

УДК 004.421.2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАСКАДНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ РАБОТ ПРИ ОГРАНИЧЕННОСТИ РЕСУРСОВ

Степанюк А.В., студент гр. ПИМ-151, I курс

Научный руководитель: Сарапулова Т.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Для задач сетевого планирования и управления актуальной является проблема планирования проекта в условиях ограниченных ресурсов, выделенных для осуществления проекта. Таким образом, чтобы удовлетворить ограничениям, накладываемым на задачу в том или ином случае, необходимо составить календарный план работ. Базовые модели позволяют составить график работ, который минимизирует суммарное время выполнения проекта с учетом того, что некоторые работы не могут начаться раньше, чем будут завершены другие. При этом обычно необходимые для выполнения отдельных заданий ресурсы (финансы, рабочая сила, оборудование и т. д.) доступны в требуемых объемах. Однако в действительности эти ресурсы могут быть ограничены, и в этом случае появляются дополнительные ограничения.

Целью проделанной работы была оптимизация календарных планов работ при ограниченности ресурсов. Были поставлены следующие задачи: рассмотреть основные понятия теории сетевого планирования; выполнить обзор методов оптимизации календарных планов работ при ограниченности ресурсов; разработать программный продукт для оптимизации календарных планов работ при ограниченности ресурсов.

В качестве примера рассмотрим задачу составления графика работ [1], представленную на рис. 1. На нем представлены отношения предшествования между различными видами работ, т. е. показано, какие задания необходимо выполнить до того, как приступить к другим.

Табл. 1. Время и ресурсы

<i>Задание</i>	<i>Время</i>	<i>Ресурсы</i>
<i>I</i>	<i>3</i>	<i>6</i>
<i>II</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>III</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>IV</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>V</i>	<i>2</i>	<i>6</i>
<i>VI</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>VII</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>VIII</i>	<i>2</i>	<i>4</i>
<i>IX</i>	<i>2</i>	<i>3</i>

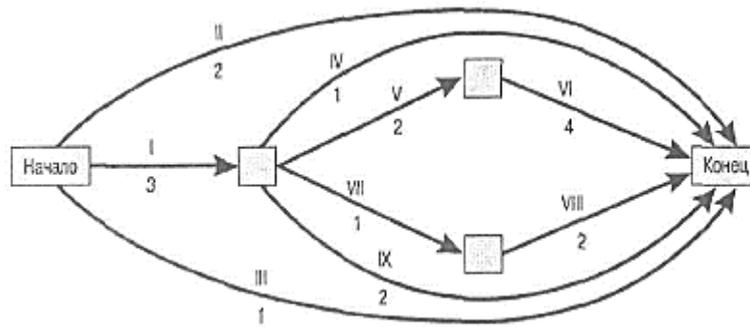


Рис. 1. Отношения между заданиями

В табл. 1 приведены длительности выполнения каждого задания (в неделях) и необходимые ресурсы (количество человек). Если не учитывать ограничения на количество сотрудников, задача является простой, и найти кратчайшее возможное время окончания проекта просто: оно составляет 9 недель. На рис. 2 показан предлагаемый график выполнения заданий, при котором достигается данное время. Теперь проанализируем необходимое для реализации предложенного графика распределение исполнителей по неделям. Составим схему загрузки персонала (рис. 3), сопоставив данные о потребности персонала из табл. 1 с графиком работ на рис. 2. Как видно (рис.3), предлагаемая схема приводит к неравномерному использованию персонала: от 15 человек (неделя IV) до 5 человек (недели VII, VIII и IX). Целесообразней использовать график работ с более равномерным распределением ресурсов.

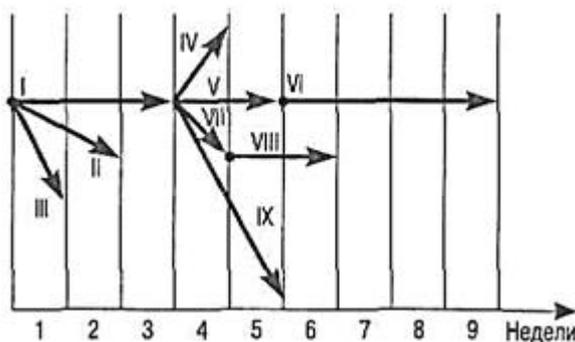


Рис. 2. Предлагаемый график работ

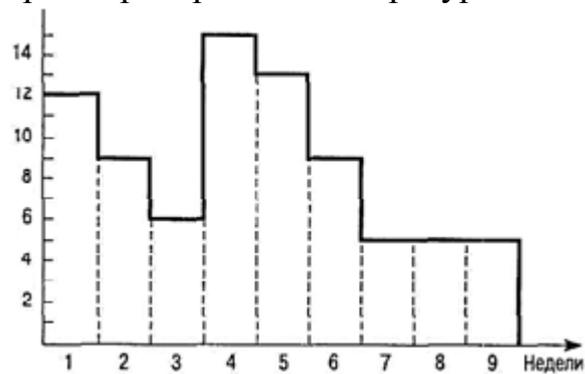


Рис.3. Схема загрузки персонала

Основная сложность процесса оптимизации связана с экспоненциальным ростом длительности вычислений от размерности задачи. Кроме того, в задаче могут присутствовать несколько видов ресурсов, что также увеличивает объем вычислений.

При разработке проекта была использована каскадная модель [2], одна из самых старых, подразумевает последовательное прохождение стадий, каждая из которых должна завершиться полностью до начала следующей.

В 1970 году в своей статье У. У. Ройс описал в виде концепции то, что сейчас принято называть «каскадная модель», и обсуждал недостатки этой модели. Там же он показал, как эта модель может быть доработана до итеративной модели. Модель имеет и другое название – водопад (waterfall).

Положительные стороны применения каскадного подхода заключаются в следующем: на каждом этапе формируется законченный набор проектной

документации, отвечающий критериям полноты и согласованности; выполняемые в логичной последовательности этапы работ позволяют планировать сроки завершения всех работ и соответствующие затраты.

Каскадный подход хорошо зарекомендовал себя при построении ИС, для которых в самом начале разработки можно достаточно точно и полно сформулировать все требования, с тем чтобы предоставить разработчикам свободу реализовать их как можно лучше с технической точки зрения. В эту категорию попадают сложные расчетные системы, системы реального времени и другие подобные задачи. Однако, в процессе использования этого подхода обнаружился ряд его недостатков: отсутствуют обратные связи между этапами; не соответствует реальным условиям разработки программного продукта.

Каскадная модель будет давать отличный результат только в проектах с четко и заранее определенными требованиями, и способами их реализации. Нет возможности сделать шаг назад, тестирование начинается только после того, как разработка завершена или почти завершена.



Рис. 4. Схема каскадной модели

Следовало применять инкрементную модель [3]. ПО можно вводить в эксплуатацию по частям, а значит, разрабатывать и поставлять его заказчику также можно постепенно. Именно на этом основана инкрементная модель, предусматривающая дробление продукта на относительно независимые составляющие, которые разрабатываются и вводятся в эксплуатацию по отдельности.

В инкрементной модели полные требования к системе делятся на различные сборки. Имеют место несколько циклов разработки, и вместе они составляют жизненный цикл «мульти-водопад».

Инкрементная модель является классическим примером инкрементной стратегии конструирования. Она объединяет элементы последовательной водопадной модели с итерационной философией макетирования (предложена Б. Бозом как усовершенствование каскадной модели).

Цикл разделен на более мелкие легко создаваемые модули. Каждый модуль проходит через фазы определения требований, проектирования, кодирования, внедрения и тестирования. Процедура разработки по инкрементной модели предполагает выпуск на первом большом этапе продукта в базовой функциональности, а затем уже последовательное добавление новых функций, так называемых «инкрементов». Процесс продолжается до тех пор, пока не будет создана полная система.

Данную модель ЖЦ целесообразно использовать в случаях, когда желательно реализовать некоторые возможности системы быстро за счет создания промежуточной версии продукта, система декомпозируется на отдельные составные части, которые можно реализовывать как некоторые самостоятельные промежуточные или готовые продукты, возможно увеличение финансирования на разработку отдельных частей системы.

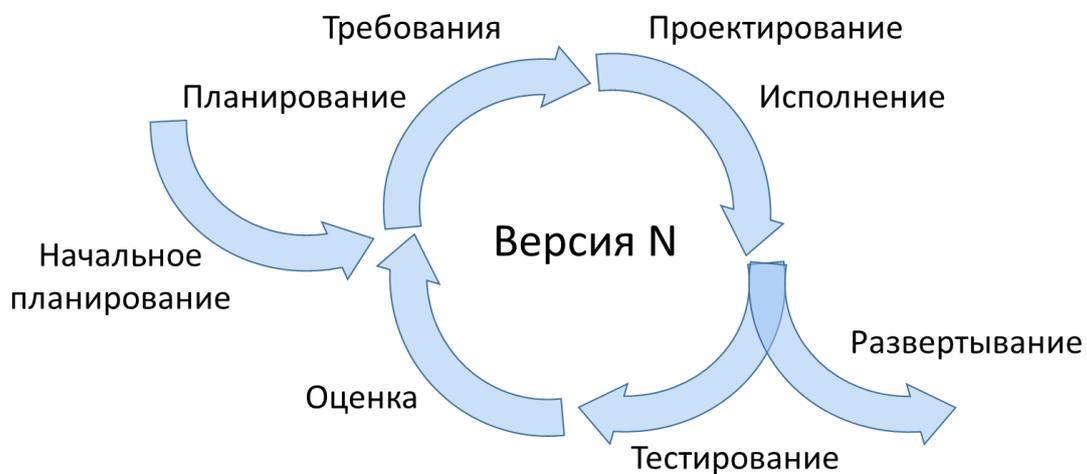


Рис. 5. Схема инкрементной модели

При использовании инкрементной модели были бы применены следующие улучшения:

- равномерное распределение объема работ по всему процессу разработки;
- тестирование отдельных модулей продукта сразу после завершения его разработки и оперативное решение найденных проблем;
- разделение программного продукта на более мелкие легко создаваемые модули, независимые друг от друга;
- при работе в команде уменьшение объемов времени, требуемых на разработку.

На рисунке 6 показаны зависимости выполненного объема разработки от времени в различных моделях. Как видно из графиков, использование каскадной модели привело к неравномерному распределению объема работ по всему времени разработки. Однако при использовании инкрементной модели распределение объема работ было бы равномерным по всему времени разработки, поскольку работы выполнялись бы поэтапно.

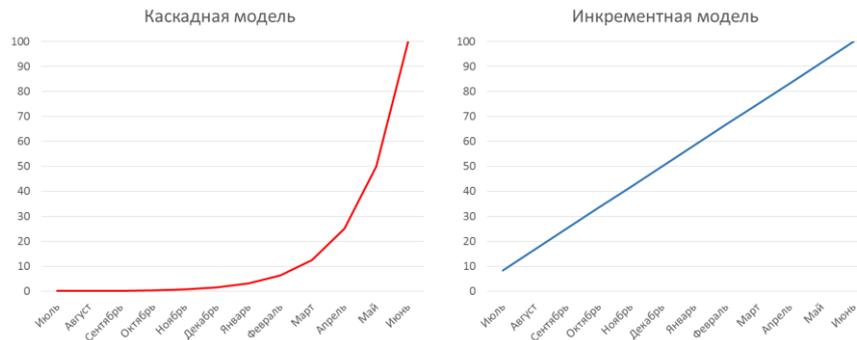


Рис. 6. Зависимости выполненного объема разработки от времени в различных моделях

На рисунке 7 представлены зависимости выполненного объема разработки от времени при работе в одиночку и в команде. Работа в команде существенно сокращает период разработки. Она возможна, так как инкрементная модель подразумевает модульную разработку проекта. Модули не связаны, поэтому разработчики могут работать независимо друг от друга, не мешая при этом друг другу.

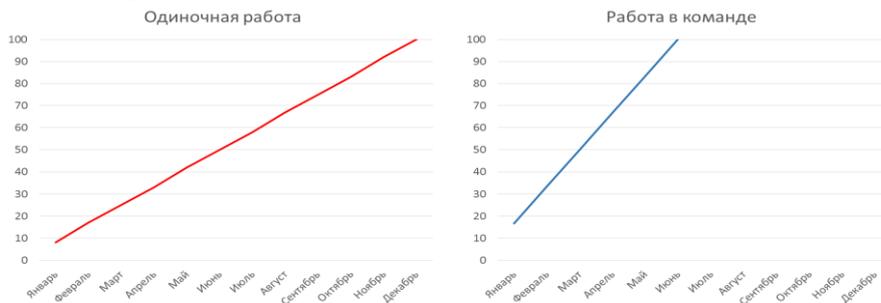


Рис. 7. Зависимости выполненного объема разработки от времени при работе в одиночку и в команде

В настоящее время ведутся работы над информационной системой по переходу к инкрементной модели разработки и модульной системе. В дальнейшем возможна реализация программного продукта в виде веб-сервиса [4] для поиска оптимальных календарных планов выполнения проектов.

### Список литературы:

1. Мур, Джеффри. Экономическое моделирование в Microsoft Excel / Джеффри Мур, Ларри Р. Уэдерфорд и др. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
2. Каскадная модель жизненного цикла разработки ПО // Учебно-методические материалы для студентов кафедры АСОИУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.4stud.info/software-construction-and-testing/lecture6.html>
3. Итеративная модель разработки // НОУ ИНТУИТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.intuit.ru/studies/courses/3632/874/lecture/14297?page=5](http://www.intuit.ru/studies/courses/3632/874/lecture/14297?page=5)
4. Тайлакова, А.А. Web-сервис для поиска оптимальной конструкции нежестких дорожных одежд / А.А. Тайлакова, А.Г. Пимонов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – №6. – С. 176 – 181.