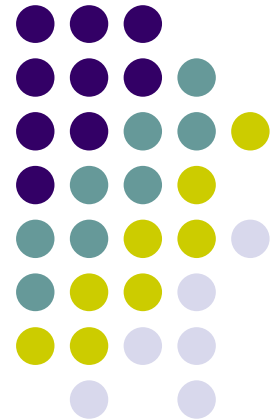


СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАДАНИЙ В СЕТЕВОЙ СРЕДЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

А. В. Киселев, П. Е. Голосов






Содержание

1. Обеспечение качества обслуживания заданий пользователей в грид на примере реализации грид – Сетевой Среды Распределенных Вычислений (ССРВ).
2. Планирование заданий и выделение ресурсов в ССРВ на основе условно-денежного исчисления и экономической модели.
3. Оценка качества обслуживания заданий пользователей в ССРВ при планировании на основе экономической модели.



Необходимые качества системы планирования заданий

- Распределенность;
- **Обеспечение качества обслуживания пользователей;**
- Возможность работы в «замкнутой» системе пользователь – поставщик вычислительных ресурсов;
- Реализация справедливой стратегии распределения ресурсов между заданиями пользователей;
- Возможность работы системы планирования во внештатных режимах (моделирование обработки потока заданий, обработка срочных заданий);
- Преимущество с существующей СУР в аспектах пользования и администрирования.




Качество обслуживания заданий пользователей

Под качеством обслуживания (QoS – quality of service) пользователей грид понимаем*:

- безопасность ресурсов и заданий в грид;
- надежность и постоянную доступность ресурсов;
- приемлемое для использования и предсказуемое время выполнения заданий.

*Foster, A. Roy, V. Sander, L. Winkler. End-to-End Quality of Service for High-End Applications. Technical Report, 1999. http://www.globus.org/alliance/publications/papers/end_to_end.pdf



Планирование заданий в грид

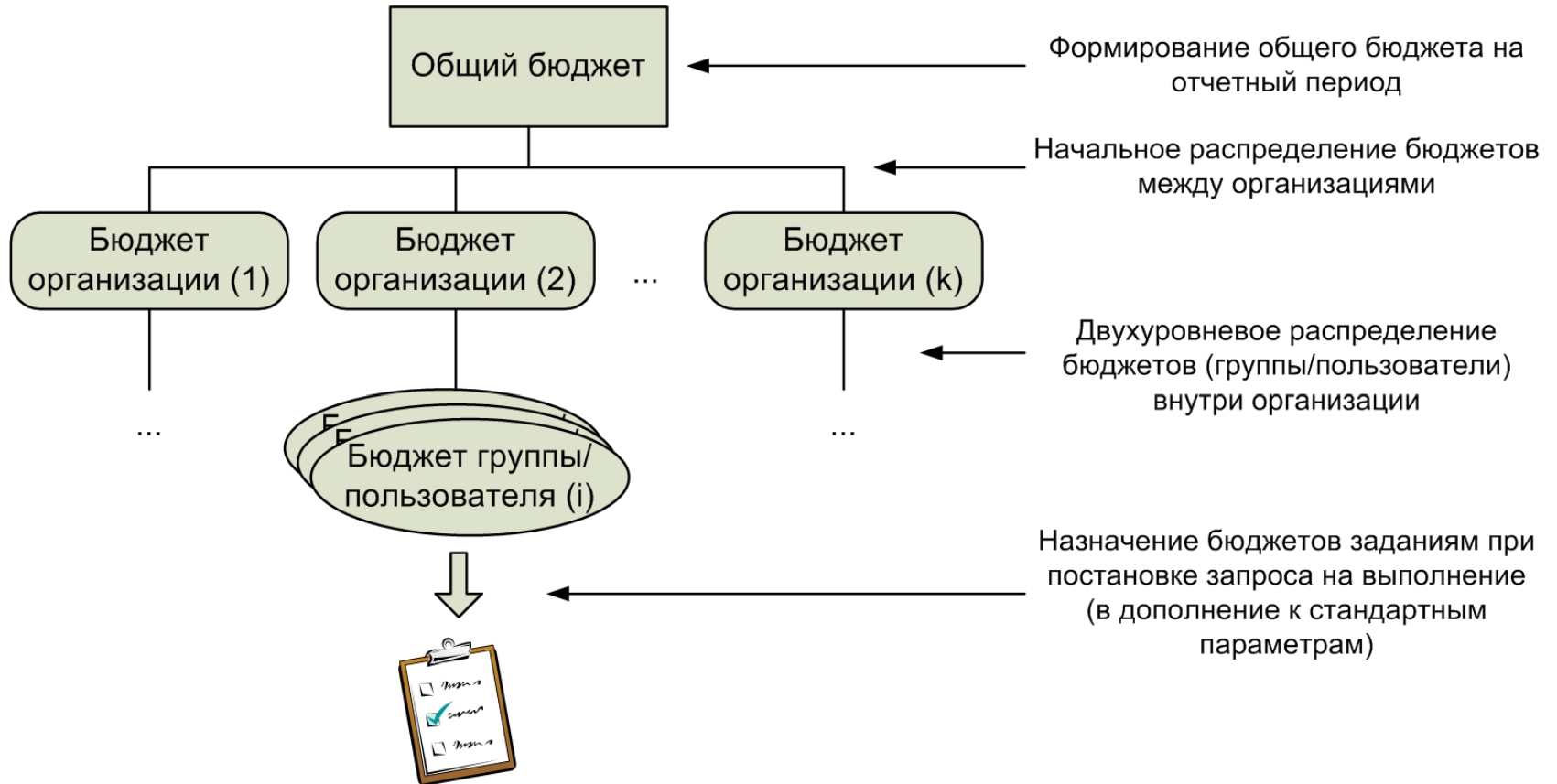
Планирование основано на учете **приоритетов заданий**:


1. Приоритет устанавливается администратором или пользователем с достаточной степенью произвольности и не всегда отражает важность срочности выполнения задания для пользователя;
2. Имеет место проблема сравнения приоритетов на разных шкалах, задаваемых для различных ВС в неоднородных грид.

Планирование на основе экономической модели:

- Возможность определения пользователем срочности выполнения задания в соответствии с собственной оценкой его важности и с учетом текущей доступности вычислительных ресурсов.

Общая схема распределения бюджетов



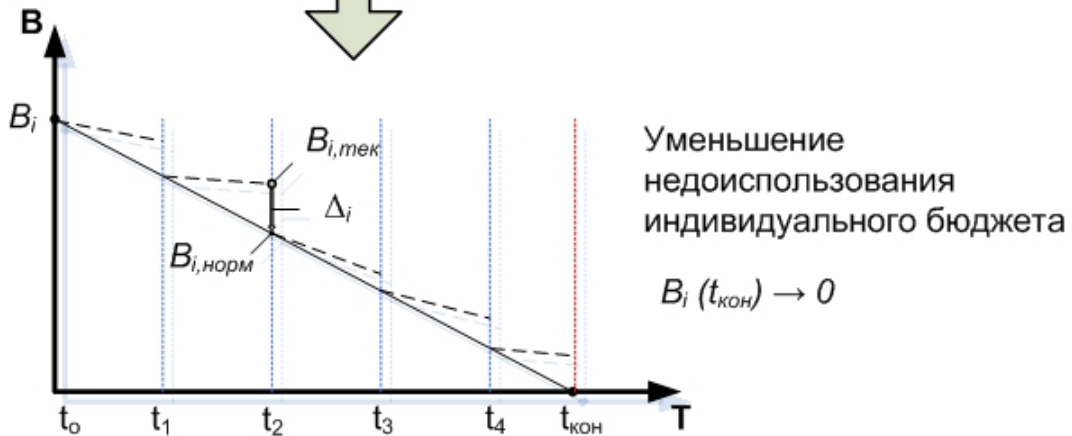
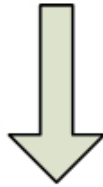
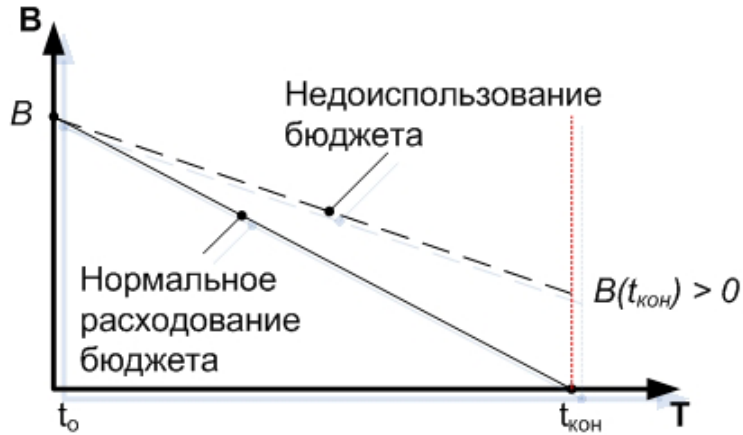


Стратегии распределения бюджетов

Рассмотрены следующие стратегии распределения бюджетов пользователей экономической системы планирования (ЭСП) в ССРВ:

- равномерное распределение общего бюджета;
- распределение общего бюджета пропорционально запросам пользователей;
- распределение бюджета, основанное на анализе хронологии использования бюджетов пользователями за предыдущий отчетный период;
- корректировка бюджетов пользователей с учетом их текущего расходования.

Корректировка состояния бюджета пользователя при неиспользовании средств

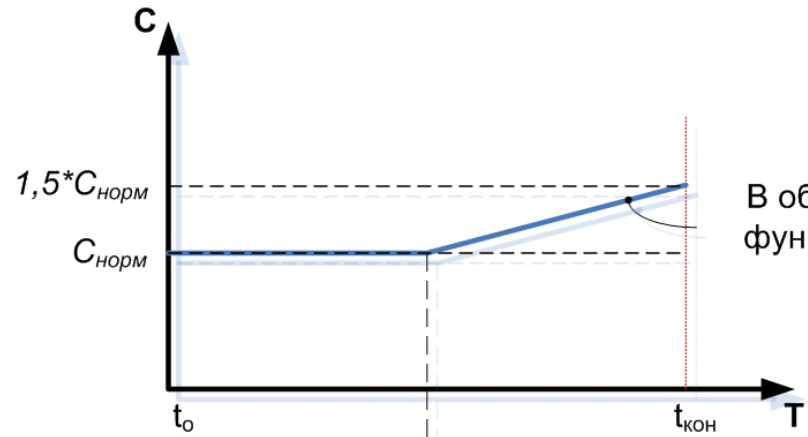


Последовательность действий при постановке задания на выполнение



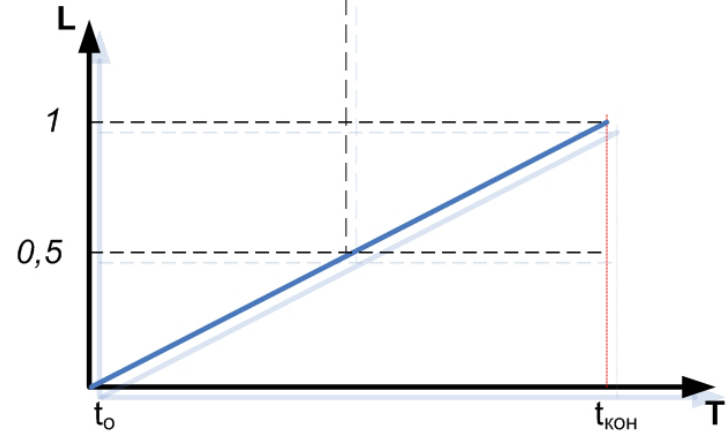
Изменение цены ресурсов при увеличении загрузки

Цена единицы ресурса ВС

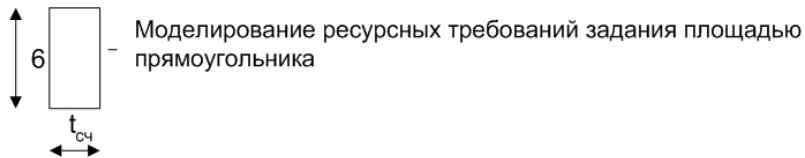
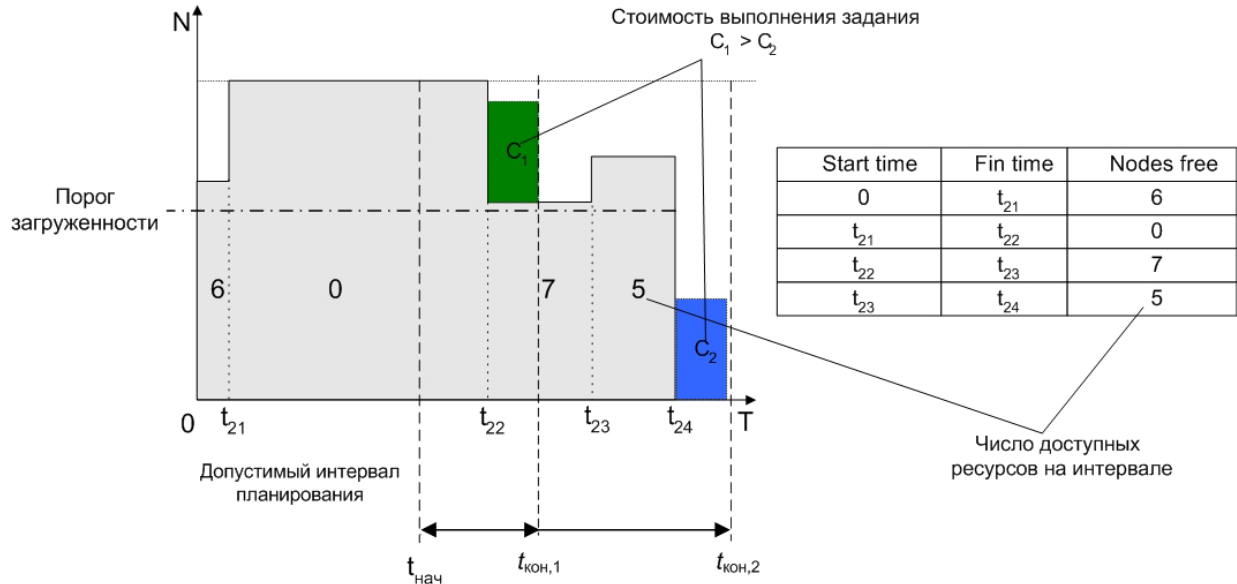


В общем случае вид функции может быть любым

Загруженность ресурсов ВС



Экономическое регулирование загрузки ВС



Моделирование ресурсных требований задания площадью прямоугольника

- Одновременное распределение заданий с эквивалентными ресурсными требованиями:
- 1-е задание: стоимость C_1 , выделенный бюджет B_1 , максимальное время окончания выполнения $t_{кон,1}$
- 2-е задание: стоимость C_2 , выделенный бюджет B_2 , максимальное время окончания выполнения $t_{кон,2}$

Выполняется: $t_{кон,1} < t_{кон,2}$, тогда $B_1 > C_1$, $B_2 > C_2$



Экспериментальная оценка эффективности ЭСП

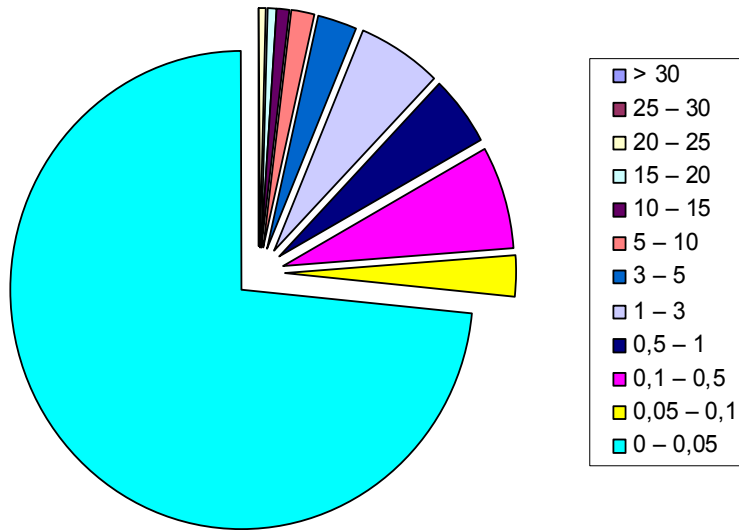
Цель эксперимента - оценка эффективности экономического планирования: сравнение показателей качества обслуживания пользователей в системах с планированием на основе приоритетной и экономической моделей.

Использованы результаты статистики системы МВС-15000 для формирования потока заданий (установка МСЦ РАН).

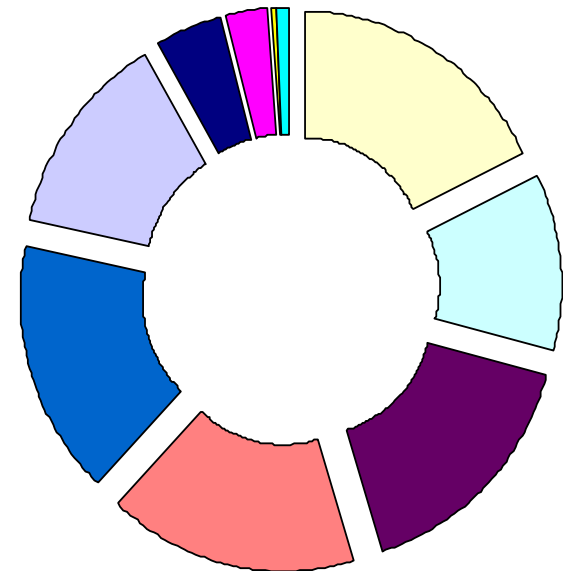
Ожидаемое время обслуживания задания задается в процентном отношении от запрашиваемого времени выполнения.

Характеристики потока заданий (1)

Распределение заданий по времени выполнения (ч)

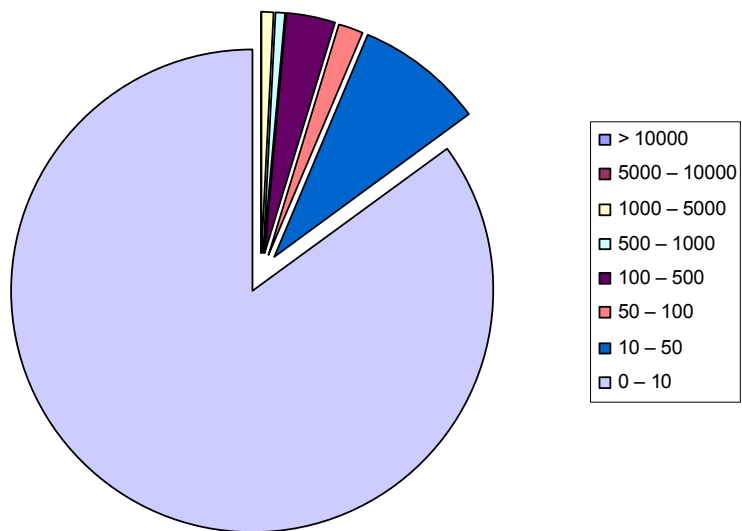


Доля от общего времени выполнения, %



Характеристики потока заданий (2)

Распределение заданий по запрашиваемым ресурсам, машино-часы



Доля от общей вычислительной работы, %

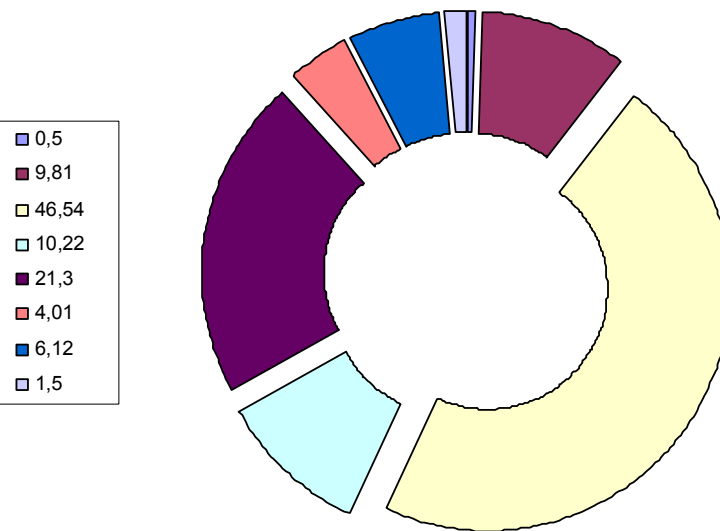
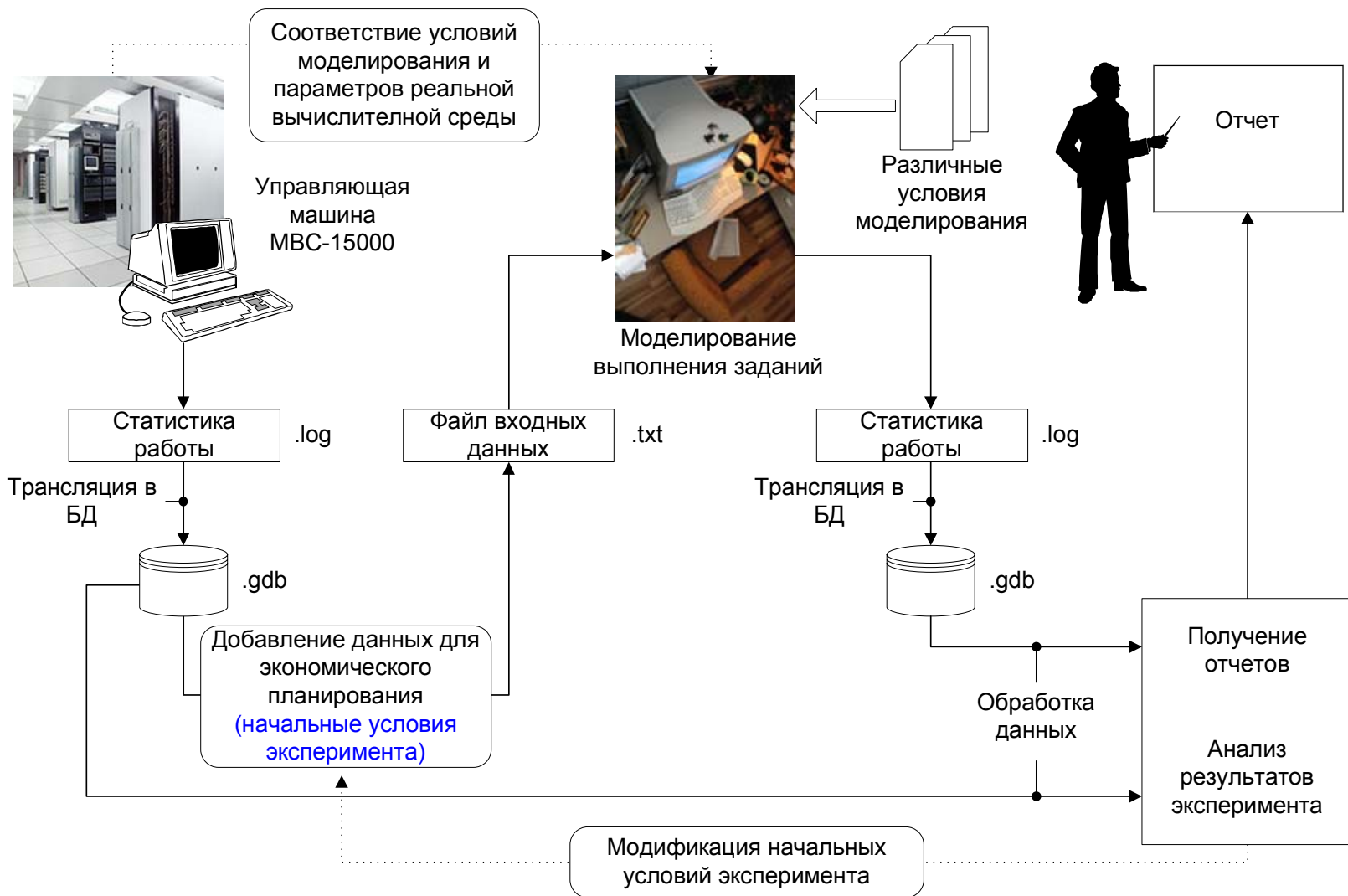


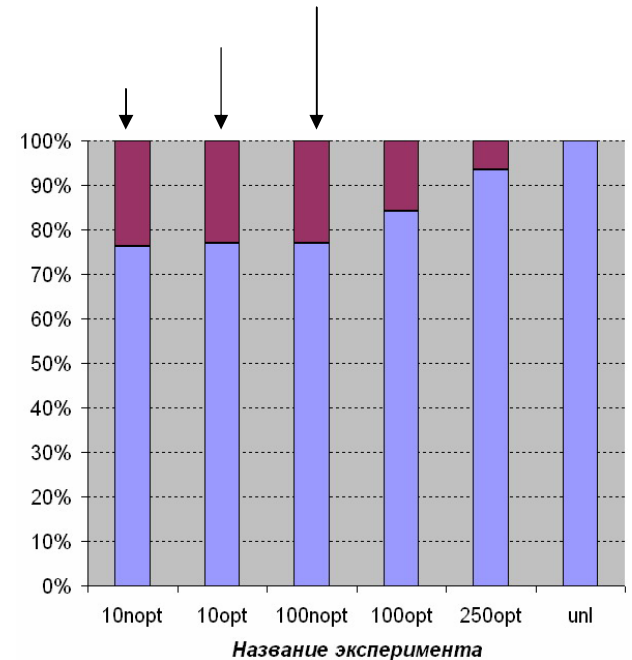
Схема эксперимента



Условия эксперимента (1)

Были проведены эксперименты для следующих начальных условий:

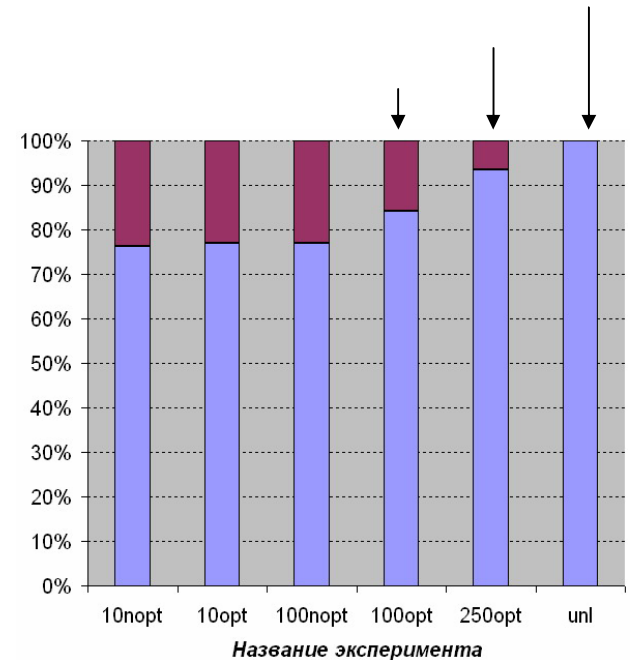
- ↓ • обозначение эксперимента – 10nopt. Время обслуживания задания составляет 110% от запрошенной длительности выполнения задания. В случае досрочного завершения задания очередь заданий не перепланируется. Бюджет неограничен;
- ↓ • обозначение эксперимента – 10opt. Время обслуживания задания составляет 110% от запрошенной длительности выполнения задания. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен;
- ↓ • обозначение эксперимента – 100nopt. Время обслуживания задания составляет 200% от запрошенной длительности выполнения задания. В случае досрочного завершения задания очередь заданий не перепланируется. Бюджет неограничен;



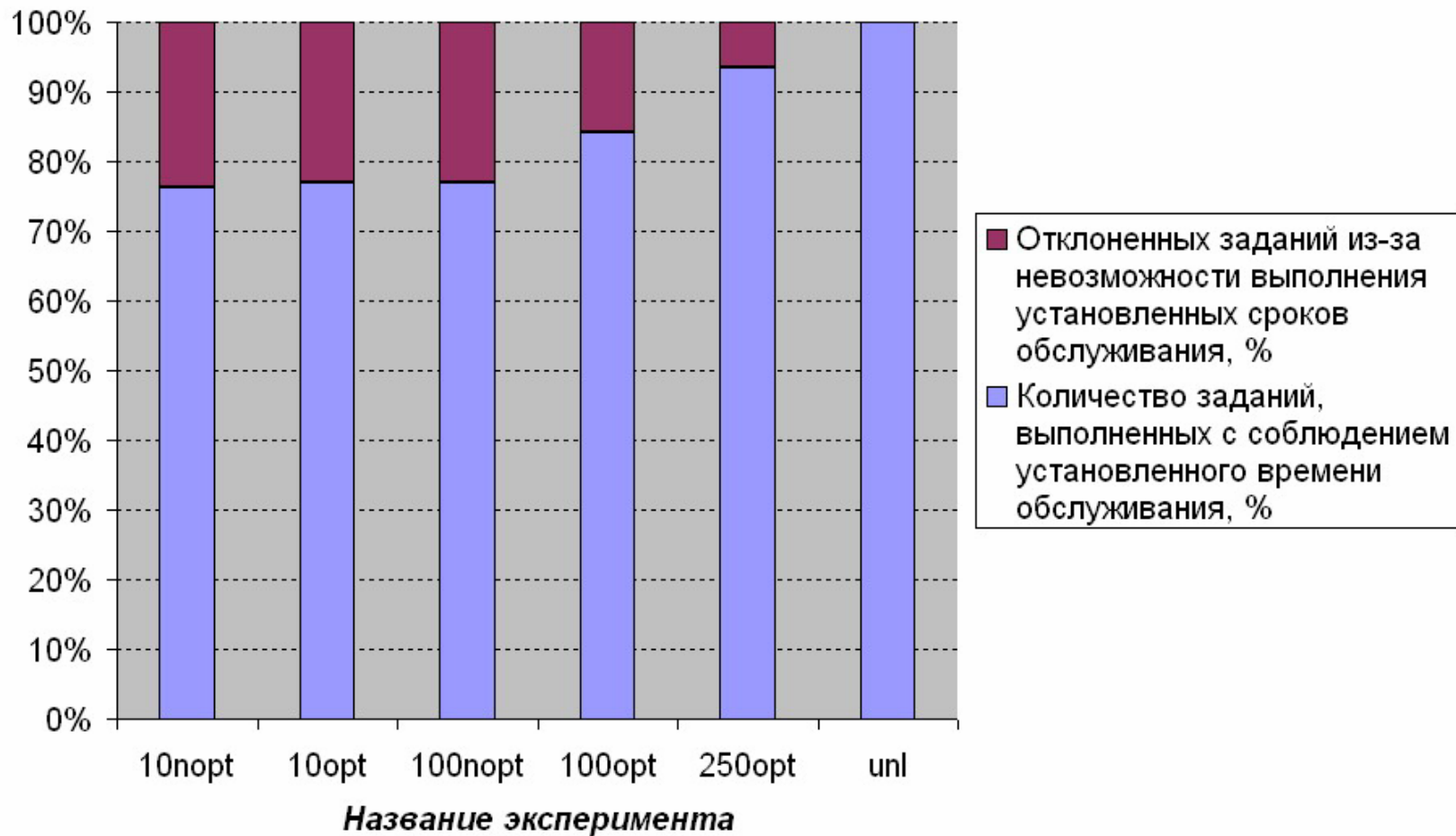
Условия эксперимента (2)


Были проведены эксперименты для следующих начальных условий:

- ↓ • обозначение эксперимента – 100opt. Время обслуживания задания составляет 200% от запрошенной длительности выполнения задания. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен;
- ↓ • обозначение эксперимента – 250opt. Время обслуживания задания составляет 350% от запрошенной длительности выполнения задания. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен;
- ↓ • обозначение эксперимента – unl. Время обслуживания задания неограниченно. Очередь заданий перепланируется после досрочного завершения задания. Бюджет неограничен.



Оценка результатов эксперимента





Эксперимент по оценке приведенного среднего времени обслуживания заданий (K_T)

Величина K_T вычисляется следующим образом:

$$K_T = \frac{\sum_{i=1}^M \frac{t_{i, \text{ож}}}{t_{i, \text{вып}}}}{M},$$

где $t_{i, \text{ож}}$ – время ожидания i -го задания в очереди,

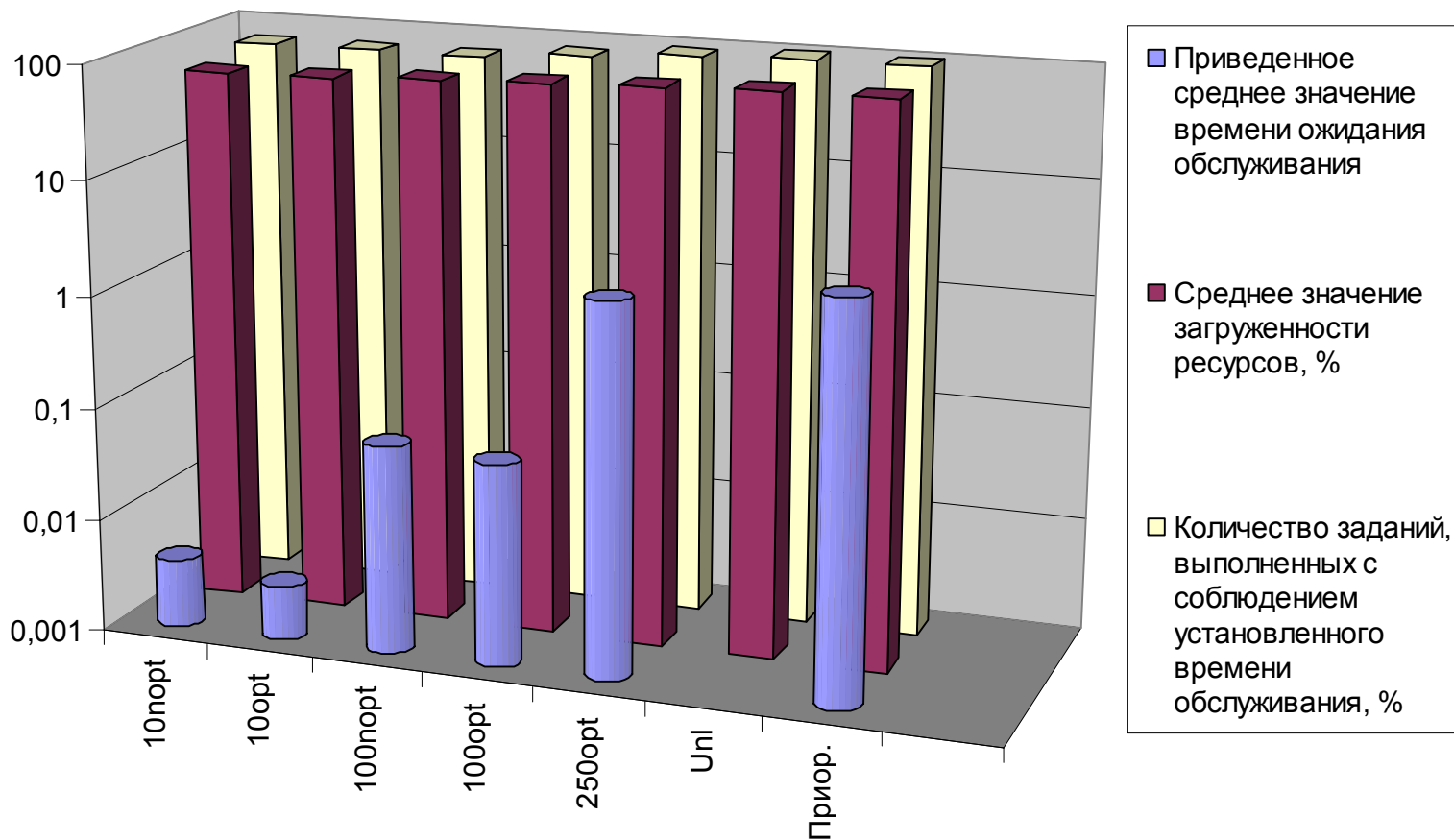
$t_{i, \text{вып}}$ – время выполнения i -го задания, M – общее количество

распределенных заданий.

Оценка результатов эксперимента (одиночная ВС)

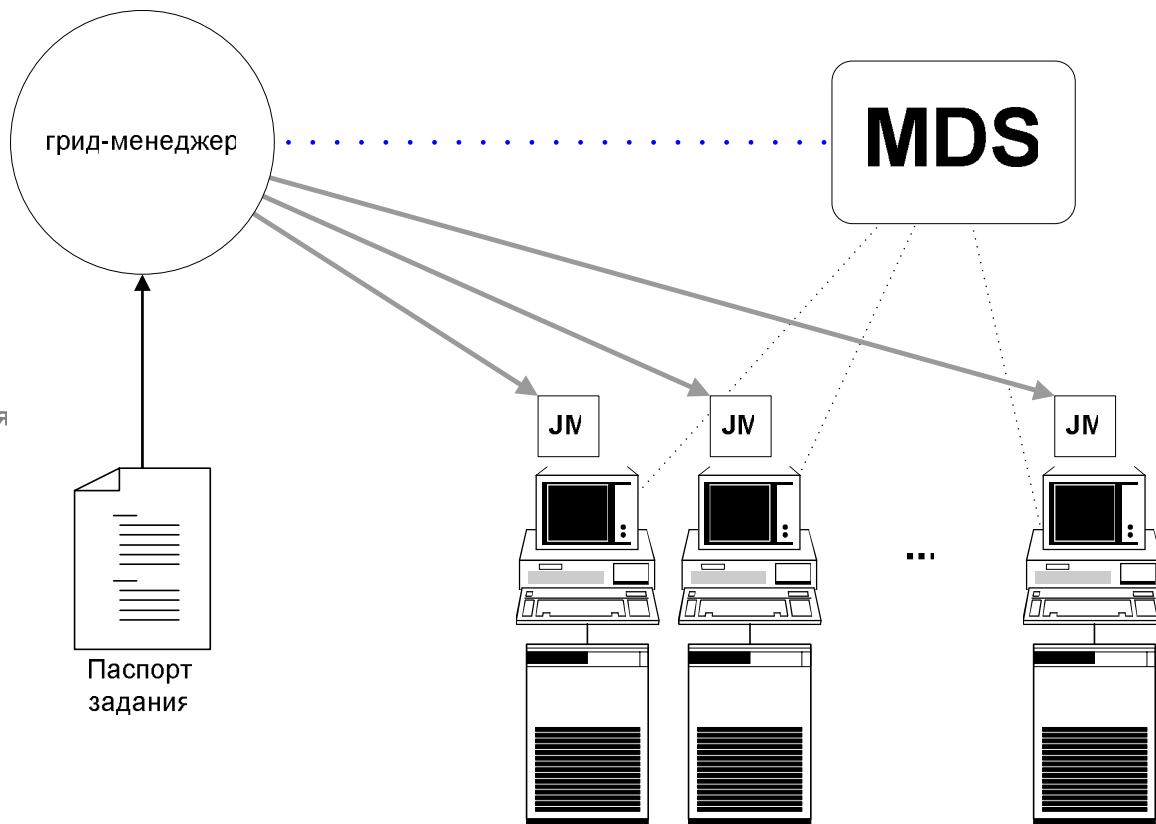
Наименование эксперимента	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания, %	Среднее значение загрузки ресурсов, %	Среднее приведенное значение времени ожидания обслуживания
10nopt	69	56	0,004
10opt	70	58	0,003
100nopt	70	64	0,069
100opt	81,3	69	0,061
250opt	93	74	1,9
Unl	100	80	-
Приоритетная схема	100	80	3,0

Оценка результатов эксперимента (одиночная ВС)



Архитектура системы планирования заданий ССРВ на основе экономической модели

- Определение перечня ВС поддерживающих ЭГ
- Определение достижимости требуемого качества обслуживания для доступных ВС
- Выбор ВС
- Запуск задания
- Завершение выполнения задания





Условия эксперимента для ССРВ

Для оценки планирования в ССРВ были объединены две (эквивалентные ранее рассмотренной) модели ВС.

Использовалась дисциплина построения очереди – минимальная стоимость выполнения заданий.

Количество заданий исходного потока увеличено вдвое путем дублирования заданий (каждое задание поступает на обработку дважды подряд).

Рассмотрен случай поступления заданий в грид-планировщик в режиме имитации выполнения.

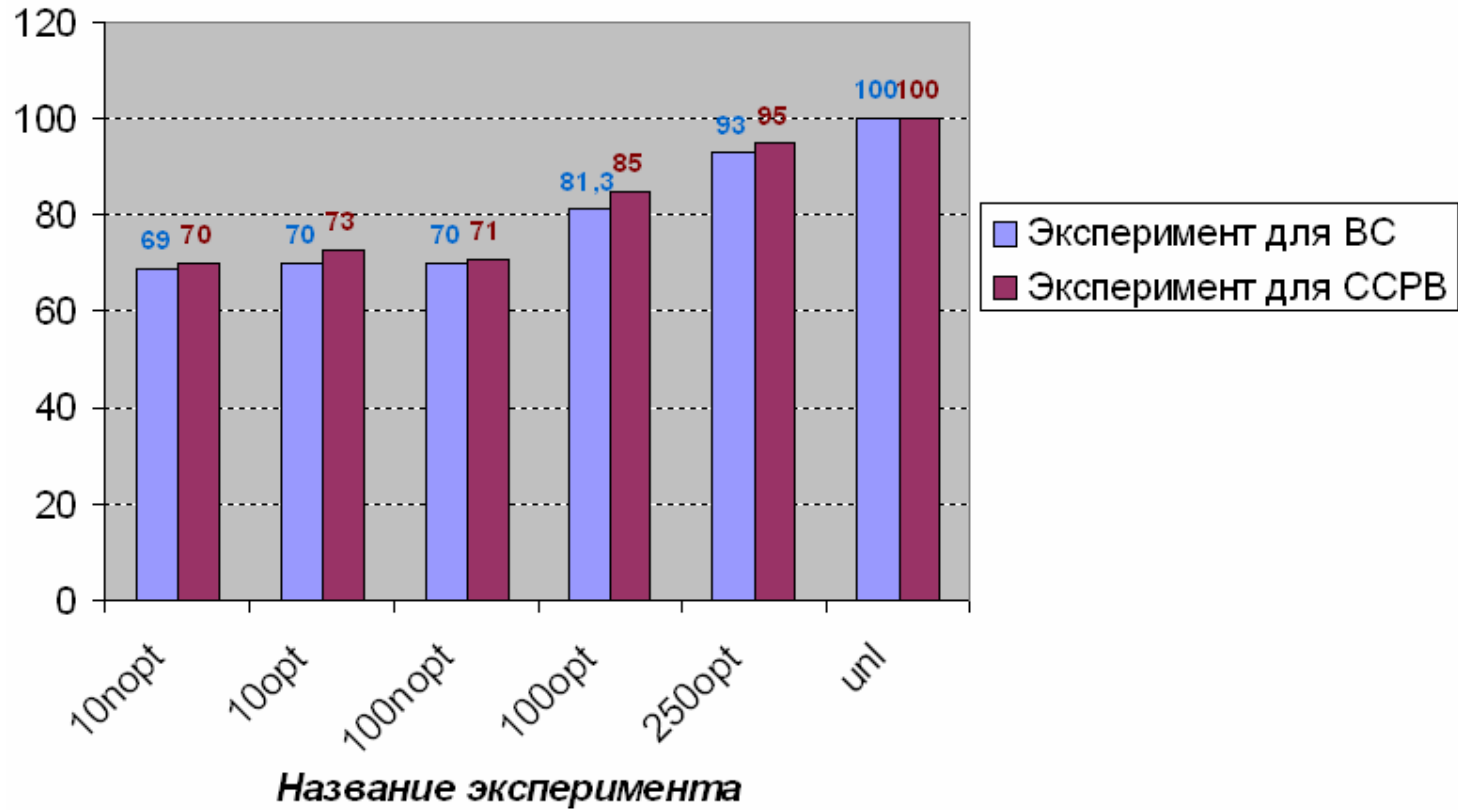


Оценка результатов эксперимента (ССРВ, 2 ВС)

Наименование эксперимента	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания (ВС), %	Количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания (ССРВ), %
10opt	69	70
10opt	70	73
100opt	70	71
100opt	81,3	85
250opt	93	95
unl	100	100
Приоритетная схема	100	-

Условия эксперимента для ССРВ

Выполнено заданий с соблюдением допустимого времени обслуживания (%)





Анализ результатов

Результаты экспериментов показывают, что перепланирование очереди заданий после завершения очередного задания позволяет увеличить количество заданий, выполненных с соблюдением установленного времени обслуживания.

Менее строгие ограничения на время обслуживания задания приводит к увеличению количества выполненных заданий, однако в этом случае снижается качество обслуживания пользователя – сроки получения результата изменяются в более широких пределах.

Динамическая балансировка вычислительной нагрузки позволила за счет перераспределения заданий между ВС ССРВ увеличить число заданий, распределенных на выполнение.



Общие выводы

Система экономического планирования показала работоспособность, масштабируемость и применимость в целях обеспечения требуемого качества обслуживания заданий пользователей ВС.

Определен подход к определению параметров системы, реализующих выполнение требований по качеству обслуживания и влияния на эффективность использования ВС, входящих в состав ССРВ.



Дальнейшие направления исследований

1. Формирование комплексного критерия качества обслуживания заданий в ВС и распределенных объединениях ВС для случая планирования заданий на основе экономической модели.
2. Переход от запрашиваемого времени к требуемому объему вычислительной работы при формировании ресурсного запроса в ССРВ (грид).
3. Формирование методики определения универсального критерия привлекательности пользования ВС, входящей в состав ССРВ (соотношения цена/производительность ресурсов).



Спасибо за внимание!