

Планирование мощности транспортного уровня подсетей Интернет

Ю. А. Богоявленский
О. Ю. Богоявленская

Петрозаводский государственный университет



Ключевые слова: планирование, транспортный уровень, модель производительности

Актуальность проблемы:

- Задачи распределенного управления трафиком одна из важнейших в сетях передачи данных.
- Диверсификация приложений: видео и аудио трафик, виртуальные организации и пр.
- Диверсификация носителей сигнала (радиосвязь, спутниковые каналы, оптоволокно и пр.)
- Продолжающийся экспоненциальный рост пользователей Интернет

Задача планирования мощности

- Наиболее распространенная практика администрирования
- Цикл «тремор производительности»
Насыщение системы -> Модификация
-> Недогруженная система ->
Насыщение

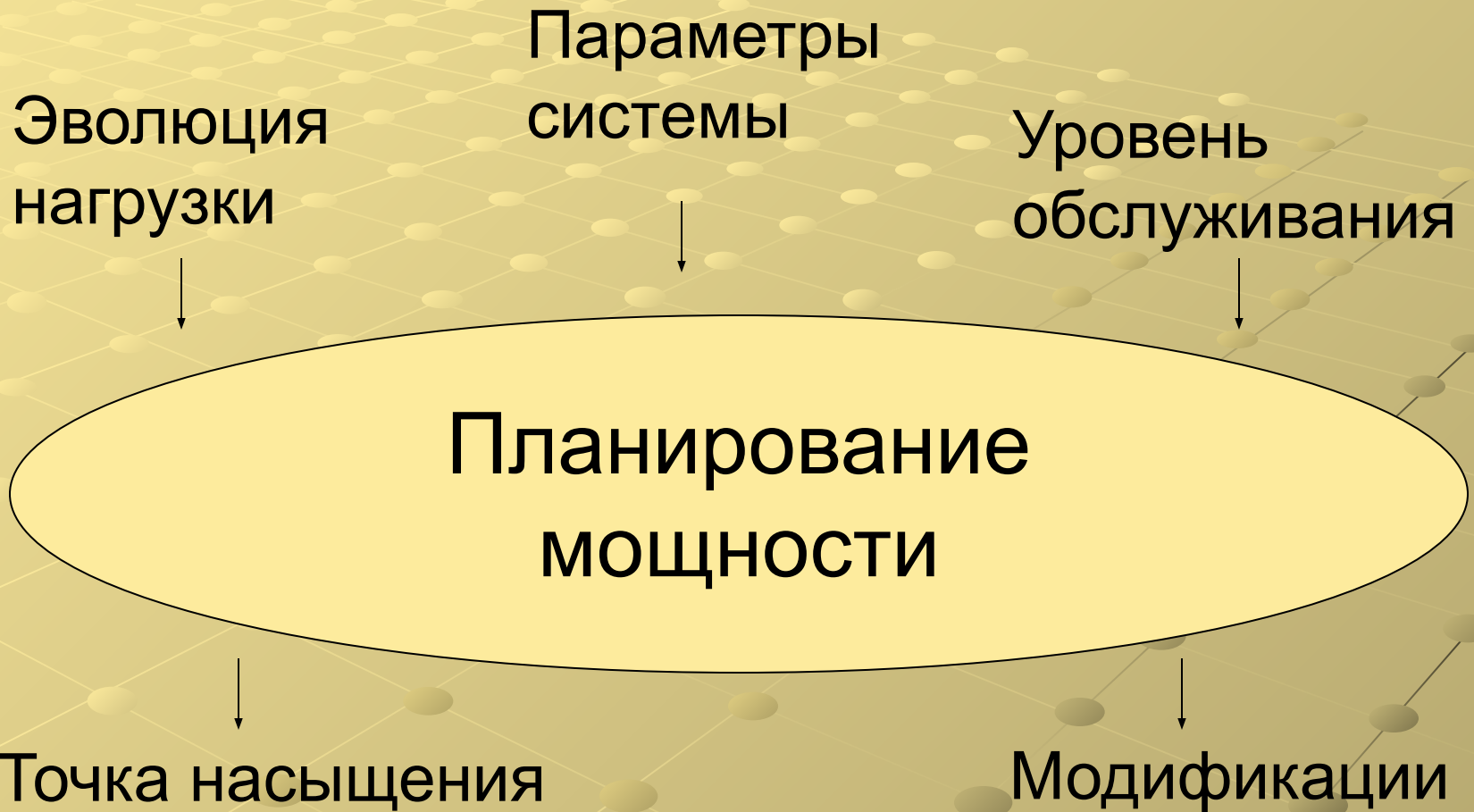
Задача планирования мощности

- Основные недостатки «традиционного администрирования»:
- незапланированные и необоснованные затраты
- неисполнение обязательств перед клиентами
- невозможность предоставления клиентам гарантий качества услуг

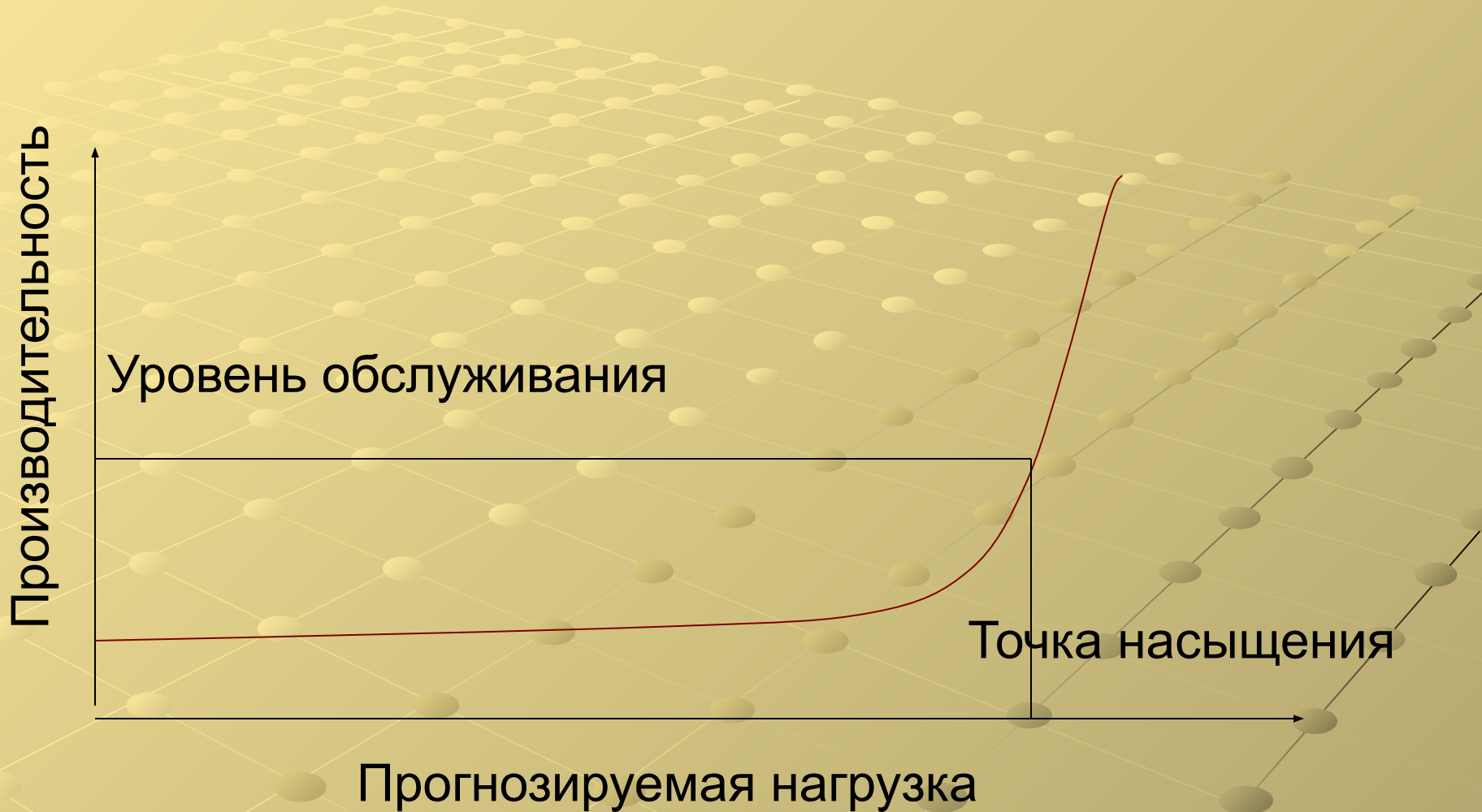
Задача планирования мощности

- Планирование мощности как альтернативная парадигма управления
- Планирование на основе обоснованного прогноза нагрузки и производительности
- Результат планирования – определение наилучших момента и способа модификации

Задача планирования мощности



Задача планирования мощности



Планирование на транспортном уровне

- Администратор явно определяет свойства нижних уровней сети
- Транспортный протокол адаптируется к сетевым условиям
- Модель производительности транспортного протокола связывает характеристики разных уровней.

Производительность ТСР

Основные предположения

- В каждом раунде потери сегментов ТСР происходят независимо с вероятностью p .
- Рост размера скользящего окна ограничен известной конечной величиной w_{\max} .
- Пропускная способность, которую может развить соединение ограничена сверху – L .
- Рассматривается только алгоритм ЛРСУ.
- Двойная длина пути (ДДП - RTT) является случайной величиной, которая может зависеть от размера скользящего окна. Ее функция распределения известна.

Производительность ТСР

Основные результаты

- Построена математическая модель алгоритма AIMD
- В явной аналитической форме получено распределение характеристики пропускной способности алгоритма.
- Построен точный численный алгоритм линейной сложности для расчета распределения скользящего окна AIMD.

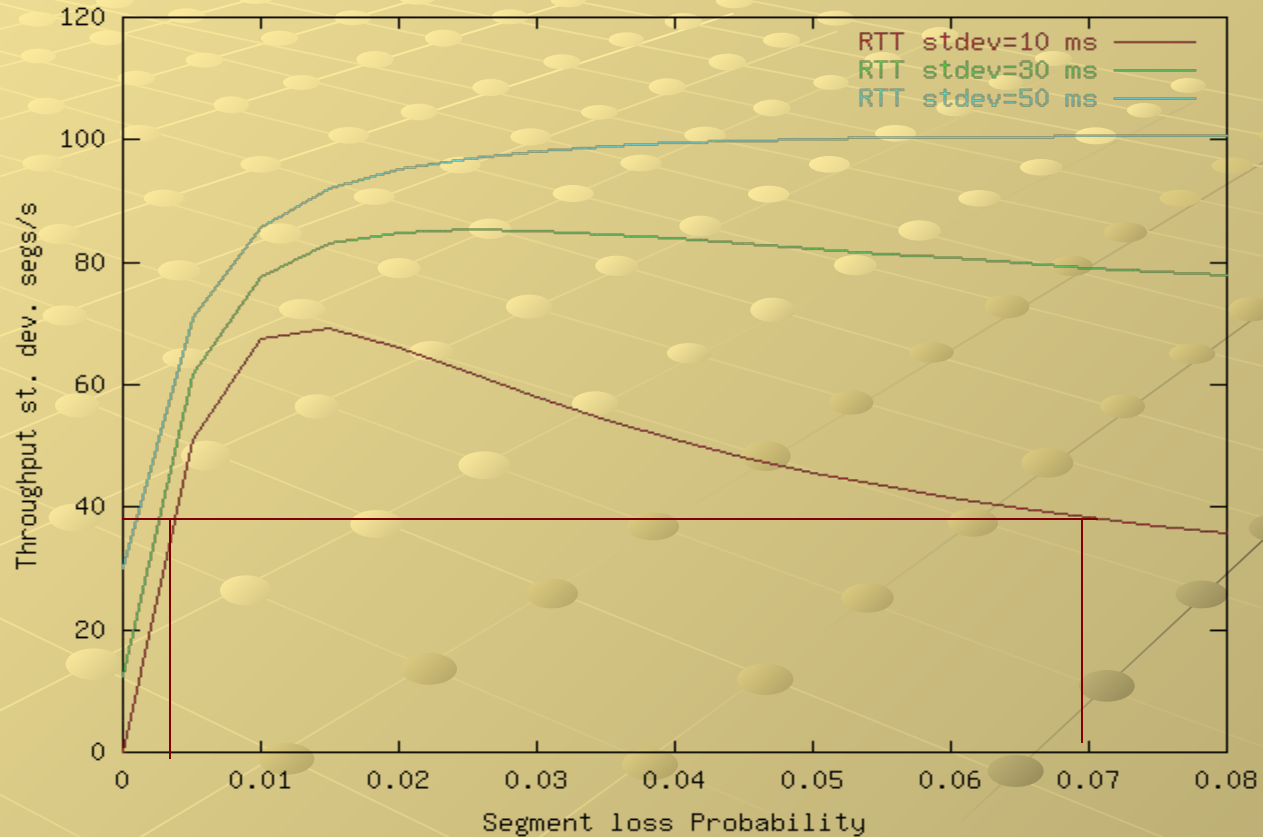
Планирование на транспортном уровне

- **Управляемые параметры:** вероятность потери сегмента, максимальная интенсивность потока (r_{win} , ширина полосы).
- **Наблюдаемые параметры:** характеристики ДДП (RTT)
- **Уровни обслуживания:** характеристики пропускной способности TSP, т. е. математическое ожидание, дисперсия, квантили, границы и пр.

Планирование на транспортном уровне

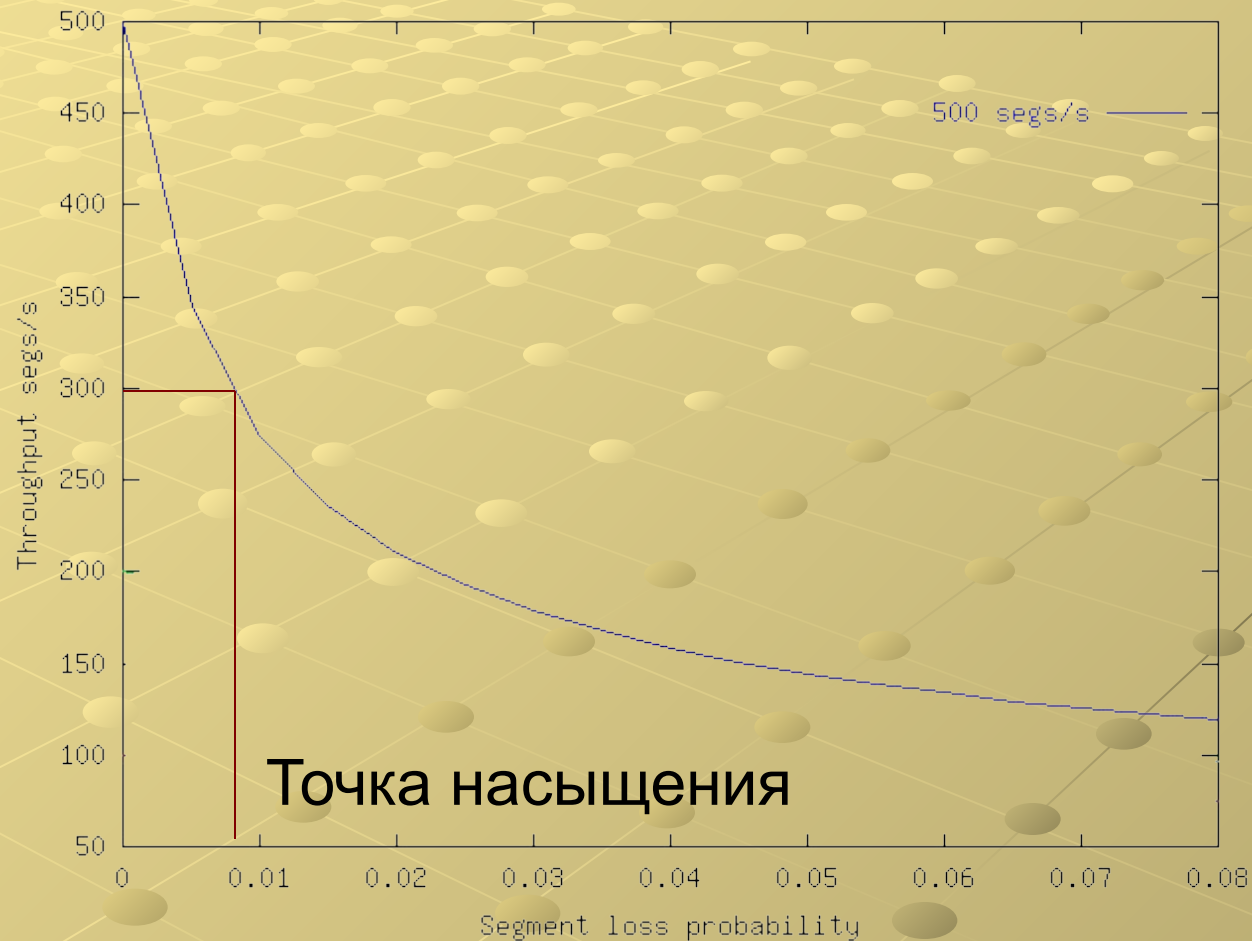
- Расчет метрик пропускной способности, оценивание которых затруднительно (дисперсия, квантили).
- Прогнозирование соответствия подсети Интернет гарантированному уровню обслуживания. Предсказание точки насыщения.
- Прогнозирование основано на прогнозе роста нагрузки.

Планирование дисперсии пропускной способности ТСР



Мощность канала 300 сег/с, $W_{\max}=50$ сег.

Планирование мат. ожидания пропускной способности ТСР



$W_{\max}=70$ сег

«Обратная» задача планирования

- Определение параметров нижних уровней сети необходимых для достижения требуемых характеристик ее транспортного уровня.
- Пример: каким должно быть значение g_{win} для того, чтобы при заданных вероятности потерь и ДДП дисперсия пропускной способности соединений ТСР не превышала 30 сег/сек?

«Обратная» задача планирования

Определение уровней обслуживания

Определение фиксируемых параметров

Решение уравнений обратной задачи

Модель AIMD

Рекомендуемые значения параметров.
Гарантии качества услуги.

«Обратная» задача планирования

Искомый параметр r_{win} –
max размер окна TCP

Дисперсия. Метрика max.
 $D \leq 30$ сег/сек

Вероятность потерь и ДДП
 $p=0.5\%$, $R=60$ ms

Значения
 $f(p, R, r_{win})$

Решаем уравнение
 $\max D - f(p, R, r_{win}) = 0$

Численный метод
решения

Модель AIMD

Рекомендуемое значение r_{win} .
Гарантия качества услуги.

Вопросы безопасности

- TCP - дружественные потоки. ICIRI, TBIT, 2001 г. (S. Floyd)
- Основные угрозы недружественных потоков:
 - захват ресурсов сети (каналов, маршрутизаторов)
 - деградация функции congestion avoidance
- Идентификация источников TCP – недружественных потоков, защита от них администрируемой сети.
- Проверка метрик TCP соединений на «дружественность»

Вопросы безопасности

- Общая схема проверки

Наблюдаемая вероятность
потери сегмента p

Мод
ел
ь
AI

Расчетное мат. ожидание
пропускной способности $T=f(p)$

Наблюдаемое мат. ожидание
пропускной способности T_E

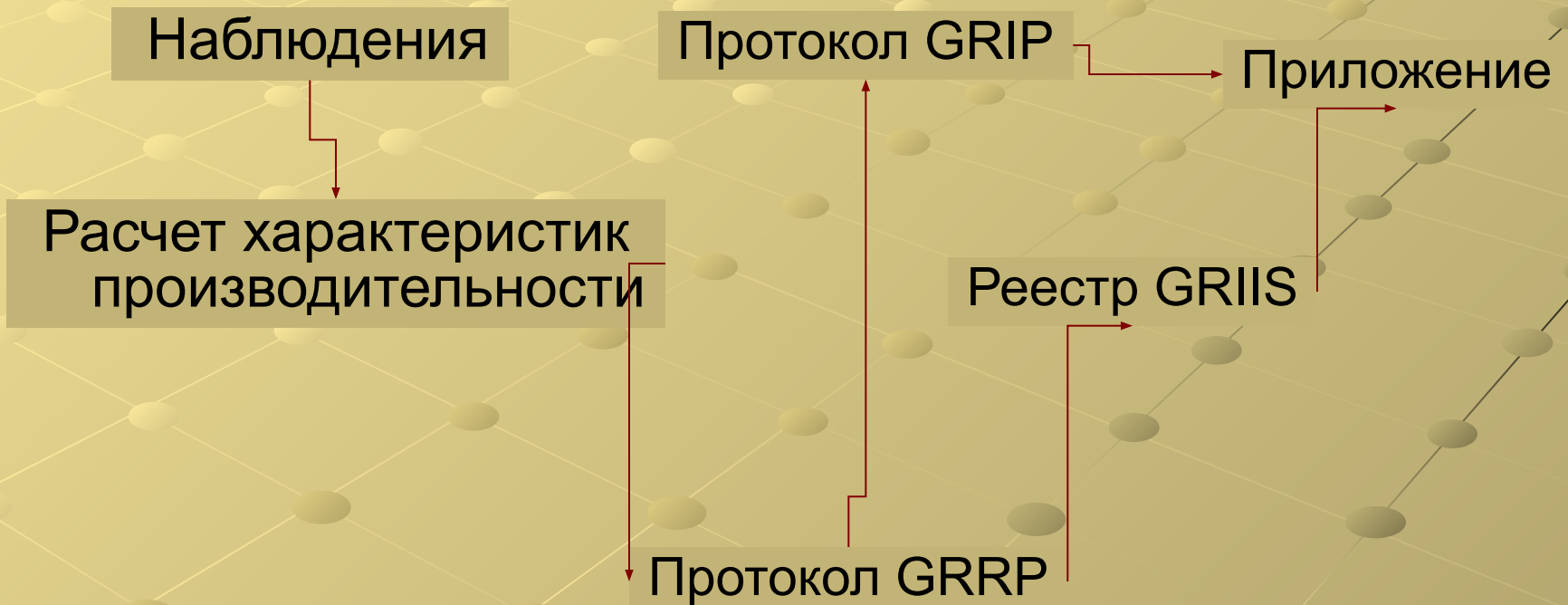
Проверка гипотезы
 $T_E \leq T$

Распределенное планирование

- Мониторинг возможных гарантий производительности транспортного уровня
- Предоставление пользователям и приложениями обновляемых сведений о состояниях производительности сетевых маршрутов
- Результат – более справедливое распределение потоков данных

Распределенное планирование

- Пример: распределенная вычислительная сеть GRID



Заключение

- Использование концепции планирования мощности для управления производительностью транспортного уровня подсети Интернет
- Управление основано на модели AIMD
- Применение методов анализа производительности для обеспечения безопасности транспортного уровня
- Распределенное планирование