных параметров информировать администратора о просрочках выполнения или о некачественном выполнении задачи.

- Производить другие автоматические действия в случае отклонения параметров. Например: Выставлен счет покупателю, в течение трех дней он должен быть оплачен (у исполнителя «висит» задача «Принять оплату»). Через три дня, при неоплате, система автоматически отправляет счет в архив.

Вспомним, какие задачи решает (должен решать) конвейер при создании технологии работы информационной системы:

- Планирование.

- Организация.

- Мотивация.

- Контроль.

Получается, что часть этих функций при настроенном конвейерном выполнении задач может отойти к информационной системе. Рассмотрим чуть более подробно, начнем с конца.

Контроль. При конвейерном выполнении задач информационная система сама может проверять корректность и качество выполнения отдельной задачи по имеющейся у нее начальной и конечной информации. Более того, система уже контролирует последовательность выполнения задач, так именно она осуществляет доставку информации для выполнения задач согласно описанному сценарию. Помимо этого такая система может контролировать сроки выполнения задач и сигнализировать о не выполнении.

Мотивация. Мотивация – это ответ на вопрос конвейера, зачем он должен работать. Информационная система мотивирует конвейер следующим способом, она может предоставить ему список работы к выполнению на данный момент времени, т.е. конвейеру не нужно будет искать, чем заняться, задачи сами найдут его. Четко описанный круг текущих невыполненных задач является стимулом к работе.

Организация. При конвейерном выполнении задач вся информационная система уже произведена на этапе проектирования конвейера, а при текущей работе требуется только принятие решений, как реакция на сигналы информационной системы (конвейера).

Планирование. Планирование состоит из стратегического и оперативного. Мы не будем утверждать, что конвейер способен разрешить проблемы стратегического планирования – это не так, но короткие оперативные планы создаются самой информационной системой с детализацией до отдельного конвейера. Мы имеем ввиду списки задач, которые система может предоставлять конвейеру.

Мы убедились, что часть функций ложится на плечи конвейерной информационной системы, т.е. сокращается потребность в специалистах, в задачи которых входит коммуникация между уровнями управления и создание внутренней технологии работы. Помимо этого описанный подход дает следующие преимущества:

- Увеличение пропускной способности конвейера
- Обеспечение однородности функций конвейера, что позволяет уменьшить требования к информационной системе.

– Увеличивает аналитичность и контролируемость хода выполнения процессов.

– Уменьшает время и улучшает качество коммуникаций между конвейерами.

Как предложенная технология влияет на принятие управленческих решений?

Как было отмечено выше, технология конвейерного управления (конвейерного выполнения задач) позволяет уменьшить текущие рутинные работы специалистов, что позволяет сосредоточить свое внимание на принятии уникальных решений.

Предложенная технология предоставляет целый массив дополнительной информации для анализа, эта информация может служить показателями эффективности:

– Количество задач данного типа выполняемого разными конвейерами за промежуток времени.

– Среднее время реакции конвейера на задачу.

– Количество «висящих» задач у конвейера.

Помимо этого специалисты в режиме реального времени могут отслеживать загруженность конвейеров на текущий момент времени, что позволяет оперативно реагировать на возникающие проблемы. Например: «Висит» много задач «Подобрать товар». Это может означать или что все конвейеры простаивают или им нужна помощь. Но в любом случае нужно принимать какое-то решение. Чтобы специалисту не пришлось производить мониторинг всех конвейеров, можно ввести пороговые допустимые значения текущих задач и система сама будет извещать о превышении порога.

После тестирования системы был сделан анализ графика зависимости количества выполнения задач от времени (рисунок 1). Зависимость в виде трехгорбого верблюда явно показывала уменьшение активности в 13.00 и 15.00. Использование данной технологии позволило избавиться от второго провала и увеличило общее количество операций в день на 10%.



Рисунок 1 – Изменение количества выполнения задач от времени

Была показана важность наличия в информационной системе механизмов конвейерного выполнения задач. Этот вывод следует из теории менеджмента и аналогий в эволюции развития производства и преобразования информации:

- Все однотипные последовательности задач имеет смысл организовать в конвейер.

- Наличие в информационных системах механизмов конвейерного выполнения задач приводит к увеличению эффективности работы информационной системы.

Также было показано, как информационная система конвейерного управления берет на себя часть рутинных функций специалистов.

Технология учета, базирующаяся на конвейерном управлении, предоставляет возможности формирования показателей эффективности работы конвейеров, специалистов и информационной системы в целом.

1.5 Концепция реализации конвейерной информационной системы для реинжиниринга бизнес-процессов

В данном разделе приводится описание реализации конвейерной информационной системы (рисунок 2). Следует отметить, что для практической реализации рассмотренных процедур поиска данных и документов

предлагается методика определения расчета количества конвейеров в зависимости от групп однотипных задач [13].

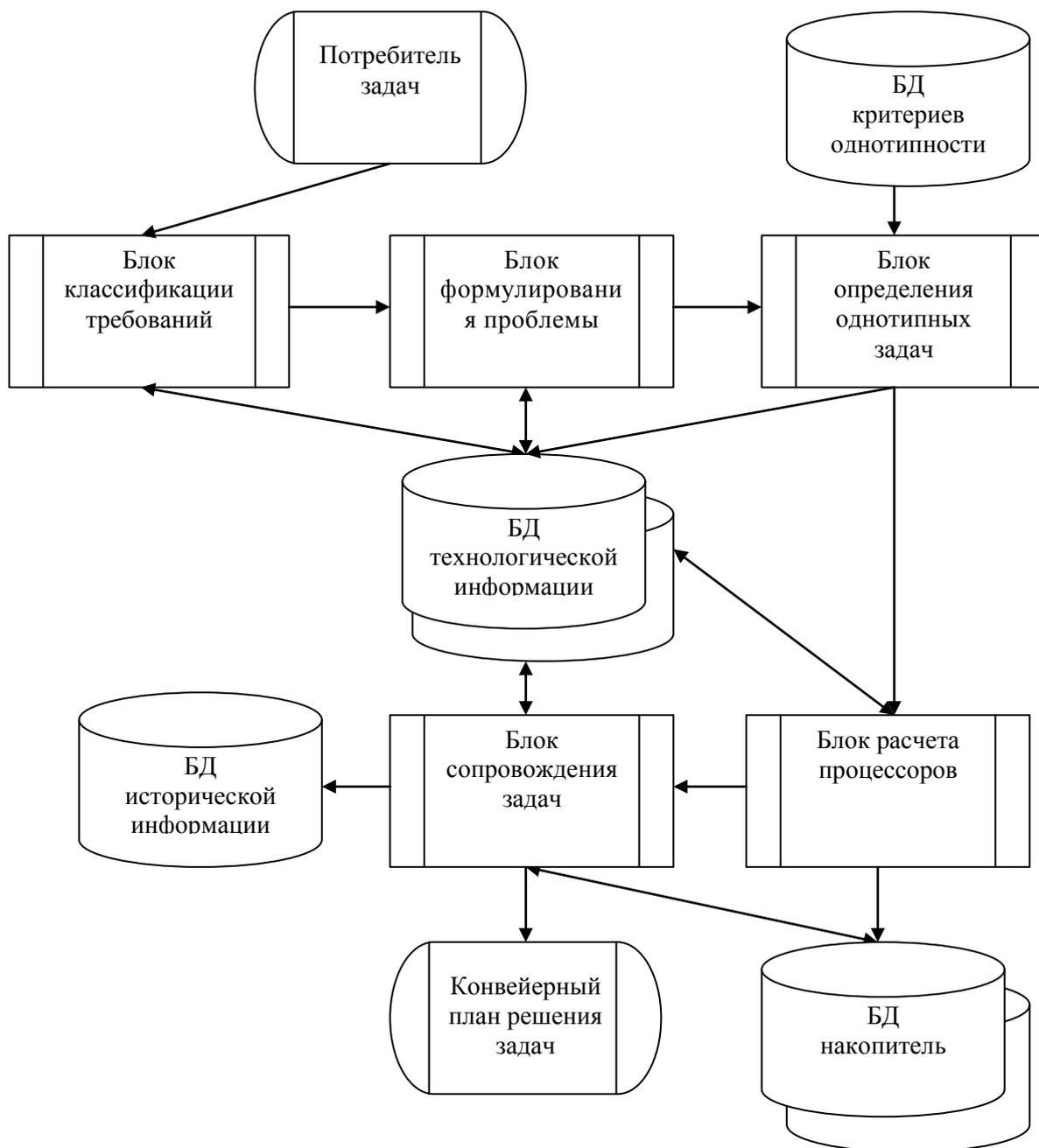


Рисунок 2 – Структурная схема реализации конвейерной информационной системы управления.

Характеристики разбиты на пять групп. В первой группе характеристик производится сбор и запись информации обо всех проявившихся признаках, сопутствовавших поступившему требованию; во второй группе на основании результатов анализа информации о признаках формулируется проблема или описывается событие, обусловившее требование; в третьей группе — составляется список задач, решение которых должно привести к решению проблемы или соответствовать событию, обусловившему требованию.

Определяются однотипные задачи и группируются по критериям однотипности. Группы однотипных задач регистрируются. В четвертой группе выполняется расчет количества процессоров 1, 2 и последующих уровней, определяются основные показатели конвейера. В пятой группе уточняется принятое решение, регистрируются учетные записи, и составляется конвейерный план решения задачи

Информационные элементы рассмотренной модели хранятся в базе данных реляционного типа в виде совокупности отношений различной структуры. Поиск этих элементов осуществляется по запросу СУБД, сформированному на языке SQL и выдаваемому при обработке каждой производственной ситуации.

Для класса конвейерных информационных систем решается задача определения зависимости между мощностью конвейера и объёмом информации. Условия решения задачи: критерием для оценки мощности является максимальное количество требований, обслуживаемых в конвейере в непрерывном интервале времени (интервале занятости), при соблюдении заданных максимально-допустимых значений времени ожидания требованиями обслуживания и вероятности его не превышения; объём технологической информации измеряется в условных информационных единицах [у.и.е]. Одна [у.и.е] соответствует объёму информации, необходимому для выполнения всех действий по одному из возможных типов событий (проблем) в целом для процесса: одному достоверно известному признаку любого события, одной достоверно известной группе признаков, соотнесённой с одним событием (проблемой), одной достоверно известной группе задач, соотнесённой с одним событием (проблемой), одной достоверно известной группе работ, соотнесённой с решением всех задач, относящихся к одному событию (проблеме); процесс накопления (добавление или корректировка) технологической информации реализуется в заданной последовательности периодов обновления информации.

Решение поставленной задачи позволит оптимизировать топологию конвейера на основе количественной оценки мощности при различных

вариантах распределения между процессорами основных функций процесса обслуживания требований.

Обратимся к проблемам современных информационно-управляющих систем. Информационная система, предназначенная для конвейерного управления, должна позволять следующее [14]:

- Описывать процессы через последовательность и ветвления выполнения задач, где за каждой задачей закреплен конкретный конвейер.
- После запуска первой задачи процесса и до выполнения последней стадии контролировать соответствие действий конвейера описанию.
- Предоставлять всю необходимую информацию для выполнения конкретной задачи.
- После выполнения очередной задачи информировать следующий (следующих) конвейер о возникновении у них задачи.
- Сохранять информацию о времени появления, времени и качестве выполнения задачи.
- При отклонении от нормативных параметров информировать администратора о просрочках выполнения или о некачественном выполнении задачи.
- Производить другие автоматические действия в случае отклонения параметров. Например: Выставлен счет покупателю, в течение трех дней он должен быть оплачен (у исполнителя «висит» задача <Принять оплату>). Через три дня, при неоплате, система автоматически отправляет счет в архив.

2 Анализ моделей и методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов

2.1 Методы конвейерного управления

Планирование процесса подразумевает, что задания или задачи (сегменты кода, если использовать терминологию ИСУ) должны быть назначены конкретному процессору для исполнения в конкретное время. Так как для выполнения могут рассматриваться много задач или заданий (взаимозаменяемые термины), необходимо представить набор этих задач в виде их взаимосвязи друг с другом. Представление наборов заданий с использованием ориентированного графа или графа предшествования является наиболее популярным в литературе по планированию. Рис.3 изображает одно из возможных эквивалентных представлений для множества задач и заданий. Узлы в этом графе могут представлять независимые операции или части одной программы, которые связаны между собой во времени [15].

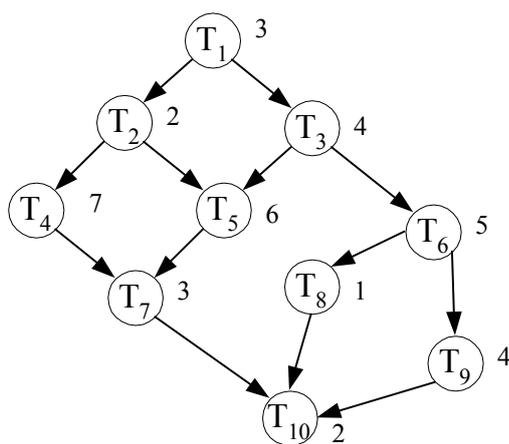


Рисунок 3 – Представление набора задач процесса

По рисунку 3 можно сделать несколько важных выводов. Во-первых, множество вершин представляет набор задач $T = (T_1, \dots, T_n)$. Направленные дуги между узлами означают, что существует частичное упорядочивание или отношение предшествования $<$ между задачами. Так если $T_i < T_j$, задача T_i должна быть завершена до того, как T_j может начать выполнение. На рисунке 3, например, $T_1 < T_2$, $T_1 < T_3$, $T_4 < T_7$ и $T_5 < T_7$. Второе, что связано с каждой вершиной – это время, требуемое гипотетическому процессору на исполнение кода, представленного вершиной. Таким образом, мы говорим о функции $M: T \rightarrow (0, \infty)$. Граф программы может быть представлен тройкой $(T, M, <)$. Если

процессоры идентичны, то любая задача может выполняться на любом процессоре, который удовлетворяет ее условиям предшествования.

Рисунок 3 не содержит никакой информации о количестве процессоров, доступных для выполнения набора задач T .

Количество процессоров, конечно, непосредственно определяет количество времени, требуемое для выполнения задач T , хотя, как будет показано далее, не совсем верно, что время выполнения обратно пропорционально количеству процессоров. Среди многих критериев классификации тем не менее количество процессоров представляет единственный наиболее важный фактор в построении оптимальных или частично оптимальных планов реализации параллельных процессов в ИУС.

Следует заметить, что граф, изображенный на рисунке 3, является ациклическим, т. е. в нем нет петель или циклов. Циклы в графе могут нарушить статичность планирования графа (т. е. планирования, сделанного до времени выполнения), так как условие, ограничивающее число итераций, не может быть разрешено до времени выполнения. Большинство опубликованных работ по планированию процессов явно или косвенно игнорируют сложности, представляемые циклами через предположение о том, что полная петля может содержаться внутри единичного узла в графе.

Заметим также, что граф на рисунке 3 не содержит условных или решающих узлов. Решающим узлом называется узел, время выполнения которого может влиять на управляющий поток в программе (например, ответвление, зависящее от данных). Это определение является общим для большинства публикаций, представленных по данной тематике. Если количество граней, исходящих из узла n ($n > 1$), то n узлов, которые непосредственно исходят из узла, не могут быть иницированы, пока вычисления, представленные в узле, не будут завершены. Аналогично, узел со степенью сходимости узла (количество граней инцидентных узлу) большей, чем 1, должен ждать завершения всех непосредственных предшественников, чтобы быть иницированным. Методики планирования, рассматриваемые

далее, будут основаны на двух условиях, изложенных выше: отсутствие петель и узлов решения.

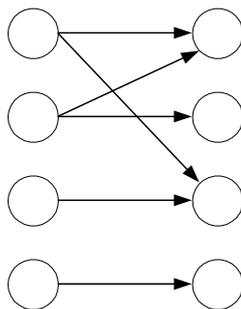


Рисунок 4 – Множество задач с множественным начальным состоянием

Было проведено множество исследований на тему моделирования вычислительных последовательностей, не основывающихся на этих предположениях.

Граф в форме, изображенной на рисунке 3, относится к связному графу с узлами, содержащими один вход и один выход, или SEC. Во многих ссылках также исследуются графы, имеющие форму, показанную на рисунке 4.

При рассмотрении видов классификации для нас основным является вопрос: должен граф программы, реализующей процесс, обрабатываться одним процессором или системой в рамках ИУС, содержащей более одного процессора? Решение разграничить планы реализации процессов именно таким образом не является очевидным, ввиду большого количества факторов, которые могут использоваться для классификации. Дальнейшее изложение выявит эти факторы и покажет, как модифицировалась представленная система классификации.

Количество процессоров. Традиционно однопроцессорные системы чрезвычайно доминировали среди компьютерных систем, управляющих технологическими процессами и системами. Тем не менее, развивался поиск более высоких вычислительных возможностей, посредством использования нескольких процессоров, так как однопоточная архитектура управляющей ЭВМ постепенно себя изживала. Внедрение интеграции высокого уровня и необходимость повышения надежности вычислительных систем явились стимулом к использованию многопроцессорной организации. Однако

переборные оптимальные планы были созданы только в ограниченном количестве случаев.

Продолжительность задачи. Ранее мы отметили, что узлы графа программы могут представлять задачи равной и неравной продолжительности. В первом случае можно сказать, что на все модули накладывается ограничение единичной продолжительности выполнения задания. Термин «единичный» используется здесь как время, необходимое для выполнения некоторого количества инструкций.

В практике обработки информационно и по управлению взаимосвязанных задач разной продолжительности обычным является условие, что все задачи могут быть разделены на целые кратные числа наименьших базовых заданий. Тем не менее, мы рассмотрим как отдельную категорию программные графы, для которых деление задач неприемлемо.

Структура графа предшествования. Отдельные узлы в графе могут быть связаны друг с другом различными способами. Например, все задачи могут быть независимы друг от друга. В этом случае мы говорим, что не существует предшествования или частичной предопределенности между задачами. В других ситуациях необходимо структуру программного графа строить таким образом, чтобы каждый узел графа имел хотя бы одного предшественника или хотя бы одного последователя. Также существует возможность построения общей структуры предшествования, для которой не применяются предыдущие ограничения. Каждое из этих условий рассматривается ниже.

Прерывание задач. Если допустимо прерывание (и, следовательно, возобновление) задачи до ее завершения, то мы говорим о плане с приоритетами (вытесняющий план реализации процесса). Если прерывание до завершения задачи не допустимо, то мы говорим о процессе без приоритетов или простом плане. В общем случае вытесняющие методы формируют планы, лучшие по сравнению с планами, разработанными с использованием невытесняющих алгоритмов. Но вытесняющие планы все-таки имеют и некоторые недостатки. Они связаны с дополнительными расходами на

"переключатели" задач, состоящие из системы прерывания вычислений и дополнительной памяти, необходимой для хранения состояния прерванной задачи. Эти накладные расходы могут быть незначительны, если прерывания происходят не очень часто; в условиях, когда вытеснения проявляются чаще, может стать заметным снижение производительности вычислительного комплекса ИСУ.

Простой процессора. Далее будет показано, что величина производительности может быть увеличена за счет использования холостого хода процессора. Определение момента отключения процессора может привести к значительным усложнениям алгоритма планирования реального времени в ИСУ. В «прожорливой» системе места в плане для холостого хода не выделяются, и отложенная задача начинается, как только освобождается процессор.

Периодичность работы. Большая часть исследований, опубликованных в литературе и рассматриваемых ранее, связана только с однократным выполнением задач, которые могут выполняться повторно через неопределенные интервалы на протяжении большого периода времени. Многократные выполнения заданий в составе оптимальных или почти оптимальных планов могут в результате дать выигрыш по времени даже с учетом затрат на анализ задачи формирования этих планов, чему и посвящена эта работа. В течение этого времени код заданий не изменяется, хотя изменения в данных, обрабатываемых кодом, допустимы и, скорее, представляют правило, нежели исключение. Несмотря на это, оценивание производительности комплекса информационно и по управлению взаимосвязанных задач периодического процесса рассматривается только для однократного их выполнения.

В настоящее время в вычислительных комплексах ИСУ используются как одно-, так и двухпроцессорные системы. Системы этого типа могут быть охарактеризованы множеством задач, для каждой из которых известны частота и время выполнения. Процесс планирования в таких системах особенно затруднителен по двум причинам: временные и частотные ограничения могут

быть различны для каждой задачи на множестве периодичных задач, а допустимые отклонения от запланированного времени запуска (и, следовательно, времени завершения) должны быть очень малыми либо вообще не должны иметь место на каждой итерации каждой задачи.

Наличие и отсутствие пределов. Для оценки поведения планов был разработан ряд показателей производительности. В большинстве случаев рассматривается поведение только полного плана или полного множества задач. В других случаях пределы или запланированные времена завершения (далее используются оба термина) устанавливаются для индивидуальных компонентов множества взаимосвязанных задач. Если имеется некоторый дополнительный временной показатель, связанный со временем завершения отдельных задач (время простоя), и этот показатель имеет ограничение, то мы говорим о жестком пределе или о «жестком» плане реального времени. Если время простоя является статистически распределенной величиной, в этом случае мы говорим о мягком пределе или о «мягком» плане реального времени. Планы с ограничениями появляются в связи с периодическими планами реализации задач в ИСУ и определением нормативных времен процессов.

Планы с ограниченными ресурсами. В большинстве работ по планированию предполагается наличие неограниченных ресурсов для поддержки мультипроцессорных систем на стадии их выполнения. Хотя обычно это не упоминается, но сами процессоры были косвенно приняты в состав некоторого (обычно неограниченного) класса ресурсов.

В последнее время принято определять для каждой из задач, входящих в состав системы, требования на определенные классы ресурсов. Если не принимать во внимание процессор, то первоочередной тип ресурсов, который важен и актуален, – память. Во многих работах предполагается наличие достаточного объема памяти для хранения кода и данных, необходимых для выполнения каждой из задач на конкретном процессоре. В системах, где между задачами разделяется единственная главная память, подразумевается, что объем общей требуемой памяти для множества задач не превышает размера главной памяти. С появлением распределенных систем, в которых процессору может

быть доступна как локальная, так и распределенная память, вопрос о распределении ресурсов становится особенно важным. Конечно, память не единственный системный ресурс, который может быть доступен в ограниченных количествах. Теория моделей с ограниченными ресурсами может быть расширена за счет включения множества ресурсов.

Гомогенные и гетерогенные процессоры. Наряду с исследованиями планов с ограниченными ресурсами рассмотрение неоднородных или гетерогенных многопроцессорных систем представляет собой новейшую область исследований. Вопрос внедрения неоднородных процессоров становится особенно актуальным, поскольку многопроцессорные системы занимают все большую нишу в индустрии обработки данных и управления в ИСУ. Возможность наличия различных процессоров в вычислительном комплексе ИСУ означает, что возможны усовершенствования систем управления с использованием современных компонент, то есть процессор (например, неисправный) может быть заменен или добавлен в систему без всяких ограничений на замену и без добавления точной копии изначального оборудования. Это особенно важно, если (что обычно имеет место) более дешевые, меньшие по размерам и более подходящие элементы доступны для монтирования на исходном оборудовании. Это способствует развитию принципов реконфигурации ИСУ.

Показатели эффективности. Как уже говорилось ранее, для оценивания эффективности сформированных планов реализации процессов был предложен ряд показателей. Пять наиболее часто используемых показателей перечислены ниже в порядке популярности (в работе основное внимание уделяется первым трем): время окончания или завершения; количество используемых процессоров; среднее время потока; загрузка процессора; время простоя процессора.

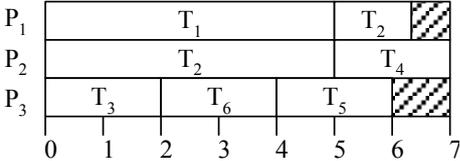


Рисунок 5 – План задач в виде диаграммы Ганта

На рисунке 5 изображены планы с временными диаграммами, известными как диаграммы Ганта. Для реализации этого плана требуются три процессора. Задачи, назначенные каждому процессору, порядок их выполнения и временные ограничения представлены горизонтальными линиями и каждому процессору соответствуют свои идентификаторы задач. Время завершения (обозначаемое здесь как w) для данного плана равно 7. Время потока задачи равно времени, за которое ее выполнение завершается. Время потока плана определяется как сумма времен потоков всех задач в плане. Например, времена потоков задач T1 и T4 равны 7 и 4 соответственно, в то время как время потока плана равно 25.5. Среднее время потока получается делением времени потока на количество задач в плане. Загрузка (критерий использования) P1, P2 и P3 равны 0.93, 1.00 и 0.86 соответственно. Эти значения получены делением времени, в течение которого процессор был занят, на общее время, в течение которого он был доступен для выполнения. Времена простоя P1, P2 и P3 равны 0.5, 0.0 и 1.0 соответственно.

Минимизации времени выполнения способствует повышению пропускной способности системы. Пропускная способность определяется как число наборов задач, обработанных в единицу времени (например, за час), и, следовательно, эта величина обратно пропорциональна сумме времен вычислений отдельных наборов задач.

Минимизация количества необходимых процессоров имеет смысл, по крайней мере, по двум причинам. Первая наиболее очевидная – цена. Вторая причина заключается в следующем: если количество процессоров, необходимых для выполнения задач в данное время меньше, чем количество всех доступных процессоров, то оставшиеся процессоры могут использоваться как резервные для увеличения надежности системы или как фоновые процессоры для некритичных вычислений.

Минимизация среднего времени потока связана с временным диапазоном, в течение которого задачи используют системные ресурсы, отличные от процессора, например память. Чем короче время, в течение которого некоторые задачи работают с памятью, тем в течение большего времени память доступна

другим задачам. Аналогией в производстве является количество складского пространства, занятого сырьем, которое должно быть переработано в конечный продукт. Время потока является косвенным показателем производительности системы.

Эффективность алгоритмов. Ключевым вопросом в изучении планирования процессов является количество вычислительного времени, необходимого для формирования соответствующего плана. В нашем случае будем говорить, что алгоритм является эффективным, если число перебираемых альтернатив может быть выражено в виде полиномиальной зависимости. Неэффективный алгоритм – тот, который прежде чем отобрать лучшее решение, по существу требует перечисления практически всех возможных альтернатив. Сложность алгоритмов данного типа выражается экспоненциальной зависимостью. Универсальных алгоритмов для большинства задач, представляющих интерес в теории планирования и формирования процессов в ИСУ, не разработано; фактически известно, что если удастся построить эффективный алгоритм для некоторых задач, то этот алгоритм, скорее всего, будет эффективен на некотором классе однотипных NP-сложных задач. Характеризуя задачу как NP-сложную, мы подразумеваем, что она может быть сложна в вычислении, по крайней мере, как сложнейшая задача NP-семейства, которое является семейством задач, решаемых недетерминированными алгоритмами в полиномиальное время. Это множество включает такие задачи, как, например, будет ли предложенная формула выполнимой, будет ли граф обладать глубиной заданного размера и задачи коммивояжера. До сих пор не найден алгоритм (детерминированный), который решал бы любую из этих задач за полиномиальное время [16].

2.2 Модели конвейерного управления

Существует класс планов – так называемые конвейерные планы, – в которых более чем один процессор включен в совместное выполнение ряда задач и в которых существует последовательная взаимосвязь между процессорами, это не случай многопроцессорного планирования. Таким образом, задача, которую необходимо выполнить, должна быть обслужена

одним из процессоров, а потом другими. Это чередование должно соблюдаться для всех задач, входящих в план, но никакого требования идентичности процессоров не вводится.

Своим происхождением планы этого типа обязаны опять-таки производственной среде, в которой работа должна производиться на целом ряде машин, каждая из которых выполняет уникальные, специфические операции. Аналогом в компьютерной среде является требование для задач монопольного использования процессора и каналов ввода-вывода. Чередование этих режимов монопольного использования соответствует прохождению задачи через ряд машин, количество которых невелико [17].

2.2.1 Решение Джонсона задачи о двухмашинном конвейере (the Johnson ordering, JO)

Наиболее часто цитируемым является решение Джонсона задачи о двухмашинном конвейере. Алгоритм Джонсона упорядочивает n задач, одновременно доступных на двухмашинном конвейере, таким образом, чтобы минимизировать максимальное время потока [18].

Используя систему обозначений, принятую у Джонсона, можно сказать, что каждая задача состоит из пары операций (A_i, B_i) , где A_i – работа, которую необходимо выполнить на первой машине конвейера, а B_i – работа, которую надо сделать на второй машине. Именно в таком порядке задачи будут выполняться на двух машинах, хотя для некоторых A_i и B_i допустимо принимать нулевые значения, так как некоторые задания могут выполняться за одну операцию. Предполагается, что каждая машина может обслуживать за раз только одну задачу, и действие A_i должно быть закончено прежде, чем действие B_i может быть начато.

Даны n пар в форме (A_i, B_i) , задача заключается в упорядочении n заданий с целью минимизации максимального времени потока. Джонсон показал, что задача T_i должна предшествовать задаче T_j , если

$$\min(A_i, B_i) \leq \min(A_j, B_j) \quad (1)$$

Таблица 1

Характеристики планируемых задач

Номер задачи, i	A_i	B_i
1	6	3
2	0	2
3	5	4
4	8	6
5	2	1

Таблица 2

Минимальные времена потока для разных пар задач из таблицы 1

j	(A_j, B_{j+1})				min	(A_{j+1}, B_j)				min
1	A1	B2	6	2	2	A2	B1	0	3	0
2	A2	B3	0	4	0	A3	B2	5	2	2
3	A3	B4	5	6	5	A4	B3	8	4	4
4	A4	B5	8	6	6	A5	B4	2	6	2
2	A2	B4	0	6	0	A4	B2	8	2	2
2	A2	B5	0	1	0	A5	B2	2	2	2
1	A1	B3	6	4	4	A3	B1	5	3	3
1	A1	B4	6	6	6	A4	B1	8	3	3
1	A1	B5	6	1	1	A5	B1	2	3	2
3	A3	B5	5	1	1	A5	B3	2	4	2

Рассмотрим следующий пример. В таблице 1 приведены характеристики задач, которые должны быть спланированы. Таблица 2 показывает, что $T_2 < T_3$ и $T_4 < T_5$, т. к. $\min(A_2, B_3) = \min(0, 4) = 0 < \min(A_3, B_2) = \min(5, 2) = 2$, и $\min(A_4, B_5) = \min(8, 1) = 1 < \min(A_5, B_4) = \min(2, 6) = 2$. Кроме того, $T_2 < T_4$ и $T_2 < T_5$, т. к. $\min(A_2, B_4) = \min(0, 6) = 0 < \min(A_4, B_2) = \min(8, 2) = 2$, и $\min(A_2, B_5) = \min(0, 1) = 0 < \min(A_5, B_2) = \min(2, 2) = 2$. Также $T_4 < T_3$ и $T_3 < T_5$. Находим, что должна быть установлена очередность: T_2, T_4, T_3, T_5 . Единственная не включенная в план задача – T_1 . Из результатов работы алгоритма Джонсона следует, что $T_2 < T_1, T_3 < T_1, T_4 < T_1$ и $T_1 < T_5$. То есть единственная позиция для T_1 , которая удовлетворяет этим отношениям предшествования и чередования T_2, T_4, T_3, T_5 – это та, в которой $T_3 < T_1$ и $T_1 < T_5$, и конечное упорядочивание будет T_2, T_4, T_3, T_1, T_5 .

Таблица 3

Результаты работы алгоритма Джонсона (JO)

T2	T3	T4	T5	T2	T4
$\min(A_2, B_3)$	$\min(A_3, B_2)$	$\min(A_4, B_5)$	$\min(A_5, B_4)$	$\min(A_2, B_4)$	$\min(A_4, B_2)$
0	2	6	2	0	2
T2 < T3		T4 > T5		T2 < T4	

T2	T1
min(A2,B1)	min(A1,B2)
0	2
T2<T1	

T3	T1
min(A3,B1)	min(A1,B3)
3	4
T3<T1	

T4	T1
min(A4,B1)	min(A1,B4)
3	6
T4<T1	

T2	T5
min(A2,B5)	min(A5,B2)
0	2
T2<T5	

T4	T3
min(A4,B3)	min(A3,B4)
4	5
T4<T3	

T1	T5
min(A1,B5)	min(A5,B1)
1	2
T1<T5	

T3	T5
min(A3,B5)	min(A5,B3)
1	2
T3<T5	

Соответствующий план и сетевой график изображен на рисунках 6, 7, он выдает минимальное время потока равное 23.

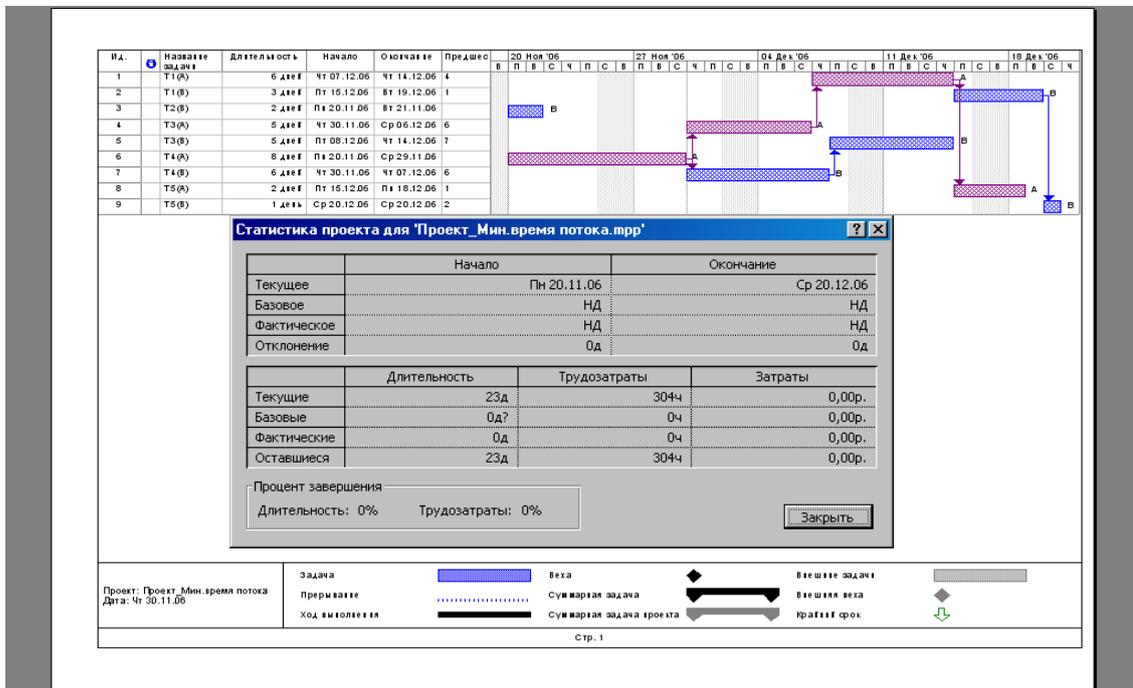


Рисунок 6 – Диаграмма Ганта Двухпроцессорного конвейера (минимальное время потока)

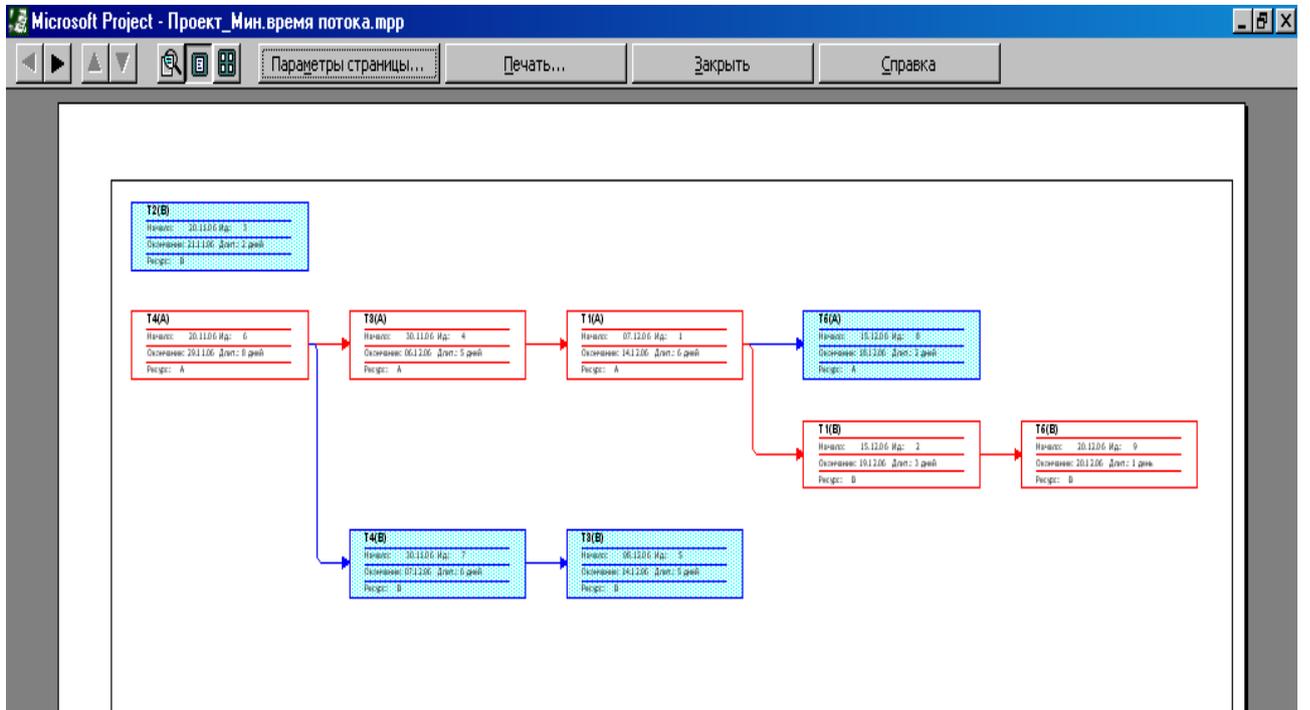


Рисунок 7 – Сетевой график двухпроцессорного конвейера (минимальное время потока)

SPT план и сетевой график на основе A_i показан на рисунках 8, 9

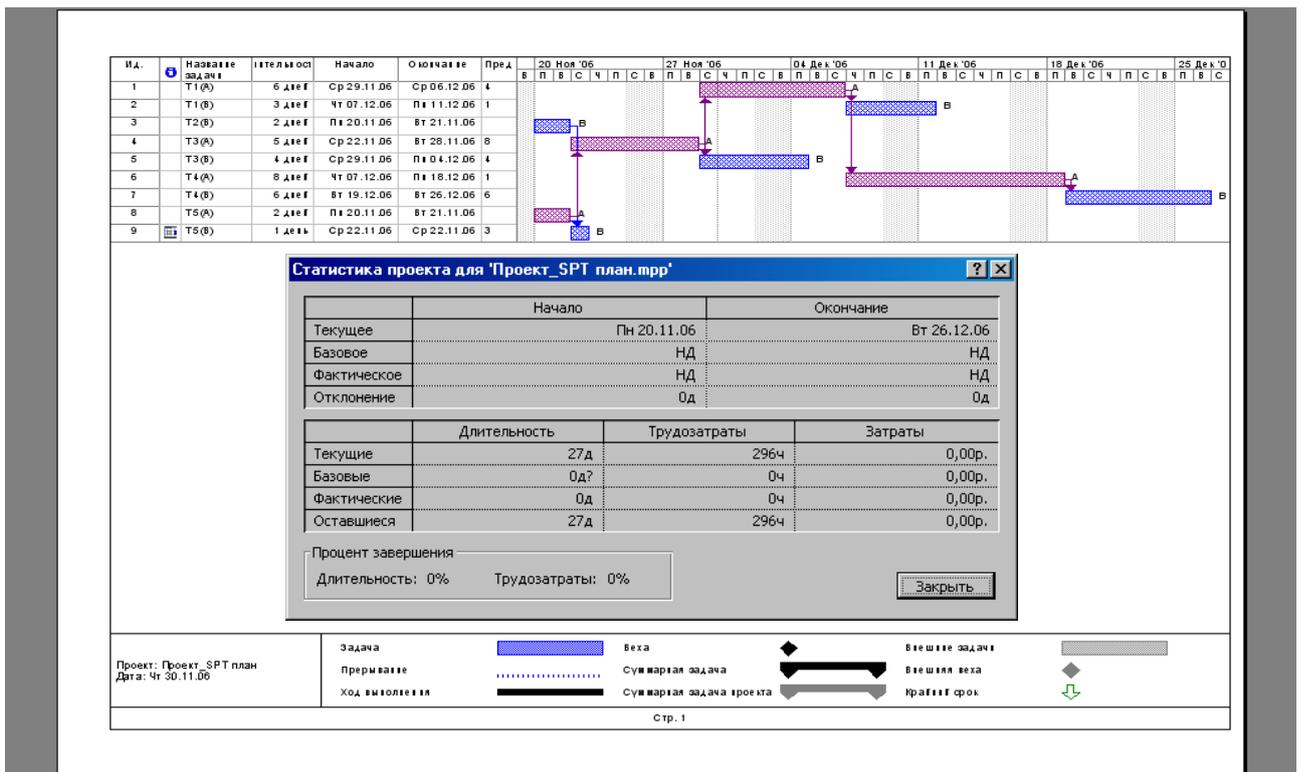


Рисунок 8 – Диаграмма Ганта двухпроцессорного конвейера (SPT-план)

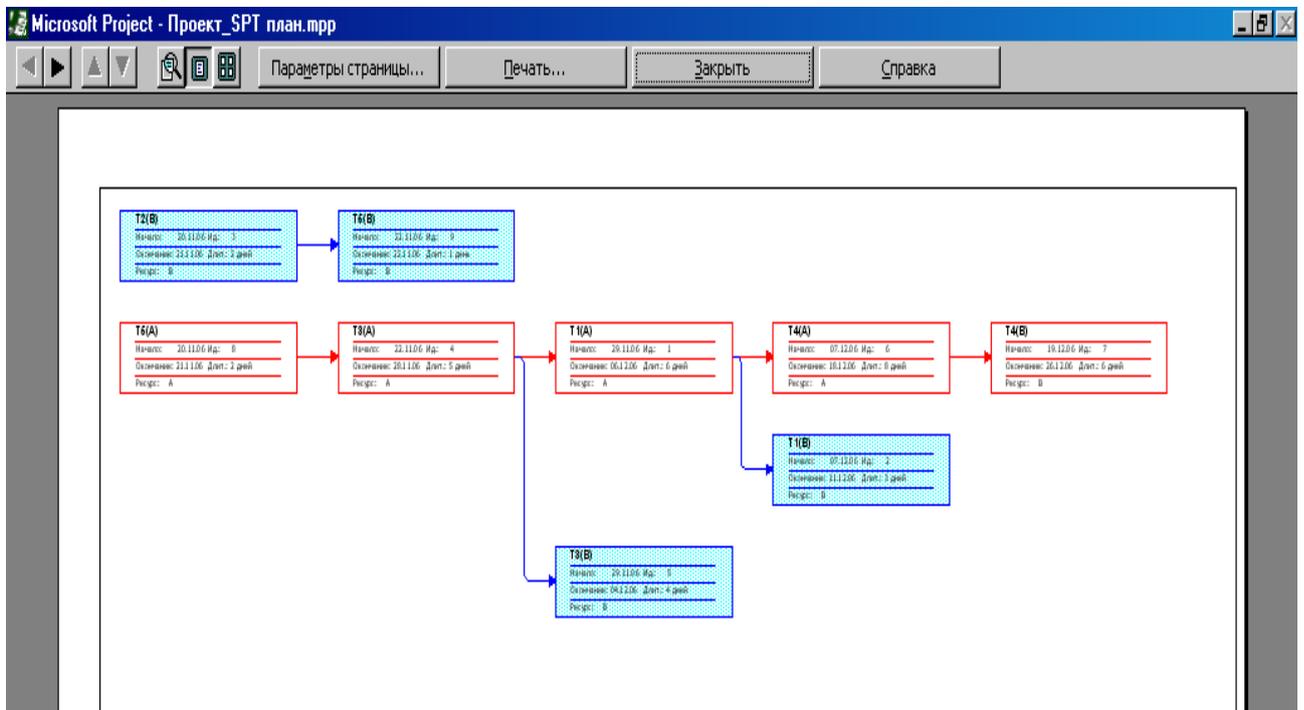


Рисунок 9 – Сетевой график двухпроцессорного конвейера (SPT-план)

План и сетевой график, основанный на очередности, в которой задачи появляются в начальной таблице, дан на рисунках 10, 11.

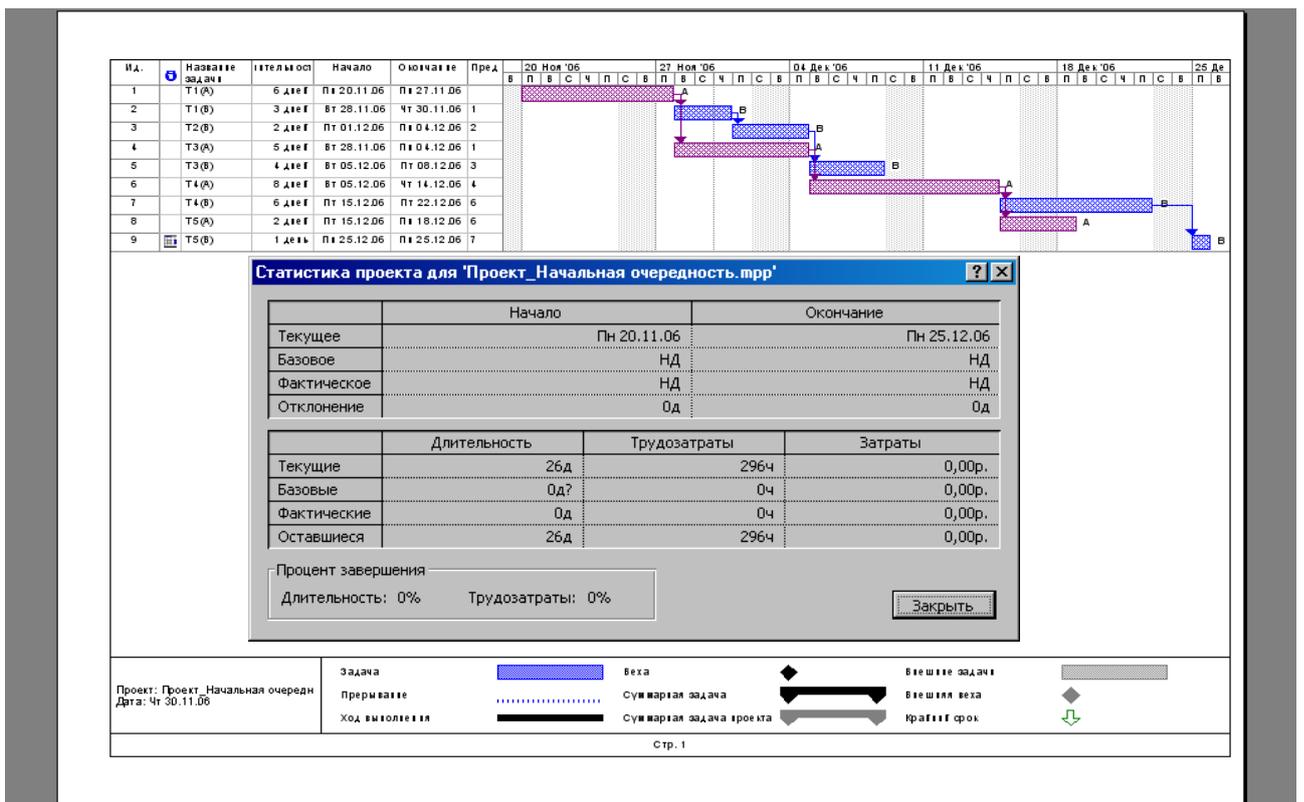


Рисунок 10 – Диаграмма Ганта двухпроцессорного конвейера (начальная очередность)

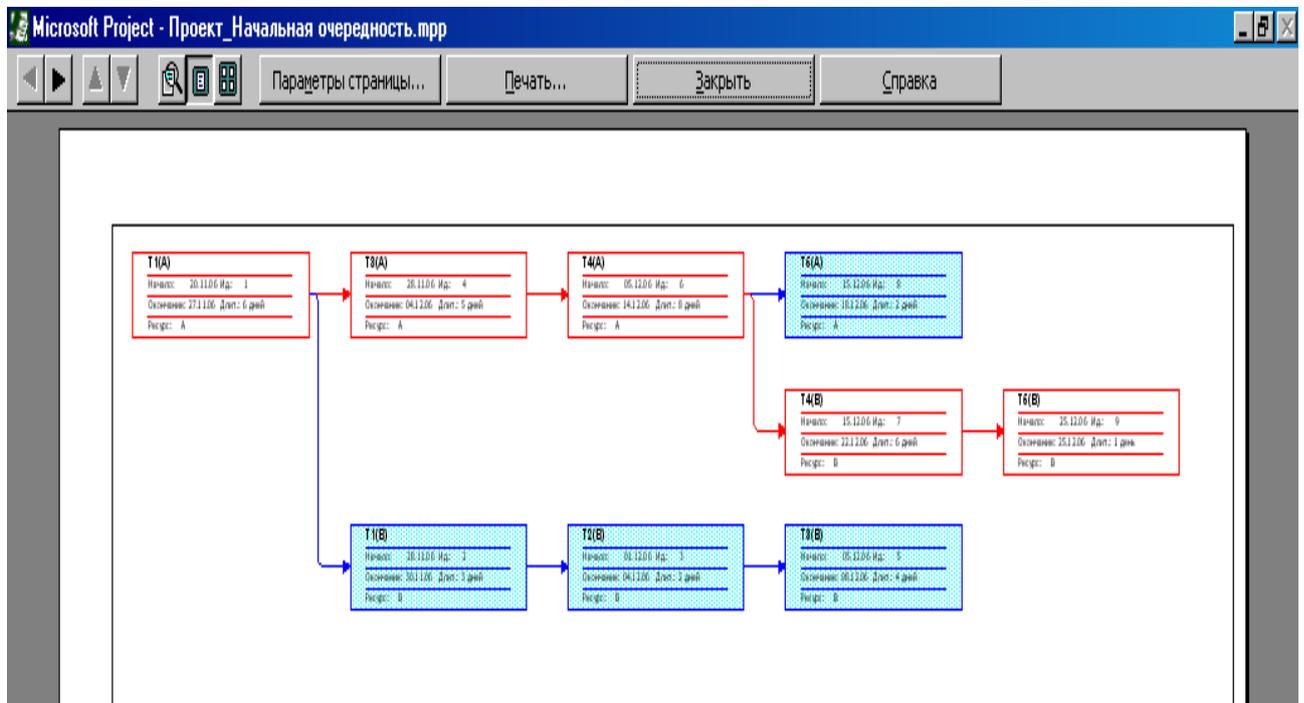


Рисунок 11 – Сетевой график двухпроцессорного конвейера (начальная очередность)

По полученным данным помощью MS Project графиков рассчитаны в сравнении показатели эффективности для построенных конвейерных планов: длительность плана, время простоя, загрузка процессора (рисунок 12).

Планы	Длительность плана	Время простоя		Загрузка процессора	
		А	В	А	В
План основной на очередности в начальной таблице	26 дн	5 ч	10 ч	80,77%	61,54%
SPT план на основе А	27 дн	6 ч	11 ч	77,78%	59,26%
План по алгоритму Джонсона	23 дн	2 ч	7 ч	91,30%	69,57%

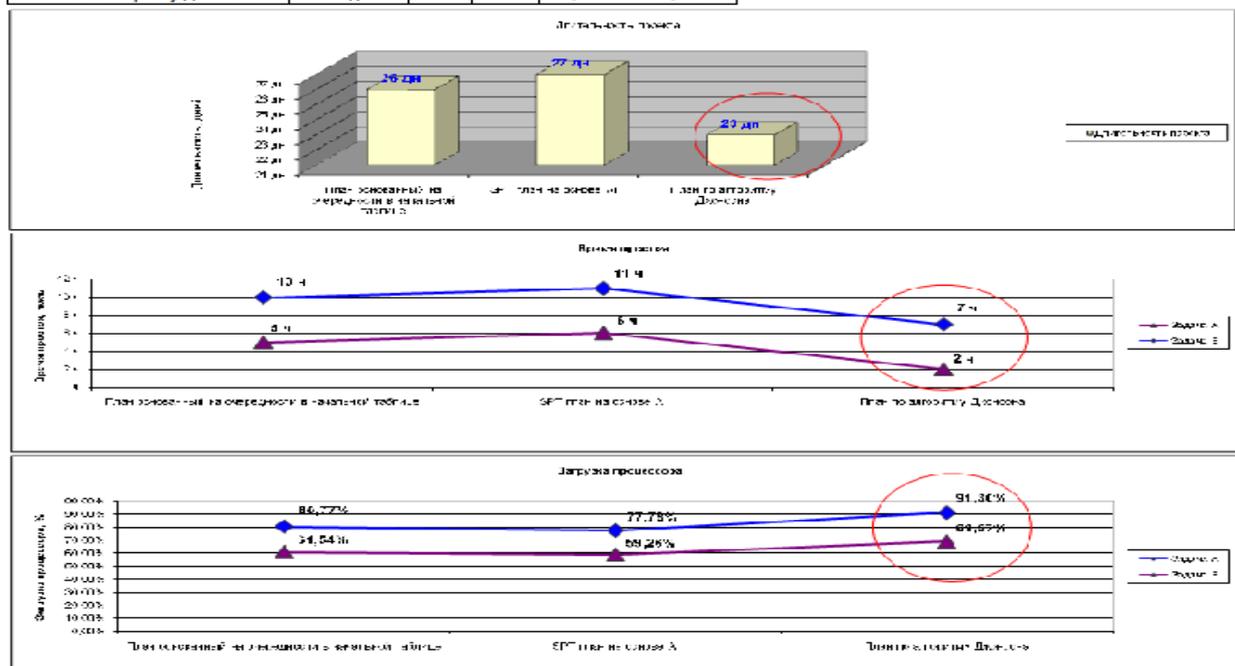


Рисунок 12 – Показатели эффективности двухпроцессорного конвейера

Если не принимать во внимание методы математического программирования, то не существует эффективных алгоритмов минимизации среднего времени потока для задачи двухмашинного конвейера, аналогичных алгоритму Джонсона (т. е. задача является NP-трудной). Использование метода ветвей и границ для решения этой задачи удваивает число необходимых вычислений при каждом добавлении в систему одного задания. 2^n уровень роста числа вычислений все-таки является лучшим, чем n вычислений, которые бы потребовались для полного перебора. С целью минимизации максимального времени потока для трехмашинного конвейера с различной степенью успеха использовались методы математического программирования.

Результаты предыдущего параграфа были обобщены для ситуации, когда более чем один процессор может существовать в каждом из двух классов – классе А и классе В. В стратегии планирования «больше и раньше» (more-and-earlier, ME) рассмотрим систему с m процессорами класса А и n процессорами класса В с целью минимизации максимального времени выполнения. Хотя стратегия ME не оптимальна, она проста и достаточно хорошо работает. В ME частичное упорядочивание определено таким образом, что задача T_i предшествует T_j , если

$$A_i + B_i \geq A_j + B_j; A_i \leq A_j \quad (2)$$

где A_i и B_i представляют требования T_i для процессора класса А и класса В соответственно. Отбросим ограничение о том, что задача T_i должна предшествовать задаче T_j , если $A_i + B_i \geq A_j + B_j; A_i \leq A_j$.

2.2.2 Модифицированное упорядочение Джонсона (a modified Johnson ordering, MJO)

Вместо этого предположим так называемое модифицированное упорядочение Джонсона (a modified Johnson ordering, MJO). Следовательно, упорядочивание Джонсона (the Johnson ordering, JO) основано на вышеупомянутом алгоритме Джонсона [19]. В конвейерной среде с m процессорами типа А и n процессорами типа В, $T_i < T_j$ в соответствии с (MJO), если

$$\min(A_i/m, B_j/n) < \min(A_j/m, B_i/n) \quad (3)$$

Разработали две теоремы, которые описывают верхние и нижние границы для МЮ подхода.

В задачах конвейерного типа используется предположение, что в случае, когда задача ожидает обслуживания по причине занятости машины, выделяется необходимое количество памяти для хранения промежуточных данных. Для компьютерных систем это предположение может не иметь силы, так как ресурсы промежуточной памяти состоят из различного рода буферов, поскольку задание по ходу своего выполнения может прогрессировать из главной памяти к процессору и к устройствам ввода-вывода. Редди и Рамамурти исследовали конвейерные планы, которые не основывались на предположении о бесконечности промежуточной памяти. Предполагалось, что такая среда имеет ограниченную промежуточную память (FSFIS), в отличие от среды с бесконечной промежуточной памятью (FSIIS). В качестве первого шага к решению FSFIS задачи нашли решение для задачи без промежуточной памяти (FSNIS).

Таблица 4

Характеристики планируемых задач

Процессор	№ задачи, i		
	A _i	B _i	C _i
1	3	30	2
2	10	4	5
3	3	5	4

Таблица 5

Минимальные времена потока для разных пар задач из таблицы 4

j	(A _i /m, B _i /n)				min	(A _j /m, B _j /n)				min
	A _i /m	B _i /n	A _j /m	B _j /n		A _j /m	B _j /n	A _i /m	B _i /n	
1	A1/3	B2/3	1,00	1,33	1,00	A2/3	B1/3	3,33	10,00	3,33
2	A2/3	B3/3	3,33	1,67	1,67	A3/3	B2/3	1,00	1,33	1,00
3	A3/3	B1/3	1,00	10,00	1,00	A1/3	B3/3	1,00	1,67	1,00
1	B1/3	C2/3	10,00	1,67	1,67	B2/3	C1/3	1,33	0,67	0,67
2	B2/3	C3/3	1,33	1,33	1,33	B3/3	C2/3	1,67	1,67	1,67
3	B3/3	C1/3	1,67	0,67	0,67	B1/3	C3/3	10,00	1,33	1,33
1	C1/3	A2/3	0,67	5,00	0,67	C2/3	A1/3	1,67	1,00	1,00
2	C2/3	A3/3	1,67	1,00	1,00	C3/3	A2/3	1,33	3,33	1,33
3	C3/3	A1/3	1,33	1,00	1,00	C1/3	A3/3	0,67	1,00	0,67

Результаты модифицированного алгоритма Джонсона (МЮ)

T1	T2	T2	T3	T3	T1
$\min(A1/3, B2/3)$	$\min(A2/3, B1/3)$	$\min(A2/3, B3/3)$	$\min(A3/3, B2/3)$	$\min(A3/3, B1/3)$	$\min(A1/3, B3/3)$
1	3,333333333	1,666666667	1	1	1
T1 < T2		T2 > T3		T3 > T1	

T1	T2	T2	T3	T3	T1
$\min(B1/3, C2/3)$	$\min(B2/3, C1/3)$	$\min(B2/3, C3/3)$	$\min(B3/3, C2/3)$	$\min(B3/3, C1/3)$	$\min(B1/3, C3/3)$
1,666666667	0,666666667	1,333333333	1,666666667	0,666666667	1,333333333
T1 > T2		T2 < T3		T3 < T1	

T1	T2	T2	T3	T3	T1
$\min(C1/3, A2/3)$	$\min(C2/3, A1/3)$	$\min(C2/3, A3/3)$	$\min(C3/3, A2/3)$	$\min(C3/3, A1/3)$	$\min(C1/3, A3/3)$
0,666666667	1	1	1,333333333	1	0,666666667
T1 < T2		T2 < T3		T3 > T1	

Эффект промежуточной памяти может стать понятным из таблицы 6. В FSIS среде минимальное общее время завершения соответствует следующему плану и сетевому графику (T1, T3, T2) – рисунки 13, 14.

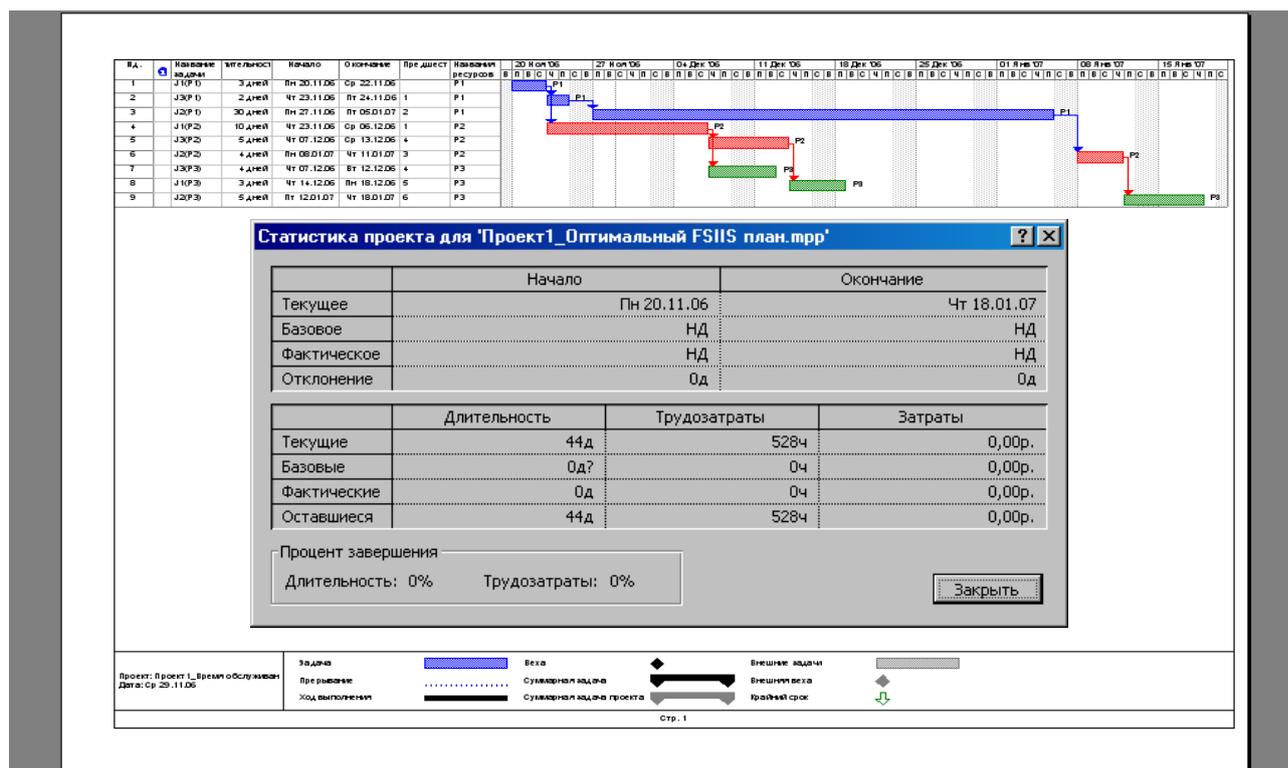


Рисунок 13 – Диаграмма Ганта трехпроцессорного конвейера (FSIS-план)

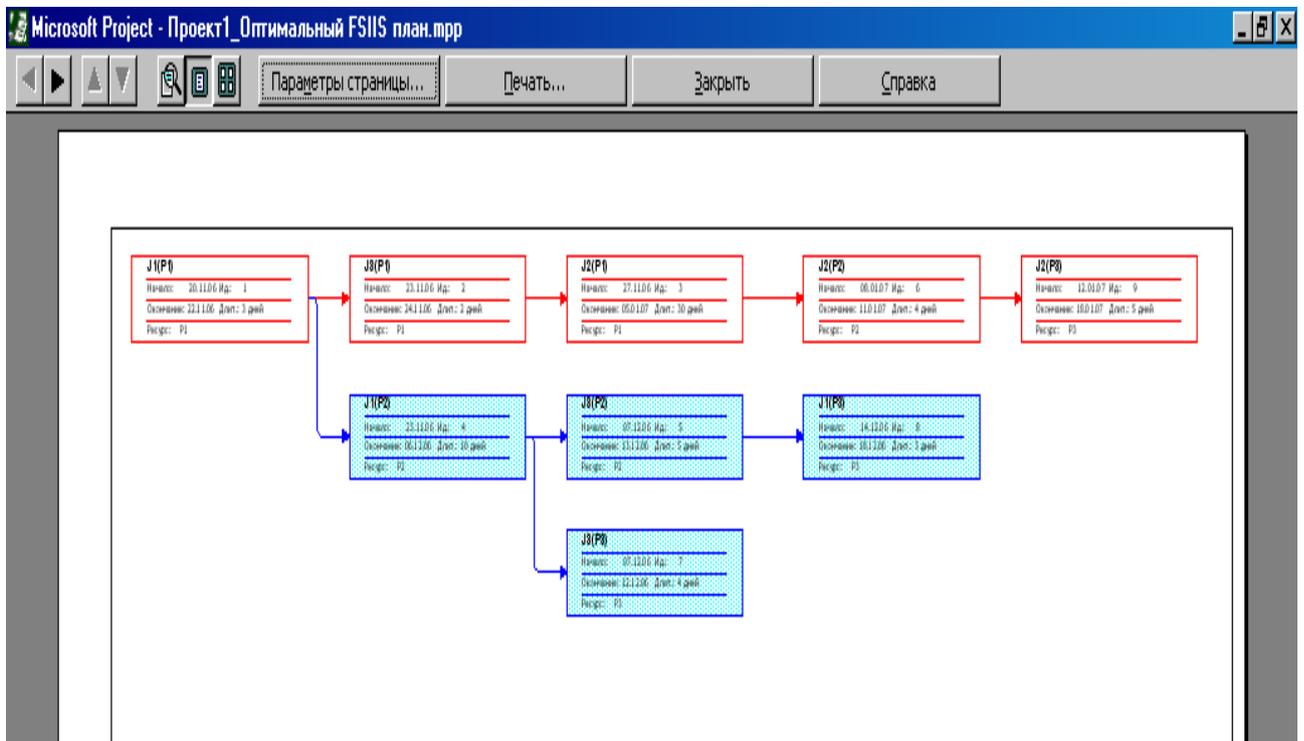


Рисунок 14 – Сетевой график трехпроцессорного конвейера (FSIIS-план)

Однако предположим, что нет промежуточной памяти. Тогда упорядочивание (T1, T3, T2) дает план и сетевой график, требующий 52 единицы времени, как на рисунки 15,16.

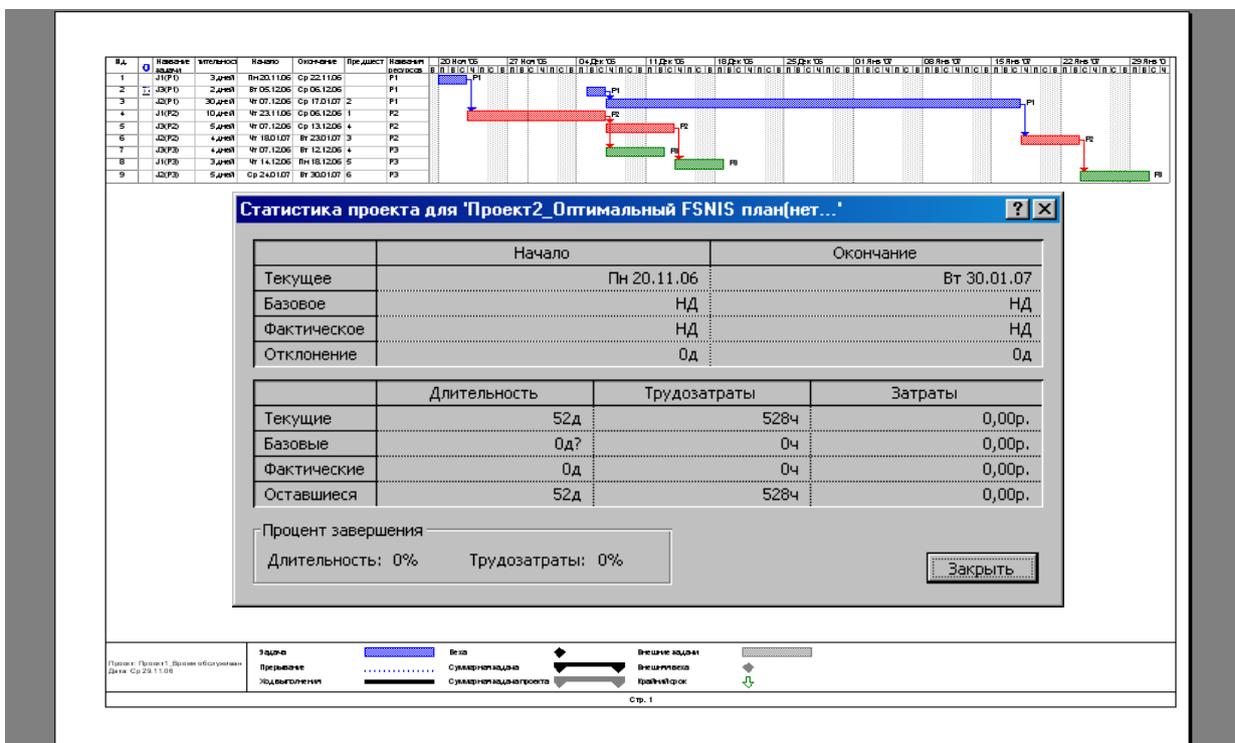


Рисунок 15 – Диаграмма Ганта трехпроцессорного конвейера (FSFIS-план без промежуточных стадий)

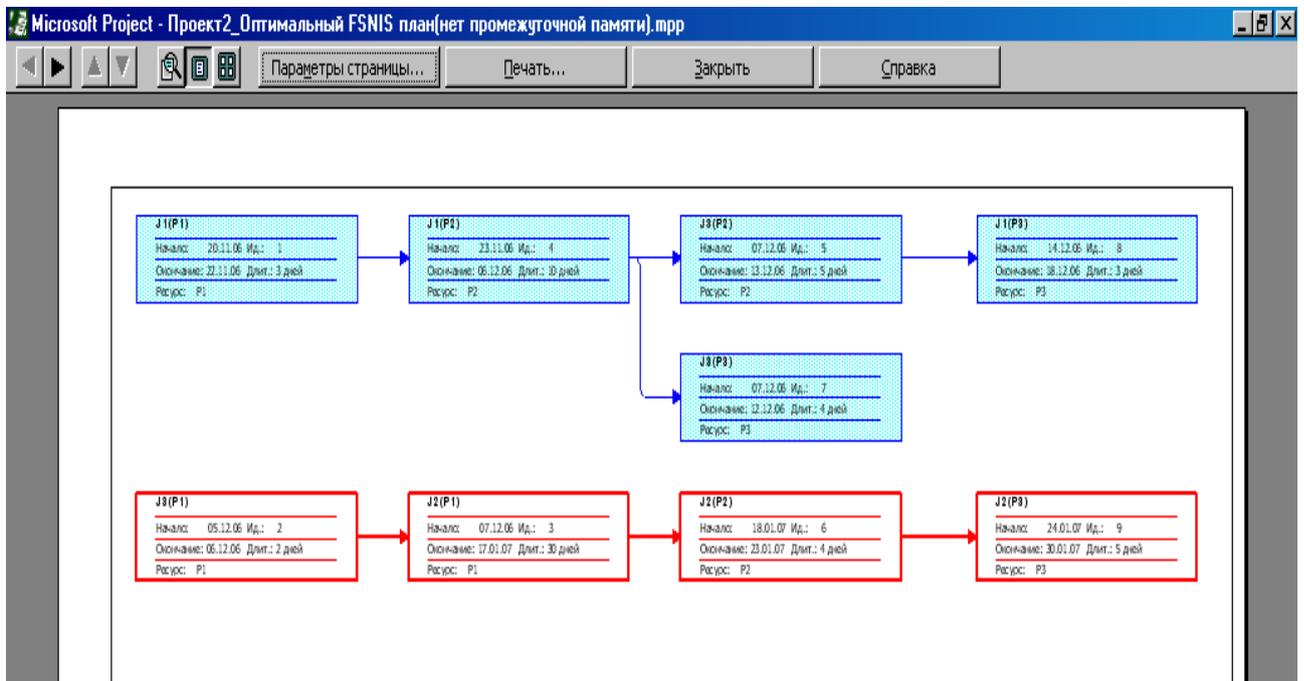


Рисунок 16 – Сетевой график трехпроцессорного конвейера (FSFIS-план без промежуточных стадий)

Оптимальным FSNIS планом и сетевым графиком является упорядочение (T1, T2, T3), для выполнения которого требуется 45 единиц времени (рисунки 17, 18).

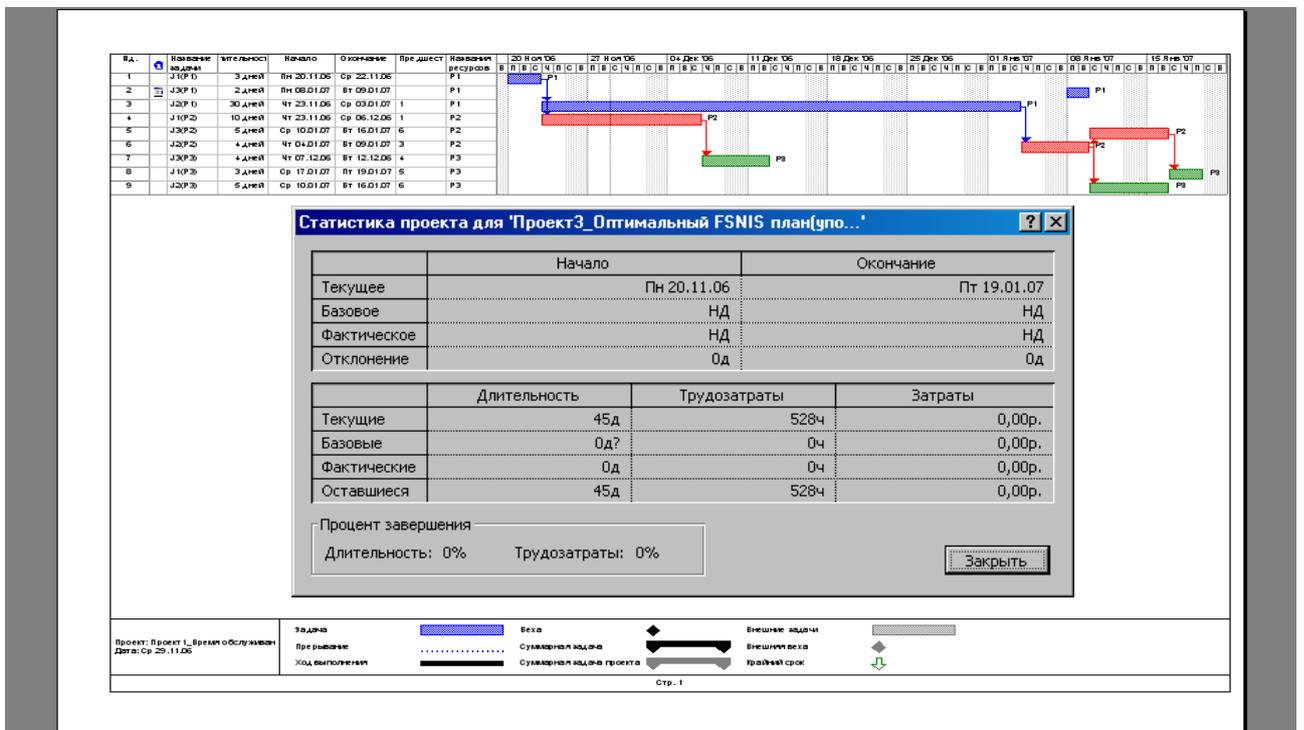


Рисунок 17 – Диаграмма Ганта трехпроцессорного конвейера (FSNIS-план упорядочение)

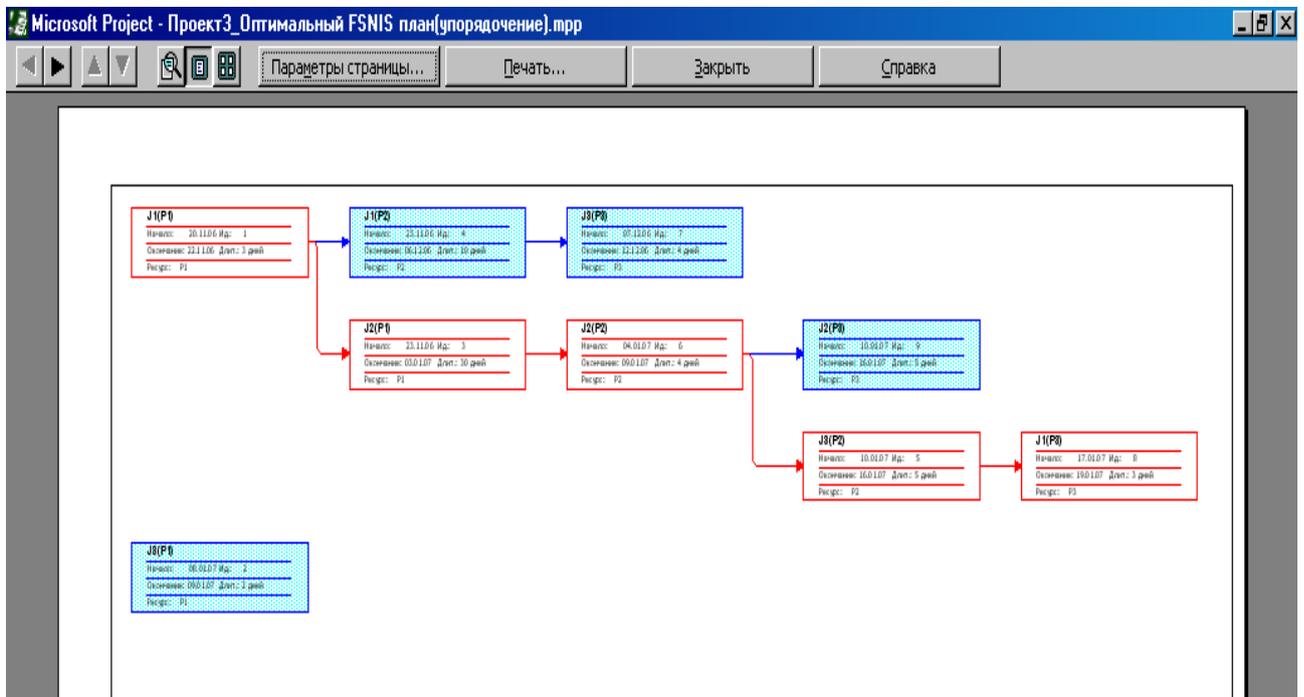


Рисунок 18 – Сетевой график трехпроцессорного конвейера (FSNIS-план упорядочение)

По полученным данным помощью MS Project графиков рассчитаны в сравнении показатели эффективности для построенных конвейерных планов: длительность плана, время простоя, загрузка процессора (рисунок 19).

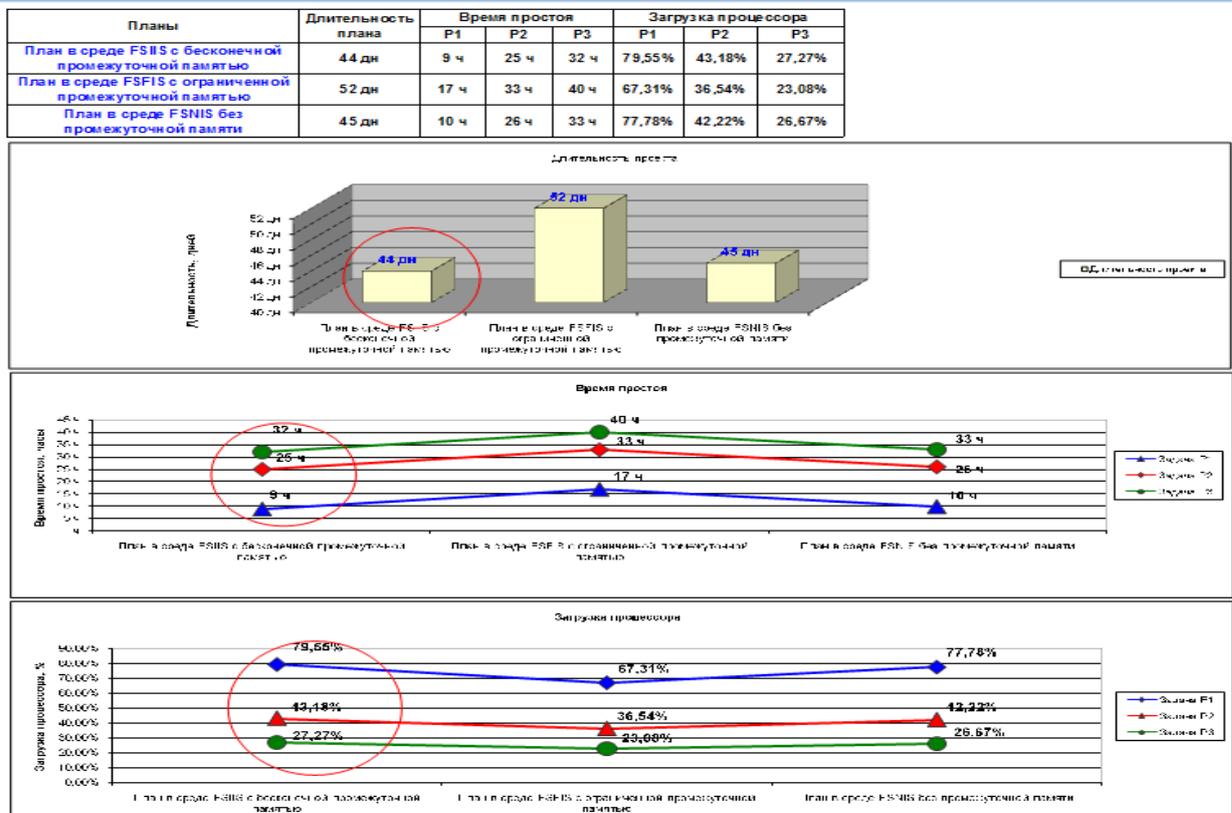


Рисунок 19 – Показатели эффективности трехпроцессорного конвейера

Рассмотренная здесь задача фактически ослабляет действие нескольких ограничений, используемых в алгоритме Джонсона. Во-первых, допускается наличие более двух машин, а во-вторых, предполагается, что объем доступной промежуточной памяти равен нулю. Как было сказано не существует эффективного алгоритма для решения конвейерной задачи, ослабляющей ограничения Джонсона. FSNIS задача не является исключением.

Следует отметить, что некоторые авторы обращаются к мультипроцессорным планам, когда рассматриваются конвейерные планы, потому что в них включается более одного процессора. В данной работе условие о том, что задача должна обслуживаться сначала одной машиной или процессором, а затем другой, используется для разграничения конвейерных и мультипроцессорных планов.

2.3 Система модельно – алгоритмической поддержки методов конвейерного управления при реинжиниринге бизнес-процессов

2.3.1 Модель оценки влияния процесса накопления информации на эффективность управления информационными задачами

Для класса конвейерных информационных систем, проблема минимизации ресурсов решается в общем виде с помощью метода оценки достаточности мощности конвейера. В основе метода лежит математический аппарат оптимизации информационной системы с ожиданием. Оценка достаточности мощности таких информационных систем производится исходя из предположения, что время обслуживания требований постоянно. В то же время, современный уровень информационных технологий практически во всех сферах деятельности, связанных с предоставлением повторяющихся задач, характеризуется применением автоматизированных систем, позволяющих осуществлять контроль и управление информацией на основе анализа опыта, в виде накапливаемой в системе информации. Как правило, обновление содержания и структуры информации приводит к изменению времени обслуживания, а, следовательно, и к изменению мощности информационной системы. Поэтому задача разработки модели, позволяющей получить оценку мощности информационной системы с накоплением информации, является

актуальной. Цель модельных исследований - проследить интегральное влияние процессов накопления информации на эффективность управления информационными потоками. Данная задача относится к проблеме минимизации ресурсов информационной системы. Модель применялась при разработке автоматизированных систем для служб поддержки потребителей задач информационных технологий и телекоммуникационных задач [20].

Описание функционирования информационной системы

Функционирование информационной системы с накоплением информации может быть описана следующим образом:

от источника — потребителя задач, на конвейер поступает требование на обслуживание. Требование обусловлено событием, произошедшим в среде обеспечения деятельности потребителя. Событие проявляется в виде признаков, например нештатных ситуаций в среде обеспечения;

конвейерная система реализует процесс обслуживания требования, состоящий из следующих основных функций:

1. Функция — «Классификация требования». Производится сбор и запись информации обо всех проявившихся признаках, сопутствовавших поступившему требованию,

2. Функция — «Формулирование проблемы». На основании результатов анализа информации о признаках формулируется проблема или описывается событие, обусловившее требование,

3. Функция — «Определение задач». Составляется список задач, решение которых должно привести к решению проблемы или соответствовать событию, обусловившему требование. Производится назначение процессоров для выполнения работ,

4. Функция — «Сопровождение задач». Производится выполнение работ в соответствии с поставленными задачами. При осуществлении второй, третьей и четвёртой функций в зависимости от сложившихся условий возможны переходы к реализации предыдущих функций и обратно, с целью пересмотра или уточнения решений, в том числе о новых признаках, изменённой формулировке проблемы (описания события), изменённых или новых

формулировках задач, процессорах. При осуществлении всех функций ведутся учётные записи (накопление исторической информации); при реализации процесса используется технологическая информация, отображающая предметное содержание и реальные связи в среде обеспечения деятельности потребителей задач.

Для класса конвейерных информационных систем решается задача определения зависимости между мощностью конвейера и объёмом информации. Условия решения задачи:

критерием для оценки мощности является максимальное количество требований, обслуживаемых в конвейере в непрерывном интервале времени (интервале занятости), при соблюдении заданных максимально-допустимых значений времени ожидания требованиями обслуживания и вероятности его не превышения;

объём технологической информации измеряется в условных информационных единицах [у.и.е]. Одна [у.и.е] соответствует объёму информации, необходимому для выполнения всех действий по одному из возможных типов событий (проблем) в целом для процесса или:

при осуществлении первой функции — одному достоверно известному признаку любого события,

при осуществлении второй функции — одной достоверно известной группе признаков, соотнесённой с одним событием (проблемой),

при осуществлении третьей функции — одной достоверно известной группе задач, соотнесённой с одним событием (проблемой),

при осуществлении четвёртой функции — одной достоверно известной группе работ, соотнесённой с решением всех задач, относящихся к одному событию (проблеме);

процесс накопления (добавление или корректировка) технологической информации реализуется в заданной последовательности периодов обновления информации.

Решение поставленной задачи позволит оптимизировать топологию конвейера на основе количественной оценки мощности при различных

вариантах распределения между процессорами основных функций процесса обслуживания требований.

Поставленная задача решается впервые. Основанием для разработки модели оценки влияния процесса накопления информации на эффективность управления информацией для конвейерной информационной системы явились следующие причины:

1. У потребителей задач может возникнуть конечное число возможных требований на обслуживание. Например, при предоставлении задач информационных технологий и телекоммуникационных задач, типовыми элементами среды, в отношении которых должны производиться те или иные действия, являются технические и программные системы, подсистемы, комплексы, модули, а также документы, регламентирующие действия и содержащие знания. Количество таких элементов ограничено;

2. Следствие - исчисляемость: задач, оказываемых пользователю в привязке к его бизнес-процессам; уровней (параметров) задач; событий (проблем), влияющих на оказываемые задачи; проявляемых признаков событий; задач, задаваемых в соответствии с событиями; работ, выполняемых по задачам; инструкций по осуществлению действий в работах. Исчисляемость позволяет их описать, структурировать и использовать в качестве технологической информации в процедурах обслуживания требований. Подобное описание, как правило, представляет собой процесс накопления информации о среде обеспечения деятельности, с установлением функциональных связей между запросами (требованиями) и функционированием процессоров конвейерной информационной системы и потребителей задач в разных фазах обслуживания требований;

3. Современные информационные технологии обеспечивают формирование, запись и отображение в реальном масштабе времени необходимой информации практически в любом объёме и с любыми функциональными связями между запросами и работой процессоров;

4. Прием для моделирования, следующие достаточно естественные гипотезы:

существует прямая зависимость накопленного объема технологической информации от количества известных предметных сущностей в среде обеспечения деятельности потребителей задач,

существует прямая зависимость баз данных, доступ к которым в реальном масштабе времени имеют процессоры конвейерной системы, от объема накопленной технологической информации;

существует обратная зависимость времени обслуживания требования от баз данных, доступ к которым в реальном масштабе времени имеют процессоры конвейерной системы. Косвенно, данное утверждение подтверждается результатами исследований классов (уровней) процессоров и его влиянием на эффективность их функционирования.

Таким образом, существуют предпосылки к разработке модели оценки влияния процесса накопления информации на эффективность управления информацией для конвейерных информационных систем.

На основании описанных выше гипотез, с использованием в качестве инструмента известного математического аппарата для оценки мощности конвейера разработана следующая модель оценки влияния процесса накопления информации на эффективность управления информацией для конвейерных информационных систем:

$$P_{const} \leq T_{зад} \geq \frac{1}{Q} (P_{const}^{k=1} + P_{const}^{k=2} + P_{const}^{k \geq 3}) \leq J \quad (4)$$

$$P_{const}^{k=1} = 1; P_{const}^{k=2} = 1;$$

$$P_{const}^{k \geq 3} \leq J = \sum_{j=1}^{J-\varphi} \sum_{3 \leq k=j+1}^Q \frac{Q-1}{Q^{Q-2}} \left(\frac{(Q-j)^{k-j-2}}{(Q-j-1)!} \times \left(\frac{(Q-k+j+1)^{Q-k+j-1}}{(Q-k+j)!} - \sum_{m=1}^{j-1} \frac{(Q-k+j)^{Q-k+j-m-1}}{(Q-1)! (Q-k+j-m)!} \right) + \sum_{x=1}^{j-1} \left(\sum_{y=0}^x \frac{(Q-1)^y (Q-y+1)^y (Q-j+x-y)^{k-j+x-y-2}}{y! (Q-j+x-y-1)!} \right) \times \left(\frac{(Q+1)^y (Q-k+j+1)^{Q-k+j-x-1}}{(Q-k+j-x)!} - \sum_{z=0}^{j-x-1} \frac{(Q-k-j)^{Q-k+j-x-z-1}}{z! (Q-k+j-x-z)!} \times (Q+z) \right) \right)$$

где $T_{зад}$ - заданное максимально-допустимое значение времени ожидания требованием обслуживания,

$P_{\leq T_{зад}}$ - заданное минимально-допустимое значение вероятности превышения $T_{зад}$,

Q - максимальное количество требований, обслуживаемых в непрерывном интервале времени (интервале занятости),

V - объём записанной информации. Значение V изменяется со временем,

τ - длительность одного интервала обслуживания. Является зависимой от объёма V информации величиной и определяется как:

$$\tau = \frac{\tau_{const} + \tau_{var}}{M} \quad (5)$$

M - количество процессоров в конвейерной информационной системы,

τ_{const} - постоянная составляющая интервала обслуживания, определяемая в основном временем, затрачиваемым непосредственно на выполнение работ по обслуживанию требования,

τ_{var} - составляющая интервала обслуживания, которая зависит от объёма информации. Параметр τ_{var} определяется временем, затрачиваемым на выполнение действий с информацией и принятие решений,

k - порядковое место требования в интервале занятости,

j - время ожидания для k -го требования, выраженное в количестве интервалов обслуживания,

$P_{const}^{k=1}$ - вероятность того, что требование, поступившее в систему, не ожидает обслуживания. В одном интервале занятости таким требованием может быть только первое требование ($k=1$), при этом $P_{const}^{k=1}$ для любого значения Q является постоянной, равной 1,

$P_{const}^{k=2}$ - вероятность того, что длительность ожидания обслуживания второго, по порядку обслуживания в системе, требования ($k=2$), равна одному интервалу обслуживания. В одном интервале занятости $P_{const}^{k=2}$ для любого значения Q является постоянной, равной 1,

$P_{\varphi}^{k \geq 3} \{ \tau_{\varphi} \leq J \}$ вероятностей того, что любое требование, начиная с третьего, по порядку обслуживания в интервале занятости, ожидало не более j интервалов обслуживания, $j=1,2,\dots,J$,

J - максимально-допустимое время ожидания, выраженное в количестве интервалов обслуживания. Параметр J соответствует параметру $T_{зад}$ и является зависимым от параметра τ_{φ}

Модель позволяет получить зависимость между максимальным количеством Q требований, обслуживаемых в информационной системе в непрерывном интервале времени (интервале занятости), и объёмом $V(t)$ записанной информации при условии соблюдения заданных значений времени T ожидания требованиями обслуживания и вероятности $P \{ T_{зад} \}$ его не превышения.

Методика расчёта

Шаг 1. Определение $V(t)$

Зависимость объёма $V(t)$ информации от времени t определяется в основном исходя из состава предметных сущностей в среде обеспечения деятельности потребителей задач и условий функционирования информационной системы, предоставляющей такие задачи. Например, на рисунке 15 показана зависимость объёма записанной информации от времени её обновления. Начиная с определённого момента времени, значение объёма записанной известной информации увеличивается в каждый последующий период обновления длительностью δt на величину δv , таким образом, что через n периодов будет записан весь известный к определённому моменту объём V_{max} информации, при этом:

$$n = \frac{V_{max}}{\delta v} \quad (6)$$

Шаг 2. Определение τ_{var}

Зависимость переменной составляющей τ_{var} интервала обслуживания определяется в основном исходя из класса процессоров информационной системы, организации обслуживания требований, поступающих от потребителей задач. Например, на рисунке 15 показано изменение переменной

$\tau_{\text{var}} \{C\}$ в зависимости от объёма известной информации при допущении, что, начиная с определённого момента времени, значение переменной $\tau_{\text{var}} \{C\}$ уменьшается в каждый последующий период обновления длительностью δt на величину $\delta \tau_{\text{var}}$, пропорционально значению приращения объёма δv информации. При этом первоначально $\tau_{\text{var}} \{C\}$ имело максимальное значение $\tau_{\text{var}}^{\text{max}}$, а через n периодов обновления информации достигается минимальное значение $\tau_{\text{var}}^{\text{min}}$.

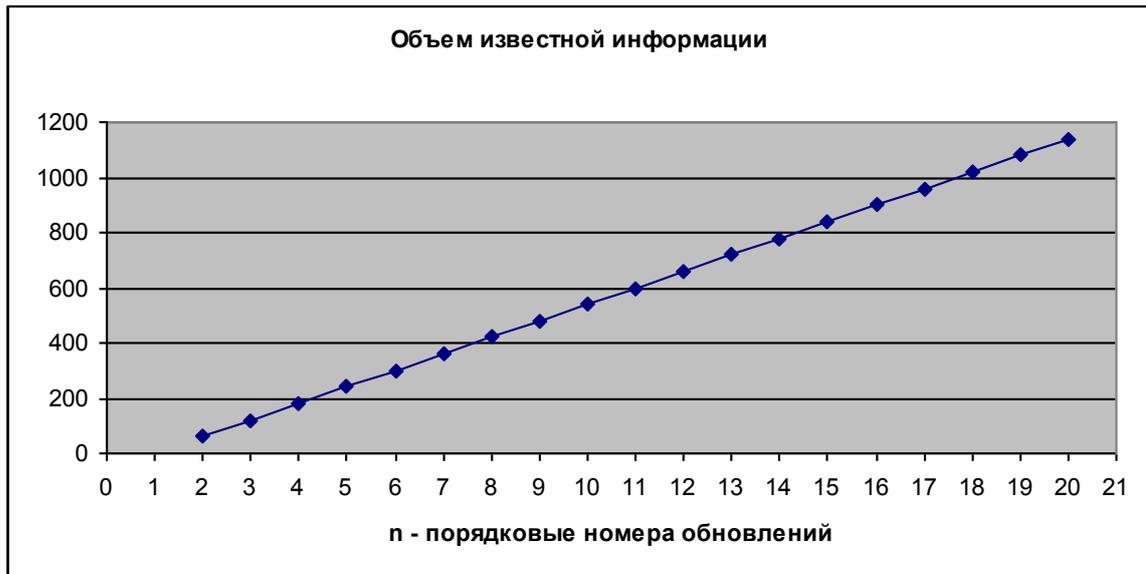


Рисунок 15 – Пример зависимости $V(t)$

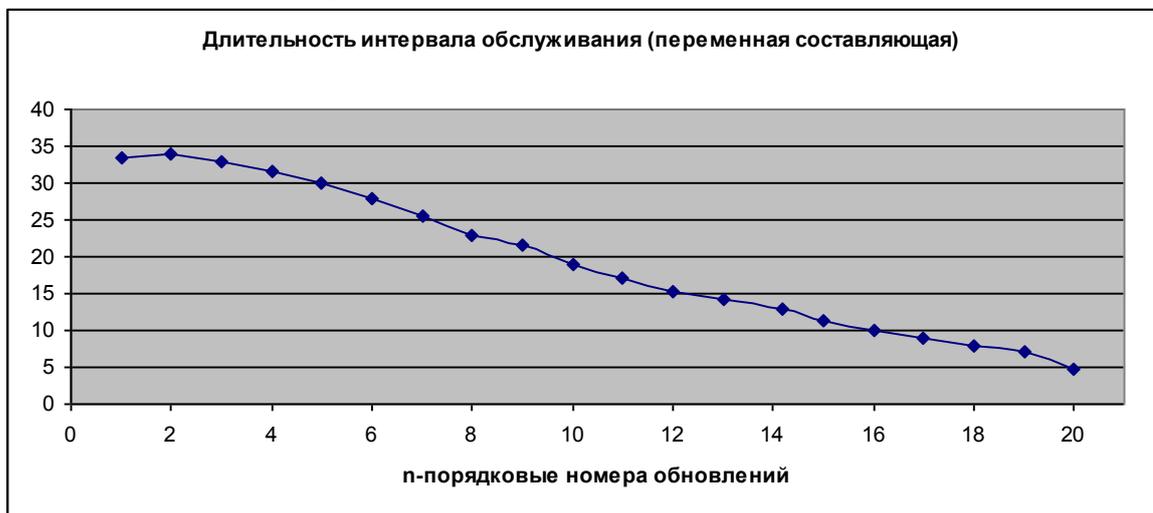


Рисунок 16 – Пример зависимости $\tau_{\text{var}} \{C\}$

Шаг 3. Определение параметра J .

Значение максимально-допустимого времени J ожидания требования, выраженного в количестве интервалов обслуживания, определяется из неравенства:

$$\frac{\tau \sum_{j=1}^n J}{M} \leq T_{зад} \quad (7)$$

Каждое значение $J_1, (J_2, J_3, \dots)$, определяющее J в различных по порядку периодах обновления информации, является наибольшим целым в данном периоде обновления, удовлетворяющим неравенству (7) для всех значений $\tau \sum_{j=1}^n J$, определяемых из выражения (5), при заданных параметрах $\tau_{const}, \tau_{var}^{max}$ и M .

Шаг 4. Определение зависимости мощности Q от $V(t)$

Каждое значение $J_1, (J_2, J_3, \dots)$ сопоставляется с одним из полученных в шаге 1 значений $V_1, (V_2, V_3, \dots)$ в каждом из последовательных n периодов обновления информации длительностью δt каждый. С другой стороны, каждому значению J_r и, соответственно, значению V_r , где $r = 1, 2, \dots$, может быть сопоставлено только одно значение Q_{rmax} , которое удовлетворяет неравенству (3.1) и является наибольшим среди других значений, также удовлетворяющих данное неравенство. Таким образом, определение сопоставимых пар значений из множеств значений Q и $V(t)$ и будет являться решением поставленной задачи. Данная зависимость определяется следующим образом:

каждому значению J_r , где $r = 1, 2, \dots$, сопоставляется ряд значений $Q_{r1}, Q_{r2}, Q_{r3}, \dots$ и последовательно для каждой пары значений J_r и $Q_{r1} (Q_{r2}, Q_{r3}, \dots)$ с помощью выражений (3.1) - (3.3) производится расчёт вероятностей $P(J_r) N_{rs}$, где $s=1,2,\dots$;

производится сравнение каждой рассчитанной вероятности $P(J_r, Q_{rs})$ с заданным значением вероятности $P \in T_{зад}$;

из множества значений $Q_{r1}, Q_{r2}, Q_{r3}, \dots$ выбирается и сопоставляется со значением V_r то значение Q_{rmax} , при котором вероятность $P(J_r, Q_{rmax})$ наиболее приближается к значению $P \in T_{зад}$, но не превышает его.

Вариант применения

Разработанная модель конвейерной информационной системы с накоплением информации имеет прикладное значение, которое наиболее отчётливо видно на примере.

Информационная система предоставляет потребителям 20 задач. В среднем на одну задачу приходится 60 [y.u.e] информации, поэтому общий объём $V = 1200$ [y.u.e]. Обслуживанием требований занимаются $M=10$ процессоров. Принята стратегия организации процесса обработки информации, при которой каждый процессор выполняет функции «Классификация требования», «Формулирование проблемы», «Определение задач» и «Сопровождение задач». Для обеспечения функционирования информационной системы создана автоматизированная система, в которую предполагается с началом её эксплуатации записывать информацию из расчёта одной порции объёмом $\delta v=60$ [y.u.e] через каждые $\delta t = 10$ дней ($n = 1200/60=20$). Задачи предоставляются на следующих условиях: максимально допустимое время ожидания требованием обслуживания $T_{зад}=120$ мин., минимально допустимая вероятность его неперевышения $P\{T_{зад}\} = 0,98$, первоначальное среднее время обслуживания требования $\tau=140$ мин. $\tau = \tau_{const} + \tau_{var}^{max}$, $\tau_{const}=40$ мин., $\tau_{var}^{max}=100$ мин., $\delta\tau_{var}=4,5$ мин. Требуется оценить эффективность использования информации в автоматизированной системе в ходе её освоения.

Выполняя необходимые расчёты в соответствии с описанной выше методикой, получена зависимость мощности Q информационной системы от объёма $V(t)$ информации на протяжении периода $\delta t \times n = 10 \times 20 = 200$ дней ввода автоматизированной системы в эксплуатацию. Данная зависимость отражена в таблице 7 и характеризует эффективность от использования информации.

Таблица 7

Зависимость мощности Q структуры от объёма $V(t)$ информации

№№ интервала времени	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Объём V информации [y.u.e]	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140
Мощность Q	4	4	7	7	7	7	7	7	7	11	11	11	11	11	17	17	17	28	28	45

Как видно из значений, приведённых в таблице 7, наращивание мощности Q осуществляется не пропорционально приращению объёма $V(t)$ информации. Данное обстоятельство обусловлено наличием полиномиальной зависимости между временем τ обслуживания требования и вероятностью $P\{T_{зад}\}$ не превышения допустимого времени ожидания.

Рассмотренная модель позволяет определить зависимость между мощностью информационной системы и объёмом информации, постепенно накапливаемой и осваиваемой процессорами конвейера. Важным применением модели является выбор стратегии для организации процесса обслуживания требований с возможностью количественной оценки различных вариантов при распределении основных задач между процессорами [21].

2.3.2 Метод оценки достаточности мощности для информационной системы конвейерного типа

Для однородных конвейерных информационных систем, чья деятельность направлена на реализацию повторяющихся задач, проблема минимизации ресурсов решается с помощью метода оценки достаточности мощности информационной системы. В основе метода лежат результаты модельных исследований внутренних состояний в интервалах занятости информационных систем. Однако на практике для предоставления потребителям задач широкого спектра привлекаются процессоры разных классов (уровней), объединённые общей сетью. Например, для выполнения работ в контуре технической поддержки информационной технологии, как правило, задействуются подразделения для администрирования серверов, для сопровождения локальной вычислительной сети, для поддержки прикладного программного обеспечения и другие. Таким образом, проблема минимизации процессоров для сложных информационных систем, является актуальной. В работе рассмотрен подход к оценке числа процессоров конвейерной информационной системы, т. е. структуры, в которой функции по обслуживанию требования выполняются последовательно, но процессорами разных классов. Цель применения метода - минимизация общего времени обслуживания требования при совместном выполнении задач процессорами разных классов [22].

Модель информационной системы конвейерного типа (рисунок 17) представляет собой информационную систему, состоящую из накопителя и элементов, распределённых по i уровням ($i=1, 2, \dots, w$; $w=2, 3, \dots$).

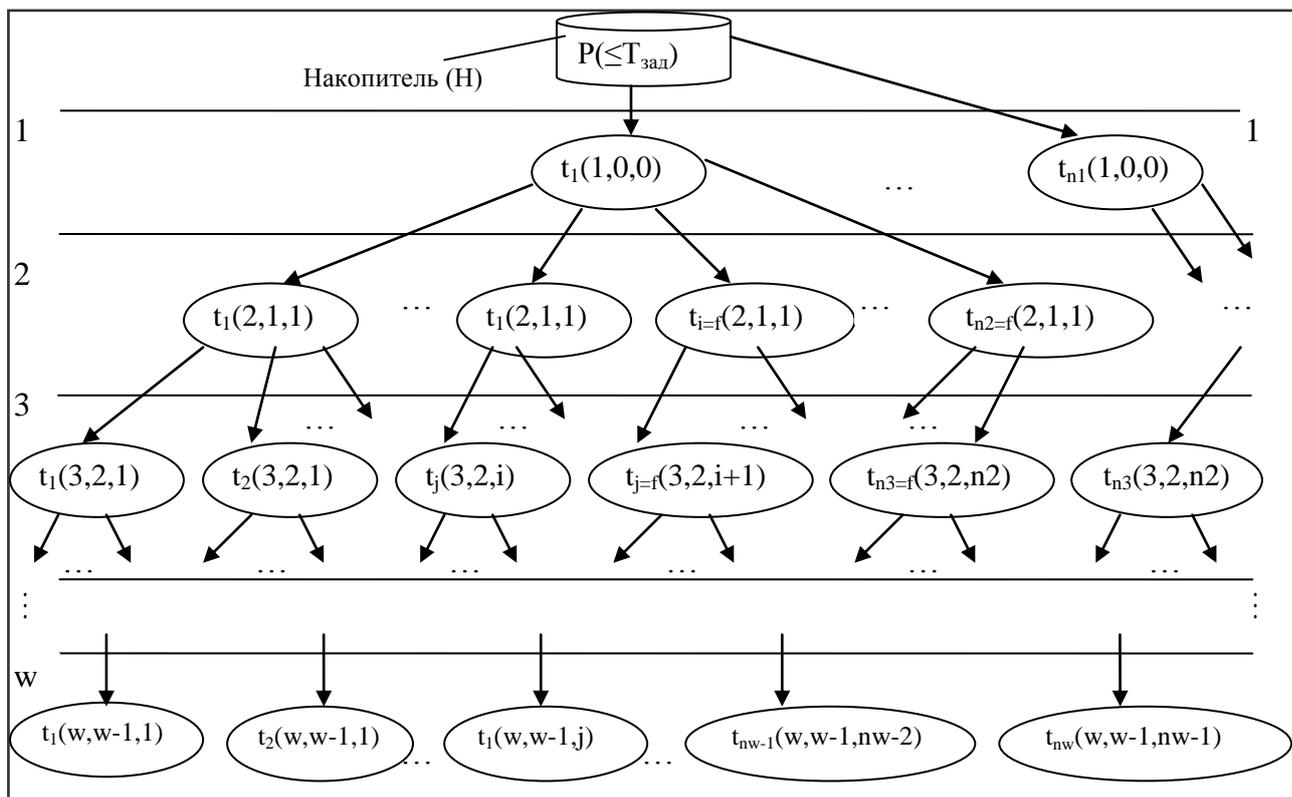


Рисунок 17 Схема модели информационной системы конвейерного типа

В состав каждого элемента входит определённое количество процессоров. Распределение элементов по уровням осуществляется по следующему правилу:

- каждый элемент верхнего уровня является источником требований для группы элементов нижнего уровня;
- в каждый элемент нижнего уровня поступают требования только из одного элемента верхнего уровня;
- в элементах каждого уровня реализуется одна или более функций процесса обслуживания требований.

На рисунке 17 обозначено:

W - количество уровней в информационной системе, $w=1, 2, \dots$;

n_i - количество элементов i -го уровня;

$t_i(\alpha, \beta, \gamma)$ - время, затрачиваемое на обслуживание требования в i -м элементе, размещённом на α – м уровне, причём требование в этот элемент поступило из элемента γ , размещённого на β – м уровне, при условиях:

$$i = 1, 2, \dots, w; \alpha = 1, 2, \dots, w; \beta = 0, 1, 2, \dots, w-1; \quad (8)$$

$$\gamma \in \left\{ \begin{array}{cccc} 0 & & & \\ 1 & 2 & \dots & n1 \\ 1 & 2 & \dots & n2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 2 & \dots & nw-1 \end{array} \right\} \quad (9)$$

Система, в случае реализации принципа равномерного распределения нагрузки между элементами одного уровня и между процессорами внутри каждого элемента, функционирует следующим образом:

- на вход системы поступает требование, которое при занятости всех элементов 1-го уровня размещается в накопителе. При освобождении одного из элементов 1-го уровня, в него поступает требование из накопителя. Производится выполнение возложенных на этот элемент функций;
- после выполнения функций в элементе 1-го уровня управление над обслуживанием поступившего требования передаётся в свободный элемент, размещённый на 2-м уровне. Производится выполнение возложенных на этот элемент функций. И так далее.

Для случаев реализации других принципов распределения нагрузки между элементами одного уровня и между процессорами внутри каждого элемента действуют дополнительные условия для передачи управления.

Основной расчётной задачей при определении структуры конвейерного типа является получение таких значений количества процессоров в элементах каждого уровня, которые удовлетворяют минимально-допустимой вероятности $P \ll T_{зад}$ не превышения заданного максимально-допустимого времени $T_{зад}$ ожидания, при известном значении Q достаточной мощности системы и известных значениях среднего времени обслуживания требования в каждом из соответствующих элементов системы. С целью получения конкретных значений для расчёта параметров информационных систем конвейерного типа разработана методика, приведённая ниже.

Расчёт количества процессоров для каждого элемента производится исходя из принципа работы конвейера. Здесь данный принцип заключается в следующем:

- имеется множество элементов системы (рисунке 17)

$$M = \left\{ \begin{array}{ccc} M_1 \langle \alpha, 0, 0 \rangle & \dots & M_{n1} \langle \alpha, 0, 0 \rangle \\ M_1 \langle \alpha, 1, 1 \rangle & \dots & M_{n2} \langle \alpha, 1, 1 \rangle \\ M_1 \langle \alpha, 2, 1 \rangle & \dots & M_{n3} \langle \alpha, 2, 1 \rangle \\ \dots & \dots & \dots \\ M_1 \langle \alpha, w-1, 1 \rangle & \dots & M_{nw} \langle \alpha, w-1, nw-1 \rangle \end{array} \right\} \quad (10)$$

где $M_i \langle \alpha, \beta, \gamma \rangle$ - количество процессоров в i -м элементе, размещённом на α - м уровне, причём требование в этот элемент поступило из элемента γ , размещённого на β -м уровне,

i, α, β, γ - определяются из условий (8) и (9);

- множество (3) состоит из непересекающихся подмножеств:

$$M = \{G1, G2, G3, \dots, Gn1\}, \quad (11)$$

где $n1$ - количество элементов первого уровня системы;

- элементы каждого из подмножеств $G_j \langle j \in 1, 2, \dots, n1 \rangle$ образуют между собой конвейерную цепь таким образом, что в каждом элементе подмножества образуются одинаковые по длительности интервалы занятости, с одинаковыми по длительности интервалами обслуживания.

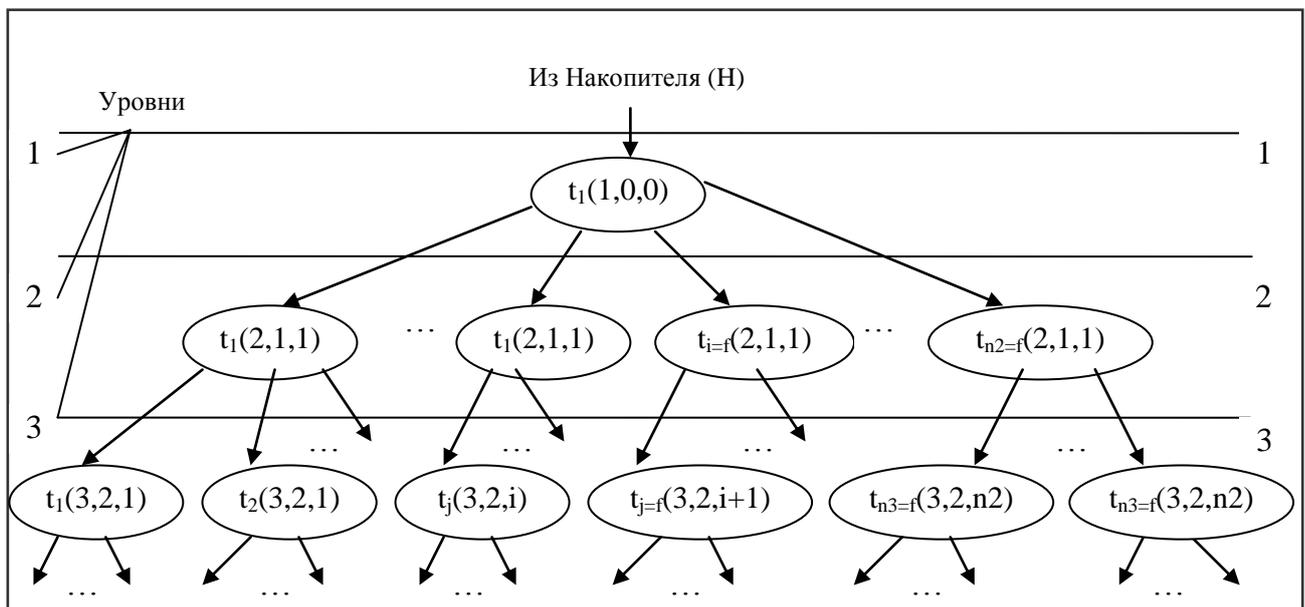


Рисунок 18 Фрагмент подмножества G1

На входе конвейерной цепи в подмножестве стоит один из элементов 1-го уровня, относительно которого и определяется значение интервала обслуживания для всех элементов данного подмножества. Конвейерные цепи, также как и подмножества, не пересекаются, но имеют общий вход из Накопителя системы (рисунок 17). На рисунке 18 показан фрагмент

подмножества G1, определяющим элементом которого является 1-й элемент 1-го уровня со временем обслуживания требований, равным $t_1(1,0,0)$.

Методика состоит из следующих шагов:

шаг 1. Выбор значений достаточной мощности для элементов 1-го уровня системы. Значения $N_1(1,0,0)$, $N_2(1,0,0)$, ..., $N_{n1}(1,0,0)$ достаточной мощности соответственно для 1-го, 2-го, ..., n1-го элементов 1-го уровня системы выбираются исходя из условий формирования максимального интервала занятости для этих элементов;

шаг 2. Определение значений среднего времени обслуживания требования для элементов 1-го уровня системы. Значения среднего времени обслуживания требования для элементов 1-го уровня системы определяются из выражения:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_1(1,0,0) \cong \sum_{f=1}^{m_1(1,0,0)} I_{1f}(1,0,0) \times \tau_{1f}(1,0,0) \\ t_2(1,0,0) \cong \sum_{f=1}^{m_2(1,0,0)} I_{2f}(1,0,0) \times \tau_{2f}(1,0,0) \\ \dots\dots\dots \\ t_{n1}(1,0,0) \cong \sum_{f=1}^{m_{n1}(1,0,0)} I_{n1f}(1,0,0) \times \tau_{n1f}(1,0,0) \end{array} \right\} \quad (11)$$

где $\tau_{if}(1,0,0)$ - среднее время обслуживания процессоров узкого профиля f-ой функции, по порядку обслуживания в i-м элементе, размещённом на 1-м уровне, причём требования в этот элемент поступают из Накопителя системы $\alpha=0, \beta=0$. Процессор узкого профиля, это процессор, который предназначен для выполнения именно этой функции, $k_{if}(1,0,0)$ - поправочный коэффициент. Используется при оценке времени выполнения f-ой функции, по порядку обслуживания в i-ом элементе, размещённом на 1-ом уровне, причём требования в этот элемент поступают из Накопителя системы $\alpha=0, \beta=0$. Используется, когда обслуживание осуществляется процессором широкого профиля (это процессор, который предназначен для выполнения нескольких функций). Определяется из сравнения со временем выполнения этой же функции процессором узкого профиля. Предполагается, что процессор узкого профиля затрачивает меньше времени на реализацию функции, $m_i(1,0,0)$ -

количество функций процесса обслуживания, которые реализуются в i -м элементе, размещённом на l -м уровне, причём требования в этот элемент поступают из Накопителя системы $\alpha = 0, \beta = 0$.

шаг 3. Расчёт количества процессоров для элементов 1-го уровня системы.

Выражения (8)-(11), приведённые в этой работе позволяют получить зависимость между максимальным количеством Q требований, обслуживаемых в информационной системе в непрерывном интервале времени (интервале занятости), и объёмом $V(t)$ записанной информации при условии соблюдения заданных значений времени $T_{зад}$ ожидания требованиями обслуживания и вероятности $P(T_{зад})$ его не превышения. Примем также условие стабильности системы, когда информация, необходимая для обслуживания, в основном накоплена и обработана процессорами.

В этих условиях расчёты могут быть упрощены, и интервалы обслуживания требований определяются следующим выражением:

$$\tau_{но}^i \llbracket 0,0 \rrbracket = \frac{t_i \llbracket 0,0 \rrbracket}{M_i \llbracket 0,0 \rrbracket}$$

где $i = 1, 2, \dots, n1$.

Количество $M_1 \llbracket 0,0 \rrbracket, M_2 \llbracket 0,0 \rrbracket, \dots, M_{n1} \llbracket 0,0 \rrbracket$ процессоров для элементов 1-го уровня системы определится следующим образом:

находится выражение для параметра J (максимально-допустимого времени ожидания требованием обслуживания, выраженным в количестве интервалов обслуживания) через параметры $M_i \llbracket 0,0 \rrbracket, T_{зад}$ и $t_i \llbracket 0,0 \rrbracket$:

$$J = \left\lfloor \frac{T_{зад} \times M_i \llbracket 0,0 \rrbracket}{t_i \llbracket 0,0 \rrbracket} \right\rfloor \quad (12)$$

где $\lfloor \dots \rfloor$ - округление до меньшего целого, $i=1, 2, \dots, n1$;

в выражения (8)-(11) вместо параметра J устанавливается выражение (3.10), задаются значениями $T_{зад}, N_i \llbracket 0,0 \rrbracket$ и $t_i \llbracket 0,0 \rrbracket$.

путём вычислений, осуществляемых с помощью математического аппарата, определяются максимальные целые значения параметров $M_i \in \mathbb{N}_{0,0}$, которые удовлетворяют заданным условиям.

шаг 4. Определение значений для интервалов обслуживания в интервалах занятости элементов второго и последующих уровнях системы.

Значения для интервалов обслуживания в интервалах занятости элементов второго и последующих уровнях системы определяются исходя из принципа работы конвейера, описанного выше, следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall M_i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in G1, \tau_{uo}^i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in \frac{t_1 \in \mathbb{N}_{0,0}}{M_1 \in \mathbb{N}_{0,0}} \\ \forall M_i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in G2, \tau_{uo}^i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in \frac{t_2 \in \mathbb{N}_{0,0}}{M_2 \in \mathbb{N}_{0,0}} \\ \dots \\ \forall M_i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in Gn1, \tau_{uo}^i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in \frac{t_{n1} \in \mathbb{N}_{0,0}}{M_{n1} \in \mathbb{N}_{0,0}} \end{array} \right. \quad (13)$$

где i, α, β, γ - определяются из условий (8) и (9),

$\tau_{uo}^i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma}$ - интервал обслуживания в интервале занятости i -го элемента, размещённого на α - м уровне, причём требования в этот элемент поступают из элемента γ , размещённого на β - м уровне.

шаг 5. Выбор значений среднего времени обслуживания требования в элементах второго и последующих уровней системы. Значения среднего времени обслуживания требования в элементах второго и последующих уровнях системы определяются следующим образом:

$$t_i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in \sum_{f=1}^{m_i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma}} \tau_{if} \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \in \tau_{if} \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma} \quad (14)$$

где $m_i \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma}$ - количество функций процесса обслуживания, которые реализуются в i -м элементе, размещённом на α - м уровне, причём требования в этот элемент поступают из элемента γ , размещённого на β -м уровне,

$\tau_{if} \in \mathbb{N}_{\alpha, \beta, \gamma}$ - среднее время обслуживания процессором узкого профиля f - й функции, по порядку обслуживания в i -м элементе, размещённом на α -м уровне, причём требования в этот элемент поступают из элемента γ , размещённого на β -м уровне,

$k_{if}(\alpha, \beta, \gamma)$ - поправочный коэффициент. Используется при оценке времени выполнения f - й функции, по порядку обслуживания в I - м элементе, размещённом на α -м уровне, причём требования в этот элемент поступают из элемента γ , размещённого на β - м уровне, когда обслуживание осуществляется процессором широкого профиля. Определяется исходя из сравнения со временем выполнения этой же функции процессором узкого профиля.

шаг 6. Расчёт количества процессоров в элементах второго и последующих уровней системы.

Расчет количества процессоров в элементах второго и последующих уровнях системы производится следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \forall M_i(\alpha, \beta, \gamma) \in G1: \\ M_i(\alpha, \beta, \gamma) = \left\lceil \frac{t_i(\alpha, \beta, \gamma) \times M_1(0,0) \lceil n_{G1\alpha} \rceil}{t_1(0,0)} \right\rceil \\ \forall M_i(\alpha, \beta, \gamma) \in G2: \\ M_i(\alpha, \beta, \gamma) = \left\lceil \frac{t_i(\alpha, \beta, \gamma) \times M_2(0,0) \lceil n_{G2\alpha} \rceil}{t_2(0,0)} \right\rceil \\ \dots \\ \forall M_i(\alpha, \beta, \gamma) \in Gnl: \\ M_i(\alpha, \beta, \gamma) = \left\lceil \frac{t_i(\alpha, \beta, \gamma) \times M_{nl}(0,0) \lceil n_{Gnl\alpha} \rceil}{t_{nl}(0,0)} \right\rceil \end{array} \right. \quad (15)$$

где $n_{G_i\alpha}$ - количество элементов α - го уровня, входящих в подмножество G_i ,

i, α, β, γ - определяются из условий (8) и (9),

$\lceil \dots \rceil$ - округление до большего целого.

Информационные системы конвейерного типа, как правило, применяются при обслуживании множества типов задач в условиях большой нагрузки. Примерами таких структур являются центры обслуживания абонентов сотовой связи.

Примеры

На основе результатов модельных исследований для вариантов информационной системы службы технической поддержки, проведённых с помощью описанных выше соотношений, построены графики, приведённые на рисунках 19 и 20. Графики отражают зависимость количества процессоров в

системе от мощности системы. Мощность Q системы на графиках измеряется количеством интервалов обслуживания и соотносится с максимально-допустимой длительностью интервала занятости, который может образовываться с соблюдением заданных значений минимально-допустимой вероятности $P \leq T_{зад}$ не превышения заданного максимально-допустимого времени $T_{зад}$ ожидания. Рассматриваются вырожденная (однородная) и конвейерная структуры при поправочных коэффициентах $k=1,4$ и $k=1,6$. Соотношение данных поправочных коэффициентов между собой характеризует также соотношение между соответствующими интервалами обслуживания. Чем больше поправочный коэффициент, тем меньше времени потребуется процессору узкого профиля на выполнение той или иной функции.

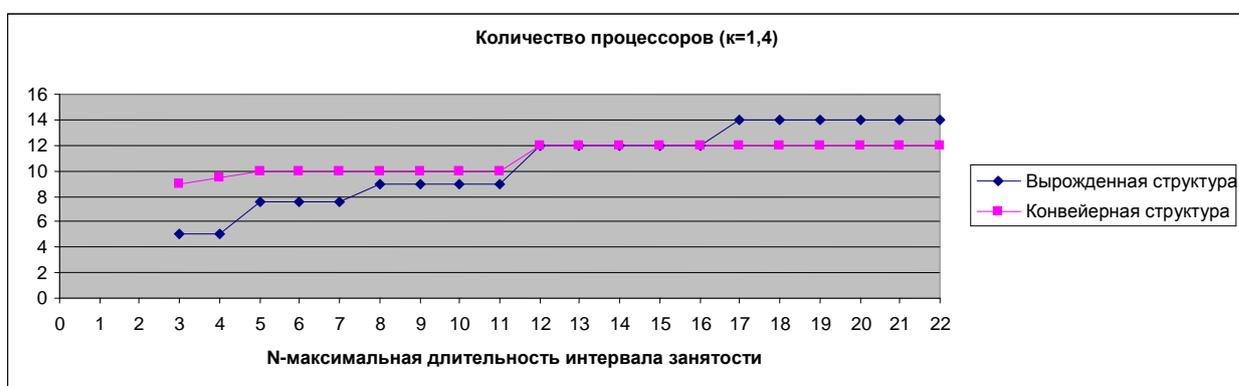


Рисунок 19 – Результаты расчёта количества процессоров (пример 1)

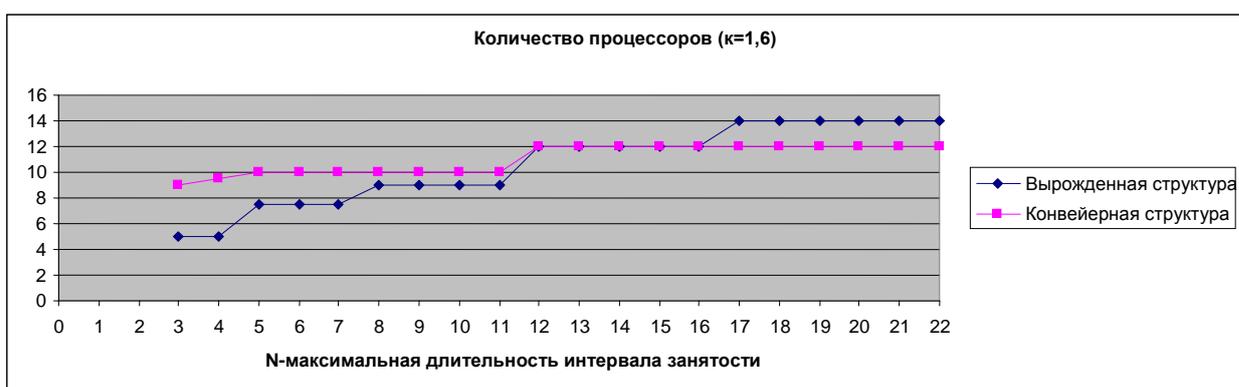


Рисунок 20 – Результаты расчёта количества процессоров (пример 2)

Приведённые результаты получены для следующих исходных данных:

- процесс обслуживания требований состоит из четырёх последовательно реализуемых функций: «Классификация требования», «Формулирование проблемы», «Определение задач» и «Сопровождение задачи», со временем обслуживания каждой функции процессором узкого профиля, соответственно,

15, 5, 5 и 20 минут. При этом в состав функции «Определение задач» входят действия по постановке задач процессорам;

- на первом уровне конвейерной структуры размещается один элемент, реализующий первую функцию; на втором уровне - два элемента, реализующие вторую и третью функцию; на третьем уровне - четыре элемента, реализующие четвертую функцию, из которых, два элемента соотносятся с первым элементом второго уровня, а два элемента соотносятся со вторым элементом второго уровня;

- максимально-допустимое время $T_{зад}$ ожидания обслуживания - 30 минут;

- минимально-допустимая вероятность $P\{T_{зад} \leq T_{зад}\}$ не превышения $T_{зад}$ - 0,98;

- количество обслуживающих приборов в системе равно суммарному количеству приборов во всех элементах системы.

Как видно из примеров, каждый вариант информационной системы может быть выбран на определённом этапе жизненного цикла того предприятия, для которого эта структура образуется, в зависимости от поступающей нагрузки со стороны потребителей задач (параметр Q) и классов процессоров широкого профиля (параметр k).

Рассмотренный метод позволяет определить необходимое количество процессоров разных классов в различных службах в зависимости от требуемой мощности этих служб. Важным применением модели является выбор варианта структуры для обслуживания требований, с возможностью количественной оценки различных вариантов при распределении основных функций процесса обслуживания между процессорами. Например, по результатам итоговых графиков следует, что с уменьшением длительности интервала обслуживания преимущество конвейерной структуры проявляется, начиная с более низкого диапазона мощности системы (см. рис. 3.6, где Q=12 при k=1,6, и рис. 3.5, где Q=17 при k=1,4).

3 Проектирование информационной системы управленческого учета

3.1 Схема работы конвейерной информационной системы

Общую схему работы предлагаемой конвейерной информационной системы можно представить в соответствии с рисунком 21.

Как видно из рисунка, при работе системы выделяют пять основных процессов [23]:

- классификация требований;
- формулирование проблемы;
- определение однотипных задач;
- расчет процессоров;
- сопровождение задач.

Начнем с подготовительного этапа работы: классификация требований и формулирование проблемы [24].

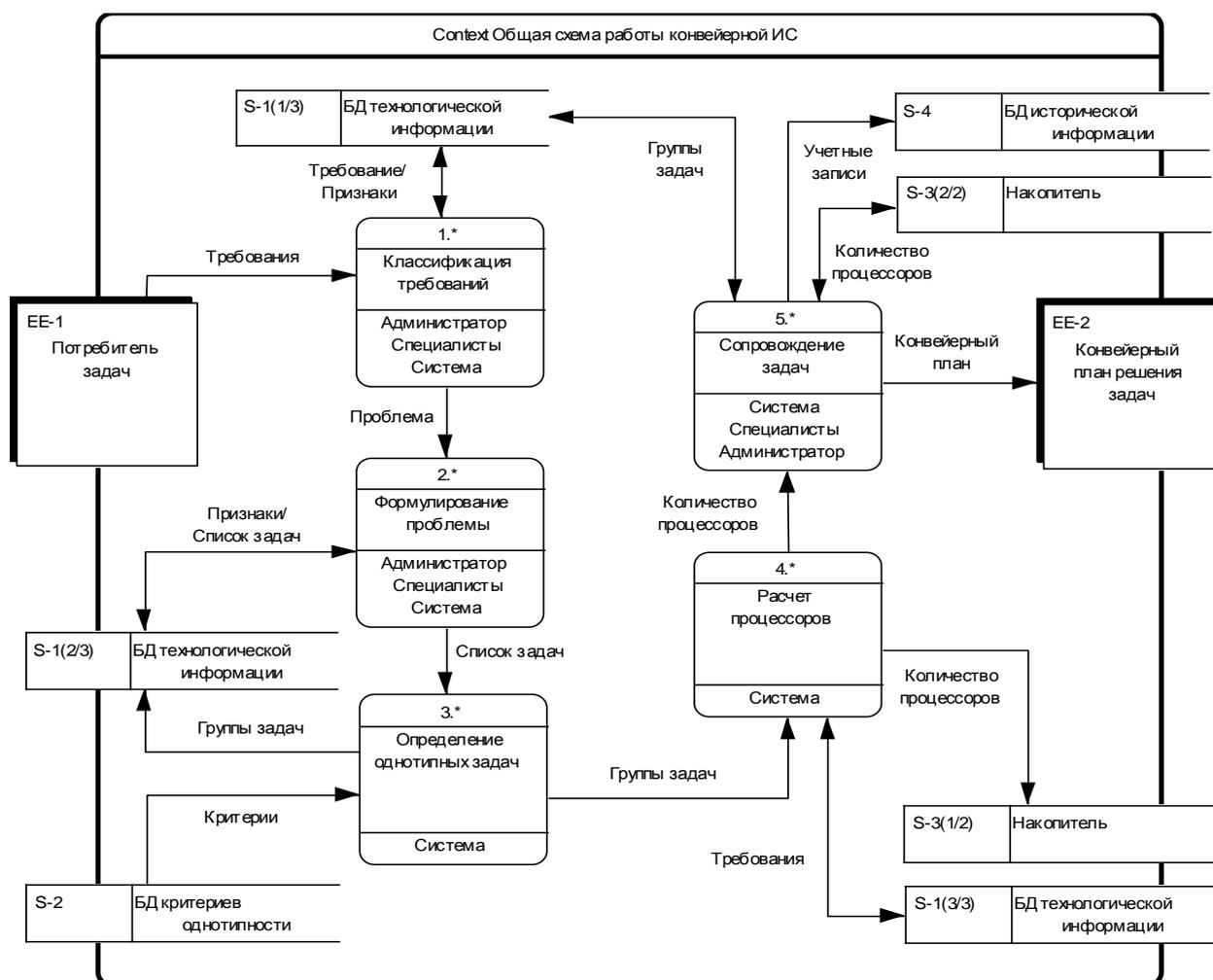


Рисунок 21 – Общая схема работы системы.

Первым рассмотрим процесс классификация требований. Данный процесс можно показать в соответствии с рисунком 22.

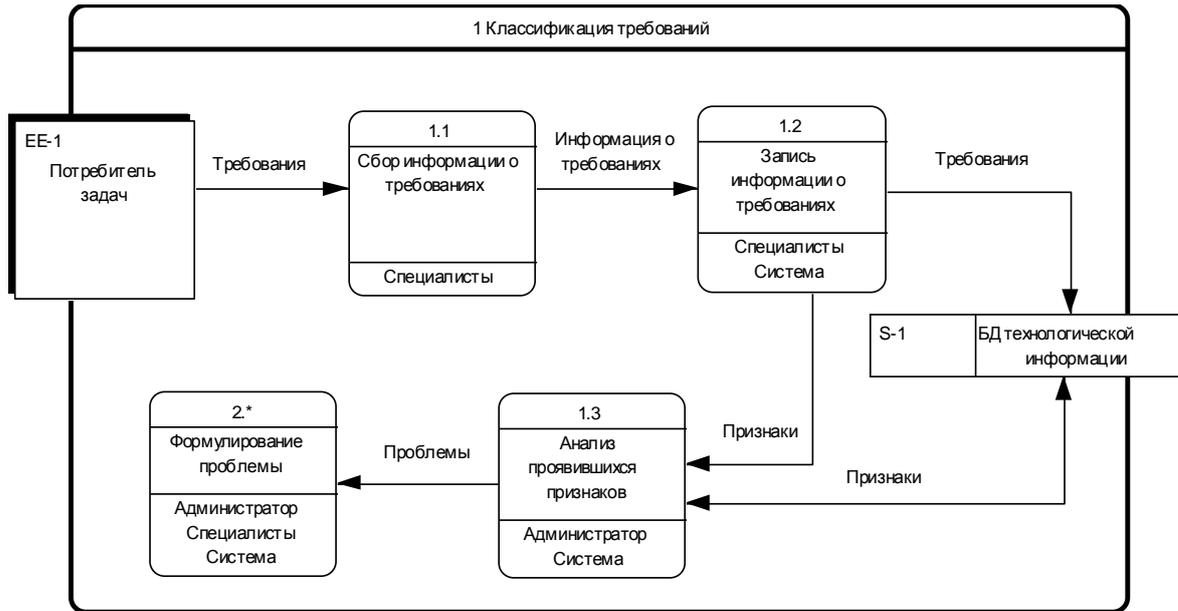


Рисунок 22 – Процесс классификации требований.

Как видно из рисунка сначала происходит сбор информации о требованиях, эта информация записывается и передается в БД технологической информации. Далее анализируются проявившиеся признаки, и выделяются проблемы [25].

Следующая функция системы это формулирование проблемы. Процесс выполнения данной функции можно показать в соответствии с рисунком 23.

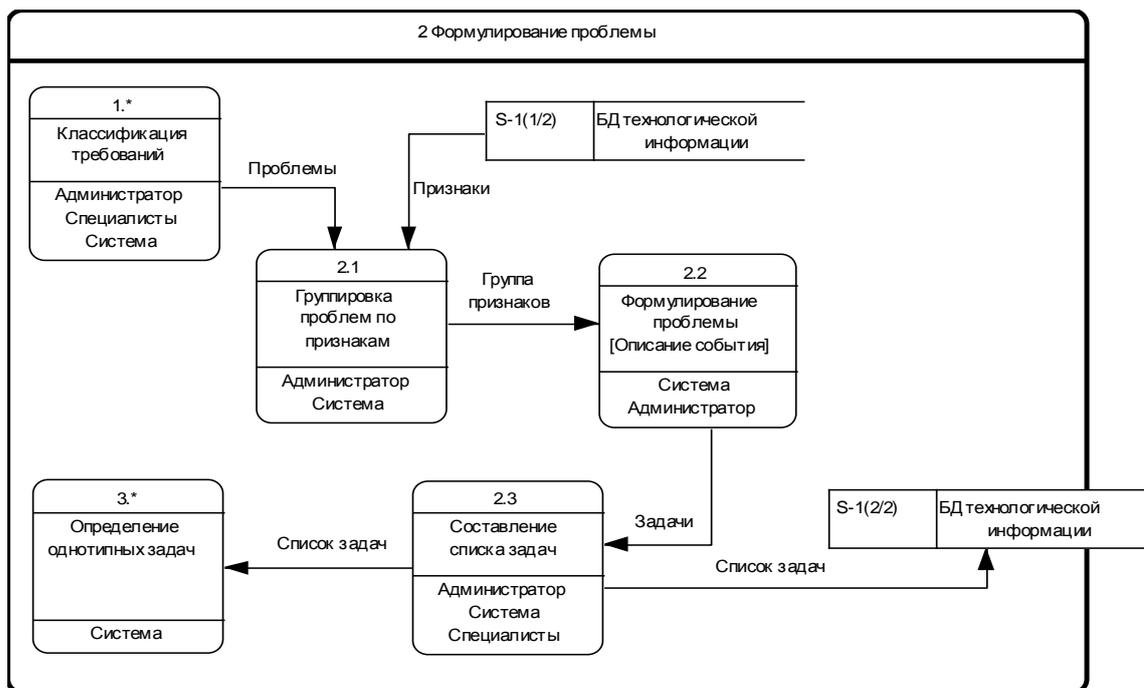


Рисунок 23 – Формулирование проблемы.

Как видно из рисунка, выделенные проблемы группируются по признакам, описывается событие и составляется список задач, который регистрируется в БД технологической информации.

Далее необходимо показать алгоритм работы системы на следующем этапе. Данный этап посвящен анализу и обработке возникших задач и состоит из двух процессов:

- определение однотипных задач;
- расчет процессоров.

Рассмотрим процесс определения однотипных задач, который можно показать в соответствии с рисунком 24.

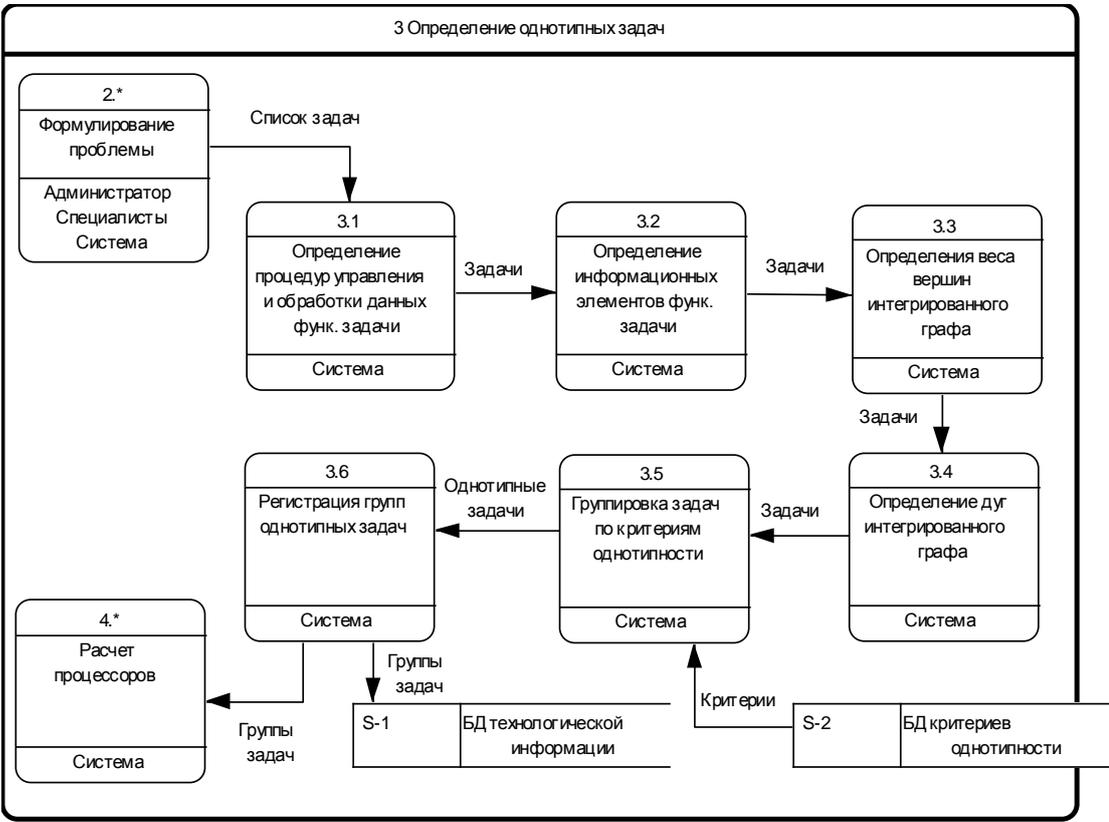


Рисунок 24 – Определение однотипных задач.

Составленный список задач группируется по критериям однотипности. Согласно концепции типизации модульных систем управления заданного класса типовые задачи (модули) представляют собой множество подграфов интегрированного графа технологии решения функциональных задач обработки информации в системе конвейерного управления. Они обладают совокупностью характеристик и параметров, определяющих их способность к многократной адаптации и использованию в составе отдельных задач при

ограниченной модификации. Основным параметром типового модуля является вес вершин и дуг, определяющий степень его типовости. Таким образом, графовая модель типовых последовательностей информационного конвейера соответствует самому высокому уровню абстракции (обобщения) описания функциональных задач в системе конвейерного управления. В соответствии с этой моделью интегрированный граф содержит общие и специфические части всего множества анализируемых задач данной системы и обеспечивает их реализацию. Степень же абстракции задач, включаемых в состав конвейера, зависит от необходимого уровня детализации описания и диктуется ранее выполняемыми этапами анализа, коррекции и оптимизации функциональной структуры системы автоматизации. Сгруппированные по критериям однотипности задачи регистрируются в БД технологической информации. После получения параметров необходимой информации можно приступить к расчетам количества процессоров [26].

Следующий этап посвящен сопровождению задач и показан в соответствии с рисунком 25.

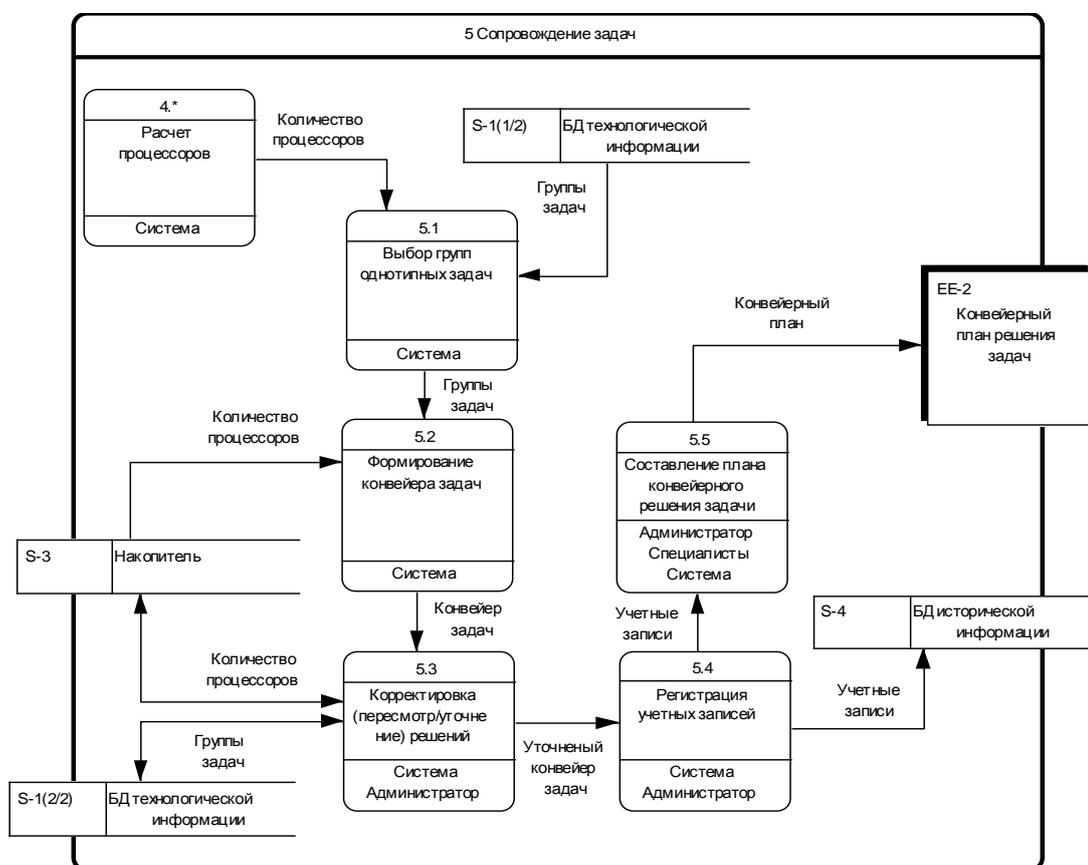


Рисунок 25 – Процесс сопровождения задач

Для выбранных групп задач формируется конвейер процессоров, данное решение корректируется (пересмотр и уточнение решений), принятое решение регистрируется в БД исторической информации. Составляется конвейерный план решения задачи. Далее необходимо переходить к программной реализации предлагаемых алгоритмов и их апробации.

3.2 Разработка программного продукта

3.2.1 Требования, предъявляемые к программному продукту

Разрабатываемая система должна удовлетворять следующим требованиям: соответствовать функциональным требованиям, заявленным в постановке задачи; позволять вводить различные входные данные, а именно – открывать и загружать файлы данных (*.2sav; *.3sav); позволять пользователю удалять, создавать, сохранять, изменять шаблон начальных данных на основе имеющейся данных; позволять управлять работой программы; иметь удобный и понятный графический интерфейс, а также дружелюбный по отношению к пользователю интерфейс (под дружелюбным интерфейсом понимается, прежде всего, удобство работы с приложением, ненавязчивость, максимально возможная функциональность); уметь адекватно реагировать на возможные ошибки пользователя; уметь работать, и обладать возможностью переносимости, с программными комплексами в которые предполагается экспортировать рассчитанные данные [27].

Минимальные требования к характеристикам АРМ обеспечения эксплуатации ИС: IBM совместимый компьютер, с процессором Intel Pentium (AMD Athlon) с тактовой частотой не ниже 700 МГц; не менее 128 Мб ОЗУ (оперативной памяти); не менее 250 Мб свободного места на жестком диске; мышь, клавиатура; видеоадаптер поддерживающий разрешение не менее 800x600; монитор типа SVGA. В качестве операционной системы для рабочих станций пользователей ИС должна использоваться Microsoft Windows 98/Me/NT/2000/XP/Vista/7. В целях производственной необходимости требования к системному программному обеспечению по согласованию

заказчика и исполнителя могут быть изменены с соответствующей корректировкой технического задания.

3.2.2 Информационное обеспечение программного продукта

При функционировании системы основной обрабатываемой информацией являются: информация, хранящаяся в файле, которая частично или полностью используется при расчете; входная информация (она получается от пользователя в режиме ввода); дополнительная информация потребность в которой возникает в исключительных случаях (она получается от пользователя в режиме ввода). В качестве примера – выбран 2-х процессорный конвейер с 5 задачами. Т.к. процессоры не однотипны, то задачи они выполняют не за одинаковый промежуток времени. Результатом обработки информации программой является информация о длительности работы, времени простоя процессоров, процент загрузки процессоров по предложенным планам обработки, а так же предоставлен вывод диаграмм Ганта [28].

3.2.3 Алгоритм работы программного продукта

Алгоритм работы программного продукта представлен на рисунке 26 в форме обобщенной блок-схемы.

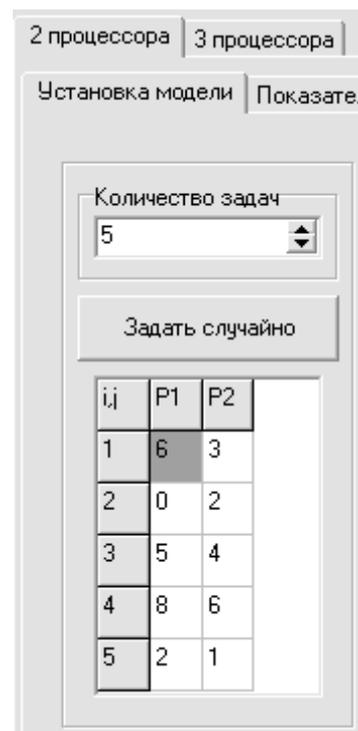


Рисунок 26 – Блок – схема программного продукта

3.3 Описание программного продукта

Сама система состоит из одного программного приложения, осуществляющего следующие функции: загрузка и изменение количества процессоров, задач и время, расходуемое каждым процессором на определенную задачу; обработка и представление данных в виде диаграмм; расчет длительности плана, времени простоя и загрузку процессора [29].

В блоке Ввод данных пользователь вводит необходимые данные – количество процессоров, задач и время обработки задач каждым процессором. Кроме того, при запуске программы данные берутся из примера, рассмотренного в дипломной работе (рисунок 27).



В блоке Расчет конвейерных планов входная информация обрабатывается по определенным алгоритмам (Алгоритм Джонсона, Модифицированный Алгоритм Джонсона), процесс расчета можно посмотреть в программе чуть ниже кнопки «Расчитать» (рисунок 28).

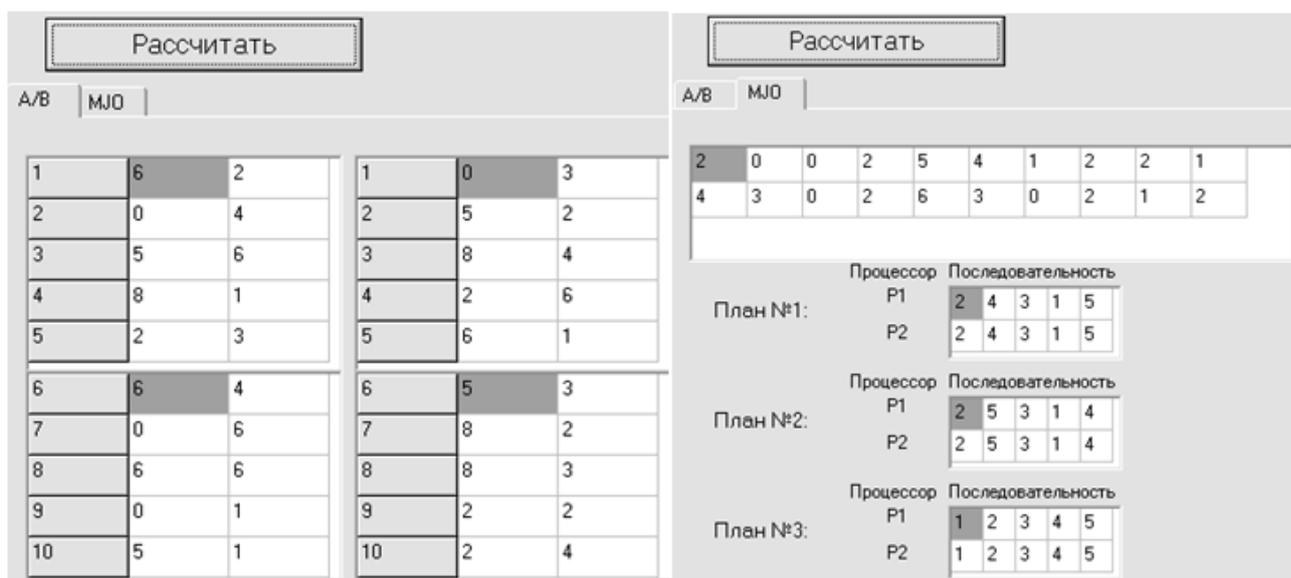


Рисунок 28 – Расчет конвейерных планов

В блоке Вывод выходных данных и конвейерных планов отображается конечная информация по расчету конвейерных планов, которая состоит из

продолжительности плана, времени простоя и загрузки процессора, представленная как в табличном виде, так и в диаграммах.

В блоке Вывод диаграмм Ганта производится расчет и построение диаграмм Ганта по планам и заданным входным данным.

В блоке Сохранение входных данных и конвейерных планов производится сохранение заданных настроек в файл (*.2sav; *.3sav) для дальнейшего использования.

Данный программный продукт предназначен для увеличения пропускной способности конвейерной системы обработки данных; обеспечение однородности функций конвейерной информационной системы, что позволяет снизить требования к АСУ; уменьшение времени и улучшение качества коммуникаций в системе.

Программа реализована для 2-х и 3-х процессорного конвейера. Имеет 3 закладки: установка модели, показатели эффективности, диаграммы Ганта.

Закладка Установка модели осуществляет ввод данных (количество задач и время обработки задач каждым процессором), выводит расчеты по заданным параметрам, показывает порядок выполнения задач по каждому плану, для каждого процессора (рисунок 29).

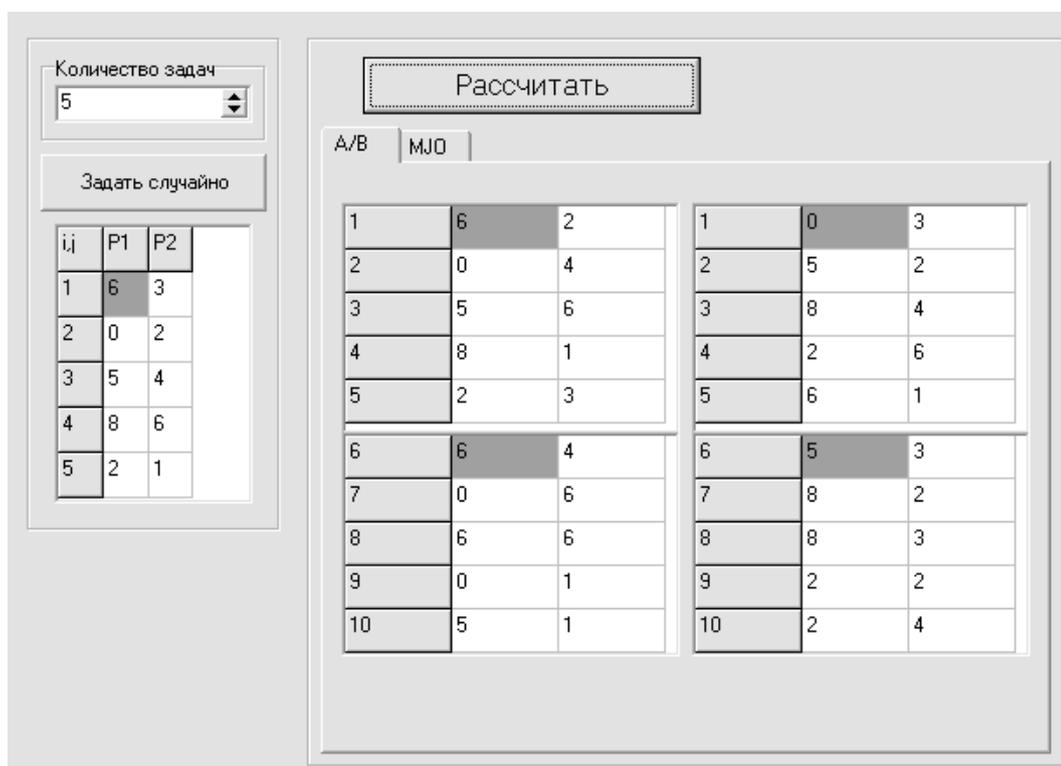


Рисунок 29 – Закладка Установка модели

Закладка Показатели эффективности отображает выходные данные (длительность плана, время простоя, загрузку процессоров) в виде таблицы и диаграмм (рисунок 30).

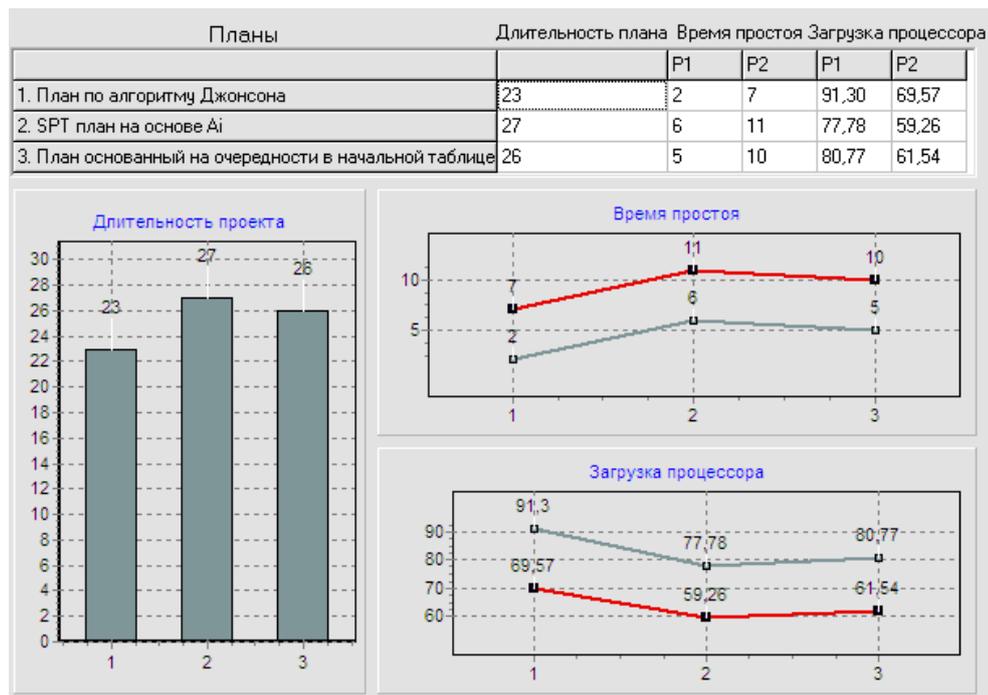


Рисунок 30 – Закладка Показатели эффективности

Закладка Диаграммы Ганта имеет построенные диаграммы Ганта по каждому плану, к каждой диаграмме присвоена табличка с параметрами (рисунок 31).

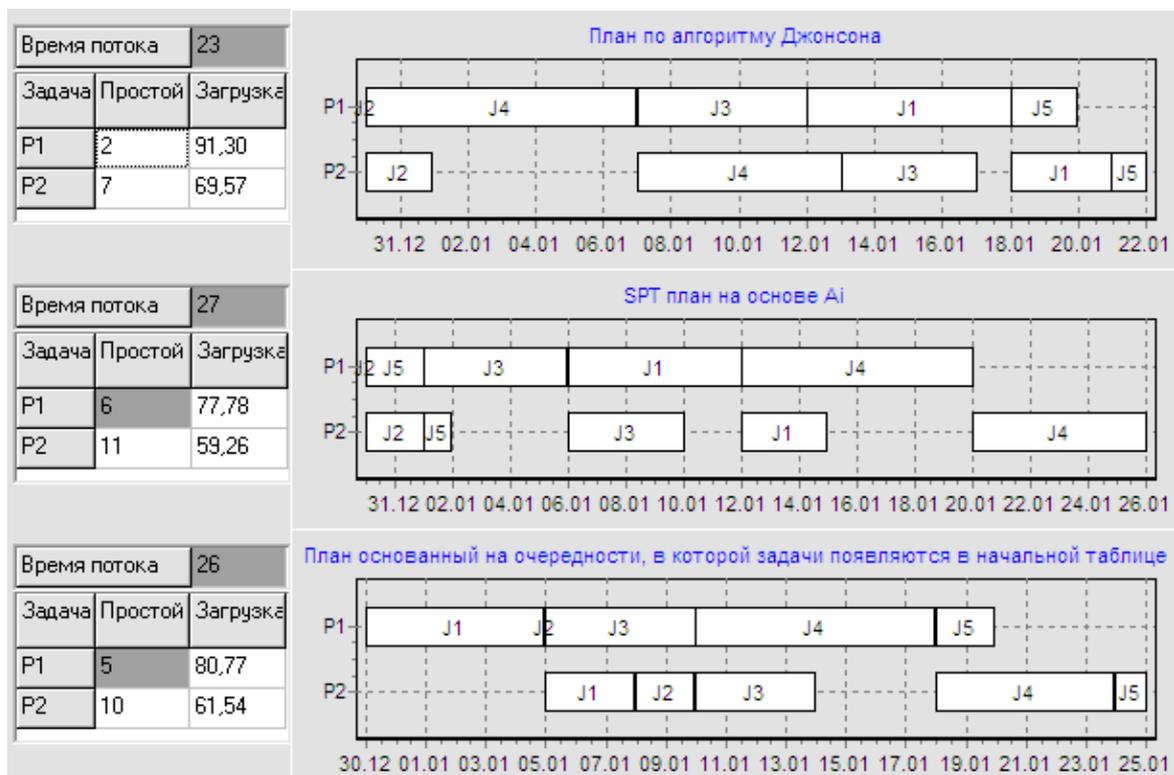
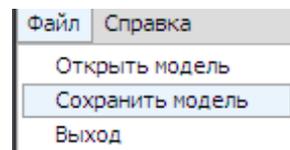
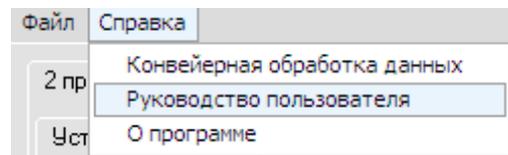


Рисунок 31 – Закладка Диаграммы Ганта

В меню «Файл» реализовано три блока пунктов меню управления программой (рисунок 32): загрузка входных данных (для восстановления ранее заполненных входных данных); сохранение данных (для сохранения в файл заполненных входных данных); выход из программы.



В меню «Справка» (рисунок 33): конвейерная обработка данных (краткое описание конвейерной обработки данных); руководство пользователя (вызывает справку по программе); о программе.



Мы убедились, что часть функций ложится на плечи конвейерной информационной системы, т.е. сокращается потребность в специалистах, в задачи которых входит коммуникация между уровнями управления и создание внутренней технологии работы. Помимо этого описанный подход дает следующие преимущества: увеличение пропускной способности конвейера; обеспечение однородности функций конвейера, что позволяет уменьшить требования к информационной системе; увеличивает аналитичность и контролируемость хода выполнения процессов; уменьшает время и улучшает качество коммуникаций между конвейерами.

Помимо этого специалисты в режиме реального времени могут отслеживать загруженность конвейеров на текущий момент времени, что позволяет оперативно реагировать на возникающие проблемы. Например: «Висит» много задач «Подобрать товар». Это может означать или что все конвейеры простаивают или им нужна помощь. Но в любом случае нужно принимать какое-то решение. Чтобы специалисту не пришлось производить мониторинг всех конвейеров, можно ввести пороговые допустимые значения текущих задач и система сама будет извещать о превышении порога [30].

3.4 Эффективность использования методов конвейерного управления в реинжиниринге бизнес-процессов

Для того, чтобы оценить эффективность использования системы, рассмотрим затраты на проведение работ реинжиниринга до и после проведения мероприятий по использованию методов конвейерного управления.

Первое чему уделим внимание, будет заработная плата отдела [35].

Таблица 8

Зарботная плата штатных единиц отдела

№	Должность	Размер з.п.	Кол-во работников	Итого в месяц	Итого в год
1	Начальник отдела	70	1	70	840
2	Менеджер	50	4	200	2400
3	Зав. Складом	45	3	135	1620
4	Экспедитор	20	5	100	1200

Итого в год компания тратит 6 млн. 60 тысяч только лишь на выплату заработной платы 13 сотрудникам.

Для реализации нового процесса с учетом внедрения информационной системы, от услуг экспедиторов можно отказаться, а также от транспортных расходов.

Проведем анализ деятельности отдела до и после внедрения с помощью системы сбалансированных показателей [36].

Сбалансированная система показателей (ССП) – это система измерения эффективности деятельности компании, которая отражает наиболее важные аспекты бизнеса. Концепция ССП поддерживает планирование, реализацию и дальнейшую корректировку стратегии, путём объединения усилий всех подразделений предприятия [40].

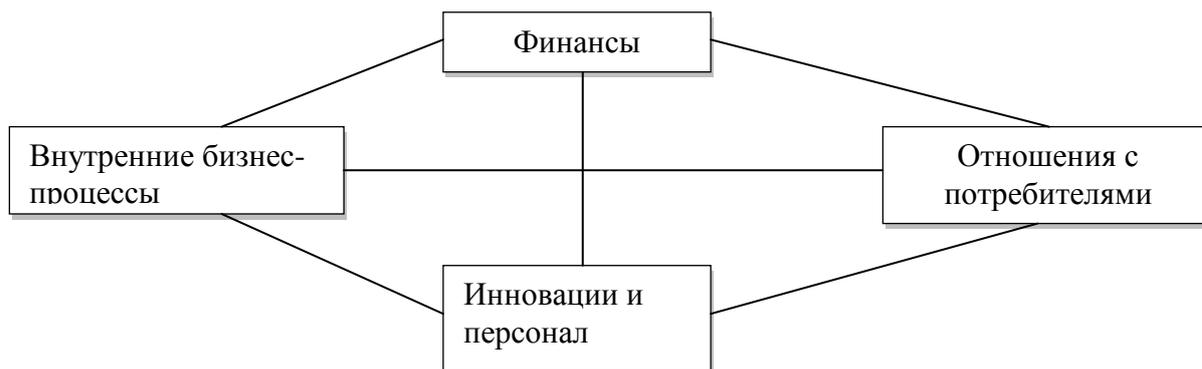


Рисунок 34 – Основные аспекты, оцениваемые в СПП

Основные аспекты, оцениваемые в СПП, представлены на рисунке 34.

Полученные измерения представлены в таблице 9.

Система сбалансированных показателей

Направление	Цель	Показатель	Текущее значение	Плановое значение	Вес	1С
Финансы	Увеличение объема предоставляемых услуг	Объем услуг (тыс. руб.)	130 000	143 000 (+10%)	0,26	2,5
	Сокращение затрат	Себестоимость услуг (т.р)	6000 (75%)	5100 (63,75%)	0,21	4
Отношения с потребителями	Привлечение новых заказов	Затраты на привлечение 1 заказчика (руб)	4000	4000	0,03	5
	Повышение удовлетворенности заказчиков	% недовольных заказчиков	6	1	0,05	5
Внутренние бизнес-процессы	Расширение списка поставщиков сырья	Количество поставщиков (Сотни)	2	5	0,09	4
	Сокращение времени простоев оборудования, связанных с сезонной работой	Время простоя (мес)	6	0	0,1	5
	Своевременная доставка материалов для производства	% нарушения сроков поставки	40	26	0,1	5
Инновации и персонал	Повышение степени доверия и лояльности среди персонала	Количество положительных отзывов (%)	80	90	0,01	5
	Повышение квалификации сотрудников	Затраты на обучение (тыс.руб)	30	50	0,15	5
Итого:						4,05

Из полученных данных мы видим, что вес показателей до внедрения системы был меньше чем установленная минимальная норма = 0,4. Максимальный порог =5. А значит, заметна существенная эффективность при внедрение выбранной системы [41].

Построим диаграмма изменения значений выбранных показателей. Диаграмма представлена на рисунке 35.



Рисунок 35 – Диаграмма изменения значений после ввода системы

Оценим планируемые общие издержки на осуществление процессов снабжения при внедрении системы (таблица 10) [42].

Таблица 10

Планируемые общие издержки на осуществление процессов снабжения

Наименование	2016	План	Изменение
Заработная плата персонала, тыс. руб.	6060	3660	-2400
Затраты на связь, тыс. руб.	50	25	-25
Затраты на содержание и обеспечение офиса	380	200	-180
Транспорт	360	0,00	-360
Ущерб от срыва работ	5800	0,00	-5800
Итого	12650	3885	-8765

Построим график план-факт издержек. График на рисунке 36.

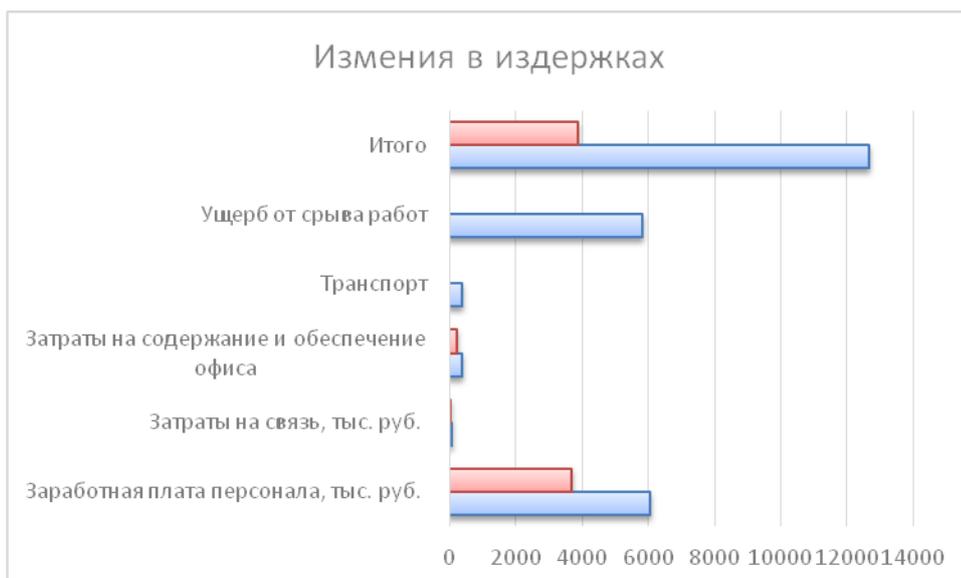


Рисунок 36 – Изменения общих издержек после ввода системы

Анализируя планируемые общие издержки можно предположить общий экономический эффект от реинжиниринга бизнес – процессов в сумме чуть

меньше 10 млн. рублей, что составляет более 70% от затрат настоящего времени [45].

Ориентировочные количественные результаты:

- увеличение прибыли от 5% до 25%;
- увеличение доходности вложенного капитала от 3% до 9%;
- сокращение издержек без учета срыва от 10% до 15%;
- уменьшение стоимости и времени обработки заказов от 20% до 40%;
- сокращение времени выполнения заказов и выполнения услуг от 15% до 30%;
- сокращение затрат на закупку от 5% до 15%;
- уменьшение запасов от 20% до 40%;
- повышение оборота активов от 1,5 до 4 раз.

Система увеличит скорость учета, контроля, организации в сфере закупок путем оперативности, многовариантности обработки и представления полученной информации, и из-за отхода от бумажных носителей [47].

Система даст возможность в:

- подготовке документации – создание шаблонов документации;
- увеличение скорости составления планов (планы можно вбивать как вручную, так и автоматически с использованием ранее составленных планов), использование различных стратегий для составления планов;
 - проверке на исполнимость планов, автоматизации формирования заказов поставщикам;
 - в одной информационной базе будут храниться все сведения о поставщиках, договора, звонки, письма, встречи, история взаимоотношений, цены поставщика;
 - в предоставлении информации о наличие остатков; в построение план-фактного анализа; четком разграничении доступа к хранимым сведениям.

Заключение

Технология реинжиниринга, базирующаяся на конвейерном управлении, предоставляет возможность формирования показателей эффективности работы отдельных компонентов, информационных подсистем и системы в целом. Реализация концепции может дать существенный эффект на практике, так как часть функций менеджмента ложится на плечи конвейерной информационной системы, т.е. сокращается потребность в специалистах, в задачи которых входит коммуникация между уровнями управления и создание внутренней технологии работы.

В рамках магистерской диссертации была разработана информационная система управления. Сама система состоит из одного программного приложения, осуществляющего следующие функции: загрузка и изменение количества процессоров, задач и время, расходуемое каждым процессором на определенную задачу; обработка и представление данных в виде диаграмм; расчет длительности плана, времени простоя и загрузку процессора.

Предложенная концепция управленческого учета, основанная на методах конвейерной организации обработки данных, позволила реализовать информационную систему управленческого учета.

Предложенный в диссертации подход к конвейерному управлению позволяет описывать процессы через последовательность и ветвления выполнения задач, где за каждой задачей закреплен конкретный конвейер. После запуска первой задачи процесса и до выполнения последней стадии контролируется соответствие действий конвейера описанию. Система предоставляет всю необходимую информацию для выполнения конкретной задачи. После выполнения очередной задачи информирует следующий конвейер о возникновении задачи. Сохраняет информацию о времени появления, времени и качестве выполнения задачи. При отклонении от нормативных параметров информирует администратора о просрочках выполнения или о некачественном выполнении задач.

Список используемой литературы

1. Репин, В.В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление [Текст]/ В.В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 512 с.
2. Крышкин, О. Настольная книга по внутреннему аудиту: Риски и бизнес-процессы. 3 – е изд. [Текст]/ О. Крышкин. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 477 с.
3. Ротер, М. Учись видеть бизнес-процессы: Построение карт потоков создания ценности. 4 – е изд. [Текст]/ М. Ротер. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 136 с.
4. Тельнов, Ю.Ф. Инжиниринг предприятия и управление бизнес-процессами. Методология и технология [Текст]: Учебное пособие / Ю.Ф. Тельнов. – М.: ЮНИТИ, 2015. – 176 с.
5. Чукарин, А.В. Бизнес – процессы и информационные технологии в управлении современной инфокоммуникационной компанией [Текст]/ А.В. Чукарин. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 512 с.
6. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес – процессов [Текст]/ В.В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
7. Хаммер, М. Быстрее, лучше, дешевле: Девять методов реинжиниринга бизнес-процессов [Текст]/ М. Хаммер. – М.: Альпина Пабл., 2012. - 356 с.
8. Громов, А.И. Управление бизнес-процессами: современные методы монография [Текст]/ А.И. Громов. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 367 с.
9. Ширяев, В.И. Управление бизнес-процессами [Текст]: Учебно – методическое пособие / В.И. Ширяев. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 464 с.
10. Джестон, Д. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов [Текст]/ Д. Джестон. – М.: Символ, 2015. – 512 с.

11. Моделирование бизнес-процессов [Текст]: Учебник и практикум для академического бакалавриата / О.И. Долганова [и др.]. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 289 с.
12. Шлимович Е.Л. Концепция управленческого учета, основанная на методах «конвейерного» управления [Электронный ресурс]/ Шлимович Е.Л. М.: Avaccosoft, 2009. 26 с.
13. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес – процессов [Текст]/ В.В. Репин. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
14. Ротер, М. Учись видеть бизнес-процессы: Построение карт потоков создания ценности. 4 – е изд. [Текст]/ М. Ротер. – М.: Альпина Паблишер, 2015. – 136 с.
15. Ginsberg M. Some observations on supercomputer computational environments//Parallel and large-scale computers: performance, architecture, applications [Text]/ Ginsberg M. Amsterdam: North-Holland, 2008. 184 p.
16. Garsia-Diaz A. Fundamentals of network analysis [Text]/ Phillips D., Garsia-Diaz A. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 2010. 386 p.
17. Spencer D. Webster’s new world dictionary of computer terms [Text]/ Spencer D. New York: Prentice Hall, 2005. 289 p.
18. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении [Текст]/ Анфилатов В.С., Емельянов А.А. М.: Финансы и статистика, 2009. 368 с.
19. Баргесян А.А. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP [Текст]/ Баргесян А.А.СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 384 с.
20. Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа [Текст]/ Волкова В.Н., Денисов А.А. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2005. 512 с.
21. Ковалев И.В. Параллельные процессы в информационно – управляющих системах. Формирование и оптимизация//Под ред. д.т.н., проф. А.В. Медведева. [Текст]/ Ковалев И.В., Царев Р.Ю., Шиповалов Ю.Г. Красноярск: НИИ СУВТП, 2005. 143 с.

22. Ковалев И.В. Моделирование и оптимизация в информационно – управляющих системах: Учебное пособие [Текст]/ Ковалев И.В., Царев Р.Ю. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2007. 124 с.
23. Рудаков А.В. Технология разработки программных продуктов: Учебное пособие [Текст]/ Рудаков А.В. М.: Academia, 2008. 208 с.
24. Федорова Г.И. Проектирование информационных систем: Учебное пособие [Текст]/ Федорова Г.И. М.: Изд-во МЭСИ, 2005. 142 с.
25. Фельдман Я.А. Создаем информационную систему [Текст]/ Фельдман Я.А. М.: Солон, 2008. 120 с.
26. Громов, А.И. Управление бизнес-процессами: современные методы монография [Текст]/ А.И. Громов. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 367 с.
27. Ширяев, В.И. Управление бизнес-процессами [Текст]: Учебно – методическое пособие / В.И. Ширяев. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 464 с.
28. Джестон, Д. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов [Текст]/ Д. Джестон. – М.: Символ, 2015. – 512 с.
29. Моделирование бизнес-процессов [Текст]: Учебник и практикум для академического бакалавриата / О.И. Долганова [и др.]. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 289 с.
30. Автоматизированные системы управления. Общие требования [Текст]: ГОСТ 24.104 – 85. – Введ. 01.07.2012. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 17 с.
31. Международный стандарт. Системы менеджмента качества [Текст]: Основные положения и словарь. 2 – е изд. ИСО 9000 введ. 15.12.2000.
32. Системы менеджмента качества [Текст]. Требования: ГОСТ Р ИСО 9001-2008 – Взамен ГОСТ Р ИСО 9001 – 2001; введ. 18.12.2008. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 65 с.
33. Волков, А.С. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Учебное пособие / А.С. Волков, А.А. Марченко. - М.: ИЦ РИОР, ИНФРА-М, 2012. - 111 с.

34. Гадаборшев, М.И. Организация, оценка эффективности и результативности оказания помощи: Монография [Текст]/ М.И. Гадаборшев, М.М. Левкевич, Н.В. Рудлицкая. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 424 с.
35. Даулинг, Г. Репутация фирмы: создание, управление и оценка эффективности: Пер. с англ. [Текст]/ Г. Даулинг. - М.: ИМИДЖ-Контакт, ИНФРА-М, 2003. - 368 с.
36. Ицкович, Э.Л. Методы рациональной автоматизации производства: Выбор средств. Организация тендера. Анализ функционирования. Управление развитием. Оценка эффективности [Текст]/ Э.Л. Ицкович. - М.: Инфра-Инженерия, 2009. - 256 с.
37. Левкевич, М.М. Государственная и муниципальная политика в сфере здравоохранения: реализация и оценка эффективности: Монография [Текст]/ М.М. Левкевич. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2012. - 216 с.
38. Соколов, Ю.А. Оценка эффективности деятельности организаций (стохастические граничные методы) [Текст]/ Ю.А. Соколов, В.В. Шергин. - М.: Анкил, 2012. - 200 с.
39. . Будунова, Н. И. Пути повышения экономической эффективности реконструкции промышленных предприятий: моногр. [Текст]/ Н.И. Будунова. - М.: Стройиздат, 2015. - 208 с.
40. Генкин, Б. М. Основания экономической теории и методы организации эффективной работы: моногр. [Текст]/ Б.М. Генкин. - М.: Норма, 2016. - 448 с.
41. Герасимов, Ю. К. Математическая теория сбалансированного эффективного экономического развития [Текст]/ Ю.К. Герасимов. - М.: Издательство МГУ, 2014. - 216 с.
42. Кибанов, А. Я. Оценка экономической и социальной эффективности управления персоналом организации. Учебно-практическое пособие [Текст]/ А.Я. Кибанов. - М.: Проспект, 2014. - 765 с.
43. Климов, В.А. Обоснование экономической эффективности инновационных проектов [Текст]/ В.А. Климов. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. - 416 с.

44. Лукашев, В. И. Научно-технический прогресс и экономическая эффективность транспортного производства [Текст]/ В.И. Лукашев. - М.: Интекст, 2016. - 352 с.
45. Методы и модели системного анализа. Оценка эффективности и инвестиционных проектов. Системная диагностика социально-экономических процессов. Том 61. Выпуск 3. [Текст]/ - М.: ЛКИ, 2016. - 122 с.
46. Оценка экономической эффективности энергосбережения. Теория и практика. [Текст]/ - М.: Теплоэнергетик, 2015. - 400 с.
47. Ковалев, А.И. Анализ финансового состояния предприятия [Текст]/ А.И. Ковалев. - М. : Центр экономики и маркетинга, 2006. – 256 с.
48. Беренс, В.В. Руководство по оценке эффективности инвестиций [Текст]/ В.В. Беренс, П.М. Хавранек. - М. : ИНФРА-М, 2006. – 355 с.
49. Богданова, О.В. Модельно-алгоритмическое обеспечение конвейерного выполнения задач в распределенных АСУ: диссертация [Текст]/ Богданова О.В. - Красноярск, 2008. - 202 с. : ил.
50. Джиева, Н.Н. Многокомпонентная сетевая модель формирования алгоритмов распределенной обработки и управления в АСУ: диссертация [Текст]/ Джиева Н.Н. - Красноярск, 2004. - 179 с.