

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕТЕВОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А.Н. Киров

В инструментарии дистанционного образования (ДО) одним из наиболее перспективных подходов становится обучение, построенное по онлайн-технологии, позволяющей на основе сервисов видеоконференцсвязи реализовать в Интернете сетевое переложение очной методики. Рассмотрены пути повышения эффективности динамики функционирования подобных систем в связи с организацией дистанционных курсов и имеющейся ресурсоемкостью каналов.

Активно протекающие в настоящее время процессы информатизации общества не могли не отразиться на развитии современных образовательных систем.

Расширяющееся использование Интернета в качестве широкоэвещательной сети превратило ее в экономичную среду передачи различных видов информации, в том числе и образовательной. Современную глобальную сеть характеризует уже не только быстрое распространение web-технологий, но и увеличение разнообразия видов передаваемого трафика в пользу мультимедийных данных, в частности, широко используемых при проведении онлайн-сетевое дистанционного образования (далее – ДО-процесс) [4].

Внедрение современных информационных технологий в учебный процесс во многом способствовало тому, чтобы сделать образование максимально доступным, открытым и востребованным более широкими слоями общества, позволяя рассматривать ДО как прототип научно и методически обоснованной системы массового и непрерывного образования.

Вместе с тем, расширение состава форм передаваемой в ходе ДО информации требует серьезного анализа производительности вузовских, а в перспективе – межвузовских распределенных систем образовательного типа (РСОТ). Также необходима разработка специальных средств определения путей повышения эффективности РСОТ, концепций и моделей оценки эффективности (результативности) их функционирования, согласованности их организационно-технических ресурсов с методическими задачами.

Целью данной статьи является определение моделей, методов и программно-алгоритмических средств автоматизации формирования и исследования динамической организации проведения учебных работ при проектировании ДО-процесса и реализующей его РСОТ.

Не ограничивая общности, можно считать, что подлежащий трансляции ДО-процесс структурно состоит из набора учебных курсов, каждому из которых поставлена в соответствие некоторая цепочка работ с определенными ресурсопотребностями, порожденными необходимостью передачи либо приоритетного (непрерываемого) трафика, либо эластичного (прерываемого) трафика (выражающими необходимую скорость передачи).

Исполнение работ происходит по сеансам единичной продолжительности и сопряжено с загрузкой одного или нескольких каналов, характеризующихся определенной ресурсопотребностью. Будем также считать, что исполнение всех непрерываемых работ, связанное с онлайн-проведением занятий, происходит за один сеанс (т. е. их ресурсопотребность ниже ресурсоемкости любого из каналов), а значение ресурсопотребности прерываемых работ определяется интенсивностью их исполнения за сеанс.

Проведенные исследования [2] показали исключительную алгоритмическую сложность, присущую этой задаче, ограничивающую отыскание ее эффективного решения классом приближенных рациональных списковых методов [3, 6]. В частности, для упорядочения исполнения учебных работ использовались следующие правила:

- 1) большие (по ресурсопотребности) работы – вперед;
- 2) вперед работы с большим (по ресурсопотребности в рамках курса) продолжением;
- 3) большие (по ресурсопотребности) непрерывные работы – вперед.

В данном случае усложняющим решение фактором выступает то, что, с одной стороны, если речь идет не об оптимальном построении динамической организации исполнения учебных работ, то эффективность решения должна постоянно оцениваться. Ясно также, что сложность задачи единственно подходящим для этой цели инструментом делает аппарат имитационного моделирования.

С другой стороны, для формирования рекомендаций по организации ДО-процесса и реализующей его РСОТ необходимо проведение целой серии имитационных экспериментов на основе данных, выражающих регулярное изменение одного или нескольких заданных параметров задачи, с последующим сопоставлением результатов.

При таком групповом моделировании отпадает необходимость в содержательном описании курсов, дисциплин и занятий, с которыми затем связывают способы передачи знаний, характеризующиеся определенным трафиком. Не требуется создание и поддержка достаточно сложной интерактивной пользовательской среды. Но результаты моделирования должны иметь эффективное визуальное отражение.

Перечисленные факторы, характеризующие разработку средств проектирования динамической организации ДО, позволяют, опираясь на методологию системного подхода, формировать **программное обеспечение имитационного эксперимента** в среде любой СУБД, обладающей достаточно богатыми языково-изобразительными средствами (средствами визуального программирования, мастерами-построителями и средой программирования). Например, на рис. 1 представлена разработанная в среде MS Access стартовая форма программной системы постановки имитационного эксперимента [1, 4].

Для определения режима проведения загрузки сетевых ресурсов РСОТ предлагаются следующие режимы:

- синхронная загрузка;
- ограниченно асинхронная загрузка;
- синхронная мультиконтейнерная загрузка.

Рис 1. Форма определения множественного имитационного эксперимента

При подготовке имитационного эксперимента цепочки курсов, состоящие из учебных работ, формируются на заданную длину из непрерываемых работ с ресурсопотребностью в 300 Кбит/с и прерываемых работ с ресурсопотребностью, также определяемой в единицах производительности (Кбит/с) на весь сеанс, выбираемой случайным образом относительно заданной базовой величины. Случайно формируемая часть прерываемой работы может составлять от 10 до 100 % от базовой величины.

Назначение типа работы в цепочках курсов происходит полностью либо частично случайно, например, путем попеременного чередования типов работ, где тип первой работы в каждом курсе (цепочке) определяется случайно с заданной вероятностью.

Формирование временной организации ДО-процесса осуществляется в такой последовательности:

1. Работы, содержащиеся во входном файле, включают в список согласно выбранной стратегии.

2. Назначают очередной сеанс (ресурсоемкости всех каналов – свободны).

3. Производят загрузку сеанса, при которой:

а) устанавливают текущую свободную ресурсоемкость как максимальную среди свободных ресурсоемкостей каналов;

б) из списка выбирают очередной вариант доступной работы, ресурсопотребность которой не превышает текущую свободную ресурсоемкость канала, или вариант прерываемой работы с большей ресурсопотребностью, чем имеющаяся свободная ресурсоемкость;

в) в выходной файл производят запись выбранной работы (или части прерываемой работы), а во входном файле соответствующей работе присваивают пометку о том, что она «выбрана» (если она загружена целиком), или корректируют (уменьшают) ее ресурсопотребность на величину загруженной ресурсопотребности.

4. Загрузку сеанса (шаг 3) повторяют до тех пор, пока текущая свободная ресурсоемкость не исчерпана (шаг 3а) и имеются «не выбранные варианты» (шаг 3б).

5. При асинхронном режиме из входного файла удаляют «выбранные варианты».

6. Назначают сеансы (шаг 2) до тех пор, пока доступные работы не исчерпаны.

7. При синхронном режиме из входного файла удаляют «выбранные варианты».

Работоспособность созданного программного обеспечения исследовалась при проведении имитационного эксперимента, направленного на определение особенностей применения предложенных рациональных стратегий при различных составах учебных работ и разной ресурсоемкости каналов РСОТ. Например, на рис. 2 для совокупности из 7 курсов по 9 работ приведены результаты применения правил «Большие (по ресурсопотребности) работы – вперед» и «Вперед работы с большим (по ресурсопотребности в рамках курса) продолжением» для двух значений ресурсопотребности (512 и 768) при базовом значении ресурсопотребности прерываемых работ в 100 ед.

Созданные варианты динамической организации демонстрируют изменение качества решений при разных исходных данных (рис. 2, а–г):

– меньшую продолжительность полного времени завершения при большей ресурсоемкости канала;

– более высокую эффективность загрузки при большей доле прерываемых работ;

– меньшую эффективность правила «Бóльшие работы – вперед» по сравнению с правилом «Вперед работы с более весомым продолжением курса» во всех рассмотренных ситуациях.

Вместе с тем, представленные частные случаи недостаточны для формирования обобщающих выводов о зависимости характеристик решения от изменения тех или иных параметров. Для этого необходимо провести множественный эксперимент с регулярным изменением характеристик. С этой целью исследуем по показателям полного времени завершения и суммарных простоев эффективность предложенных правил рациональной загрузки при изменении ресурсоемкости канала (или системы одинаковых по ресурсоемкости каналов) в диапа-

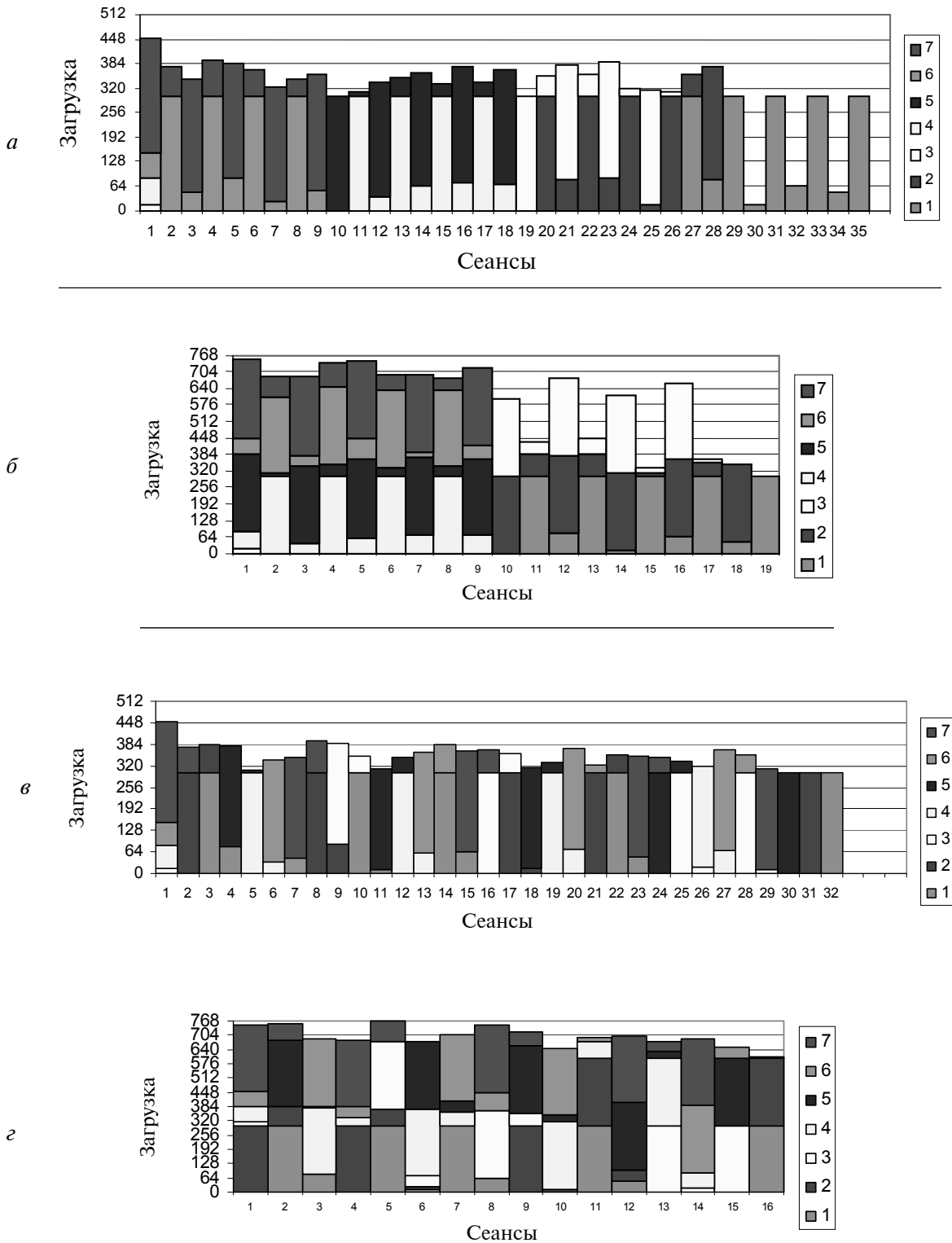


Рис. 2. Организация загрузки каналов при базовом значении ресурсопотребности прерываемых работ в 100 ед.:

а – загрузка канала 512, построенная по правилу «Бóльшие работы – вперед»; *б* – загрузка канала 768, построенная по правилу «Бóльшие работы – вперед»; *в* – загрузка канала 512, построенная по правилу «Вперед работы с более весомым продолжением»; *г* – загрузка канала 768, построенная по правилу «Вперед работы с более весомым продолжением»

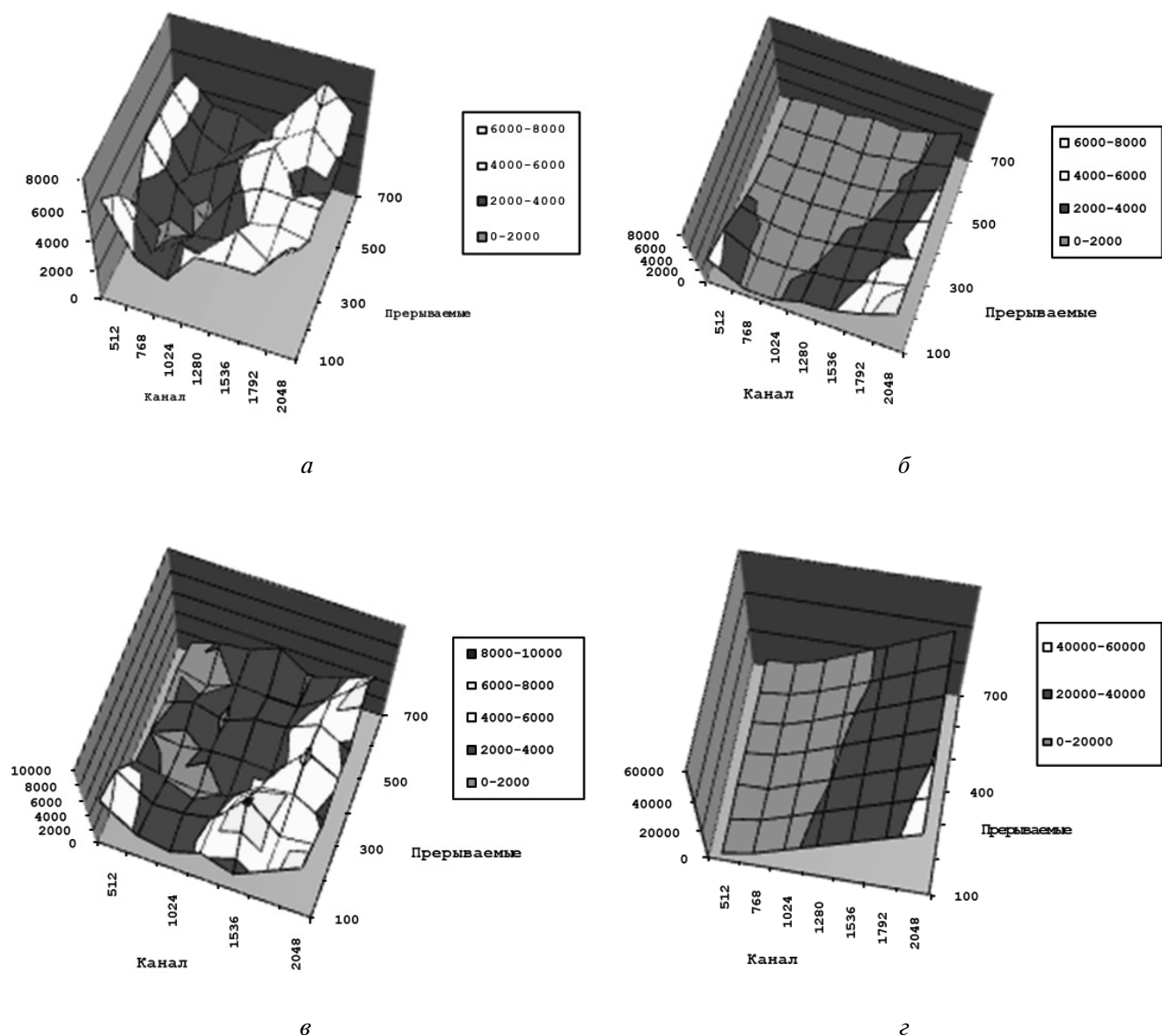


Рис. 3. Диаграммы, характеризующие объем простоев (7 курсов) при разных правилах загрузки:
а – первое правило; *б* – второе правило; *в* – третье правило; *г* – на трехканальном мульти-контейнере (второе правило)

зоне от 512 до 2048 с шагом 256 при вариации базовых значений прерываемых работ от 100 до 900 с шагом 100. То есть в ходе каждого множественного эксперимента рассматривается 49 вариантов организации с различной производительностью каналов и ресурсопотребностью прерываемых работ.

В связи с этим отметим следующее:

1. В постановке имитационного эксперимента размерность ресурсоемкости каналов и ресурсопотребности работ не играет существенной роли, а важна сопоставимость соответствующих величин. Например, при проведении экспериментов ресурсоемкость каналов и ресурсопотребность будут измеряться в одинаковых единицах скорости передачи (Кбит/с), обеспечиваемой каналом и гарантирующей исполнение работы в продолжении сеанса. То есть предполагается, что прерываемые работы, также как и непрерываемые, исполняются в течение любого сеанса с постоянной скоростью, но в отличие от последних могут часть своей

ресурсопотребности реализовать в ходе последующих сеансов или на другом параллельно функционирующем канале.

2. Результаты проведения эксперимента усредняются по множеству реализаций подготовки исходных данных (случайных в части ресурсопотребности прерываемых работ, равновероятно генерируемых в модели в пределах от 0 до заданного базового значения). При этом предполагается, что источником возникновения прерываемых работ становится взаимодействие преподавателя с обучаемыми – случайное по объему, но пропорциональное числу обучаемых.

Например, на рис. 3 представлены результаты эксперимента, состоящего в исследовании зависимости показателя «Суммарные объемы непроизводительного простоя» реализации ДО-процесса в зависимости от количества учебных курсов. Формирование динамической организации осуществляется для ДО-процессов, состоящих из 7, 9 и 11 курсов, в каждом из которых по 9 учебных работ. Организация формируется различными способами, для разной конфигурации технических средств и разного уровня прерываемых работ.

Результаты эксперимента показывают, что при одинаковых объемах трафика суммарные простои, связанные с проведением ДО, существенно зависят от конкретных значений ресурсоемкости используемых каналов. Так, при любом способе упорядочения работ наименьшие суммарные простои возникали в зоне «хорошей укладываемости работ», которая для множественного эксперимента соответствовала ресурсоемкости канала в диапазоне значений 768–1024 Кбит/с. Указанный эффект, по-видимому, связан с тем, что достаточным условием для оптимальности расписания мультипроцессора [5] является фундаментальное свойство кратности ресурсопотребностей работ ресурсоемкости канала. Проще говоря, на канале в 1024 Кбит/с «хорошо укладываются» три непрерываемые работы, ресурсопотребность которых во всех экспериментах берется на уровне 300 Кбит/с. Особо четко связанный с эффектом «укладываемости» фактор проявляется при малой рабочей нагрузке (7 курсов) и первом и третьем правилах упорядочения (рис. 3, а и в). В ходе применения наиболее эффективного по рассматриваемому показателю второго правила, кроме действия указанного фактора, более весомо сказывается фактор ресурсопотребности прерываемых работ, у которых чем больше базовое значение (от которого случайным образом выбирается фактическая ресурсопотребность), тем меньше суммарные простои. Действие этого фактора проявляется при третьем правиле, но с малой ресурсоемкостью канала.

По мере увеличения нагрузки действие всех факторов и различия методов сокращаются, а при многоканальной загрузке вообще исчезают. В частности, для трехканальной системы, чем больше ресурсоемкость каналов и чем меньше ресурсопотребность прерываемых работ, тем больше суммарные простои (рис. 3, г).

Представленные результаты, характеризующие работоспособность программных средств, позволяют сделать вывод о том, что построение программной системы постановки множественного эксперимента имитации загрузки информационного трафика (сопутствующего исполнению ДО-процесса), даёт возможность при проектировании ДО и реализующей его РСОТ априори определить эффективность решений, построенных с помощью приближенных методов.

Список литературы

1. **Грофф Дж.Р., Пол Н. и др.** SQL. Полное руководство. Киев: ВНУ, 1999.
2. **Киров А.Н., Мелихов В.О.** Исследование подходов к проблеме оптимизации загрузки канала. Тр. 61-й научной сессии, посвященной Дню радио. РНТО РЭС им. А.С. Попова, М.: Информсвязь-издат, 2006.
3. **Теория расписаний и вычислительные машины** / Под ред. Э.Г. Коффмана. Пер. с англ. М., 1984.
4. **Харитонов И.А., Михеева В.Д.** Разработка приложений Microsoft Access 2000. СПб.: ВНУ, 2000.
5. **Дегтярев Ю.И.** Исследование операций: Учеб. для вузов по спец. АСУ. М.: Высш. шк., 1986.
6. **Моисеева М.В.** Основные технологии дистанционного обучения: Тезисы лекций. ГОУ «Институт развития дополнительного профессионального образования». М., 2003.