

Расчет цен на программное обеспечение для сетей грид

И. Д. Котляров

В данной статье рассмотрены экономические аспекты функционирования эмуляционных сетей грид. Предложены модели расчета цен на услуги сетей грид для пользователей, а также на программное обеспечение, используемое в сетях грид.

1. Введение

Сетью грид (англ. *grid network*) называется согласованная, открытая и стандартизованная среда, которая обеспечивает гибкое, безопасное и скоординированное распределение вычислительных ресурсов и ресурсов памяти в рамках виртуальной организации (это определение основывается на определении, предложенном в [3]). По своей сути она представляет собой территориально распределенную (то есть не сосредоточенную в одной географической точке) программно-аппаратную инфраструктуру, объединяющую компьютеры и суперкомпьютеры с разной архитектурой и программным обеспечением в целостную информационно-вычислительную систему.

Виртуальная организация (ВО) представляет собой совокупность людей и/или организаций, имеющих доступ к вычислительным мощностям, данным и программному обеспечению друг друга (а также к другим компьютерным ресурсам) и сформулировавших четкие и однозначные правила того, к каким ресурсам разрешен доступ, кто предоставляет доступ и при каких условиях этот доступ происходит. ВО может образовываться динамически (т.е. в зависимости от потребностей лиц и/или организаций, имеющих компьютерные ресурсы и/или испытывающих в них нужду) и иметь ограниченное время существования.

Основными ресурсными элементами сети грид являются суперкомпьютеры и суперкомпьютерные центры, а ключевой инфраструктурной составляющей – высокоскоростные сети передачи данных, которые соединяют суперкомпьютеры друг с другом, и саму сеть грид – с пользователями. Однако грид может объединять не только суперкомпьютеры, но и обычные персональные компьютеры (ПК), которые, при условии их достаточного количества, также могут формировать высокопроизводительную сеть грид.

По услугам для участников предлагается выделить следующие разновидности сетей грид:

- ресурсные гриды: участники грида предоставляют свои незагруженные компьютерные ресурсы для решения задач, стоящих перед организацией, сформировавшей грид; сами участники грида имеют доступ только к собственным компьютерным ресурсам и не могут использовать грид для решения своих задач;

- пользовательские гриды: участники грида предоставляют свои незагруженные компьютерные ресурсы в общее пользование и могут использовать возможности грида для решения тех задач, для которых их собственных мощностей недостаточно; остальные задачи пользователи решают самостоятельно на собственных ресурсах, не прибегая к услугам грида;

- эмуляционные гриды: пользователи грида полностью отказываются от использования собственных компьютерных ресурсов для обработки и хранения своей информации и решают все свои задачи при помощи грида (эмулирующего персональный компьютер).

Именно эмуляционные гриды (ЭГ) рассматриваются как наиболее перспективные среди гридов. Предполагается, что благодаря ЭГ обработка и хранение информации превратится в коммунальную услугу [2]: пользователь будет вводить на своем терминале для доступа к сети грид (грид-терминале) данные, которые будут обрабатываться на удаленных компьютерных ресурсах, пользователь же получит на свой грид-терминал готовый результат.

В настоящее время сети грид переживают период активного роста: непрерывно запускаются все новые и новые проекты гридов, специалисты разрабатывают соответствующие технологии, информации об этом виде сетей стала постепенно доходить и до широкой публики [2]. Тем не менее, экономическим аспектам развития грид-сетей уделяется крайне мало внимания [2].

В настоящей статье будет сделана попытка осветить основные экономические вопросы, связанные с использованием ЭГ, а именно: механизм формирования цен на услуги сетей грид для пользователей и на программное обеспечение, необходимое для функционирования грида [2].

Грид-провайдер – компания, предоставляющая компьютерные и программные ресурсы внешним пользователям для хранения и обработки их данных.

2. Расчет цен на услуги грид-провайдера

Цены на грид-услуги для пользователя можно рассчитать несколькими способами.

Первая модель строится в предположении, что все издержки грид-провайдера будут компенсироваться за счет платы B , ден. ед., взимаемой с пользователя:

$$B = \left(1 + \frac{k}{100\%}\right) NTC, \quad (1)$$

k – наценка, %;

NTC – норматив затрат грид-провайдера в расчете на одного пользователя, ден. ед.

Эта модель может иметь более сложный вид: обозначим все компоненты затрат грид-провайдера как C_i , и пусть общее число компонент затрат равно n . Тогда плата B , взимаемая с пользователя, будет равна:

$$B = \sum_{i=1}^n \left(1 + \frac{k_i}{100\%}\right) NC_i, \quad (2)$$

NC_i – норматив i -ой компоненты затрат грид-провайдера в расчете на одного пользователя, ден. ед.

k_i – наценка по i -ой компоненте затрат, %;

В этой модели все пользователи платят одинаковую (по сути фиксированную абонентскую) плату за услуги грида независимо от объема фактически потребленных услуг. Хотя отдельные пользователи будут превышать установленный норматив потребления (и тем самым причинять гриду убыток), это будет компенсироваться тем, что другие пользователи будут не до конца потреблять положенный им объем услуг, и в среднем грид будет получать прибыль. Недостатком этой модели является то, что она ставит пользователей в неравное положение.

Другой, более справедливой методикой, является взимание платы с пользователей в зависимости от фактически потребленного объема услуг. При этом для простоты в расчет принимается только потребление линий связи, вычислительных ресурсов и ресурсов памяти. Таким образом, плата за пользование ресурсами грида $BГ$, ден. ед., будет рассчитываться по формуле:

$$BГ = CRC + CRM + CRT, \quad (3)$$

CRC – плата за потребление вычислительных ресурсов;

CRM – плата за потребление ресурсов памяти;

CRT – плата за потребление линий связи.

В этой связи возникает необходимость разработка методики расчета каждого из слагаемых в формуле (3).

Для расчета платы за потребление вычислительных ресурсов могут применяться две модели. В первой модели в качестве основы для расчета величины платежа следует использовать общую продолжительность доступа пользователя к вычислительным ресурсам за период времени t (назовем эту схему повременной):

$$CRC = SC + n \cdot PC, \quad (4)$$

SC – абонентская плата за доступ к вычислительным ресурсам грида в течение периода времени t , ден. ед.;

n – число минимальных тарифицируемых единиц времени доступа к вычислительным ресурсам сети грид, потребленное пользователем в течение периода времени t ;

PC – стоимость минимальной тарифицируемой единицы времени доступа, ден. ед.

Во второй модели базой для расчета платы должен служить фактический объем потребления вычислительных ресурсов (назовем эту модель ресурсной):

$$CRC = SC + \sum_{i=1}^m NC_{i \max} \cdot VC, \quad (5)$$

m – число минимальных тарифицируемых единиц времени, на которые разбит период времени t ;

$NC_{i \max}$ – максимальное количество вычислительных ресурсов, потребленное пользователем в течение i -ой минимальной тарифицируемой единицы времени;

VC – плата за использование одной единицы вычислительных ресурсов в течение одной минимальной тарифицируемой единицы времени, ден. ед.

Аналогичные модели – повременную и ресурсную – можно применить и для расчета платы за пользование ресурсами памяти. Соответствующие формулы будут иметь следующий вид:

- для повременной модели:

$$CRM = SM + l \cdot PM, \quad (6)$$

SM – абонентская плата за доступ к ресурсам памяти грида в течение периода времени t , ден. ед.;

l – число минимальных тарифицируемых единиц времени доступа к ресурсам памяти сети грид, потребленное пользователем в течение периода времени t ;

PM – стоимость минимальной тарифицируемой единицы времени доступа к ресурсам памяти, ден. ед.;

- для ресурсной модели:

$$CRM = SM + \sum_{j=1}^p NM_{j \max} \cdot VM, \quad (7)$$

p – число минимальных тарифицируемых единиц времени, на которые разбит период времени t (в общем случае число $m \neq p$; в частности, ресурсы памяти требуются пользователю, как правило, на больший срок, чем вычислительные ресурсы, и поэтому минимальная тарифицируемая единица времени использования ресурсов памяти может быть продолжительнее минимальной тарифицируемой единицы времени доступа к вычислительным ресурсам);

$NM_{j \max}$ – максимальное количество ресурсов памяти, потребленное пользователем в течение j -ой минимальной тарифицируемой единицы времени;

VM – плата за использование одной единицы ресурсов памяти в течение одной минимальной тарифицируемой единицы времени, ден. ед.

Именно по ресурсной модели формируются цены на услуги Sun Grid компании Sun [2]; абонентская плата за доступ к вычислительным ресурсам и ресурсам памяти не взимается, минимальной тарифицируемой временной единицей использования вычислительных ресурсов является 1 час, использования ресурсов памяти – 1 месяц. Минимальная тарифицируемая единица вычислительных ресурсов – 1 процессор, ресурсов памяти – 1 гигабайт.

В ресурсной модели оплате подлежит максимальное число ресурсов грида, использованных клиентом за минимальный тарифицируемый период времени (например, за месяц). Принцип модели прост: даже если клиент пользовался этим максимальным числом ресурсов сети не в течение всего тарифицируемого периода (например, всего один час в месяц), то грид-провайдер все равно был вынужден резервировать под данного клиента именно это максимальное число ресурсов, а также инвестировать в формирование у себя избыточных компьютерных мощностей, чтобы иметь возможность удовлетворить максимальную потребность клиента в этих ресурсах. Соответственно, свои расходы по формированию избыточного парка суперкомпьютеров грид-провайдер таким образом перекладывает на своих клиентов. Это сокращает сроки окупаемости инвестиций и повышает заинтересованности грид-провайдера в наращивании своих вычислительных ресурсов и ресурсов памяти, что является несомненным достоинством данной модели ценообразования.

В данной модели клиент вынужден переплачивать за использование ресурсов ЭГ, особенно при длительных минимальных тарифицируемых периодах времен. Эта проблема, однако, устраняется путем сокращения этого периода (до одного дня или часа). Очевидно, что грид-провайдер должен установить такой минимальный тарифицируемый период, который, с одной

стороны, позволял бы ему пользоваться преимуществом данной модели (т. е. переносить на клиента расходы по формированию избыточного парка суперкомпьютеров), а с другой – не вынуждал бы клиентов чрезмерно переплачивать за услуги ЭГ.

Грид-провайдер может предложить своим клиентам безлимитные тарифы, предоставляющие право неограниченного доступа к вычислительным ресурсам и ресурсам памяти ЭГ. Риск того, что все пользователи, выбравшие безлимитный тариф, смогут исчерпать все ресурсы ЭГ, минимален, так как возможность использования ресурсов ЭГ ограничена физическими возможностями человека, техническими возможностями грид-терминала и пропускной способностью канала связи.

Далее, нельзя исключать появления бесплатных тарифов – затраты грид-провайдера на обслуживание абонентов, выбравших такой вариант подключения, будут покрываться за счет рекламных платежей компаний, чья реклама будет поступать на грид-терминал пользователя, выбравшего такой тариф.

Расчет платы CRT , ден. ед., за пользование услугами высокоскоростных линий связи грид-провайдера будет производиться по формуле:

$$CRT = AT + p_1 \cdot VTO + p_2 \cdot VTI, \quad (8)$$

AT – абонентская плата за пользование высокоскоростными линиями связи в течение периода времени t , ден. ед.;

p_1 – объем исходящего трафика пользователя в течение периода времени t (в минимальных тарифицируемых единицах измерения информации)

VTO – плата за передачу одной минимальной тарифицируемой единицы информации от пользователя к грид-провайдеру, ден. ед.;

p_2 – объем входящего трафика пользователя в течение периода времени t (в минимальных тарифицируемых единицах измерения информации)

VTI – плата за передачу одной минимальной тарифицируемой единицы информации от грид-провайдера к пользователю, ден. ед.;

Полные издержки TP , ден. ед., абонента грида, помимо платы за пользование услугами грида $BГ$, будут также включать плату S , ден. ед., за пользование услугами телекоммуникационного оператора, предоставляющего ему доступ к гриду в течение периода t :

$$TP = BГ + S. \quad (9)$$

Плата за пользование услугами телекоммуникационного оператора, в свою очередь, рассчитывается по формуле:

$$S = AS + VS, \quad (10)$$

AS – абонентская плата за пользование услугами телекоммуникационного оператора в течение периода t , ден. ед.;

VS – переменная составляющая, зависящая от продолжительности подключения к сети грид через телекоммуникационного оператора и/или объема данных, которым абонент обменялся с гридом по каналам передачи данных телекоммуникационного оператора в течение периода t , ден. ед.

3. Грид-роуминг

В том случае, если ЭГ действительно смогут вытеснить персональные компьютеры, то возникнет проблема обеспечения доступа пользователей к вычислительным ресурсам ЭГ в любой точке земного шара (грид-роуминга). Для решения этой проблемы возможны два подхода:

1. Абонент пользуется услугами своей ЭГ, но для подключения к ней использует локальную телекоммуникационную компанию (либо по мобильному роумингу, либо целенаправленно прибегая к ее услугам). В этом случае плата абонента за использование ресурсов ЭГ останется той же самой, однако полные издержки абонента изменятся за счет изменения платы за использование линий связи. Можно предполагать, что в ряде случаев плата за телекоммуникационные услуги будет отсутствовать (например, на вокзалах, в аэропортах, торговых и офисных центрах), где они будут предоставляться в качестве дополнительного сервиса для посетителей, как это сейчас происходит с услугами Wi-Fi.

Для реализации этого подхода необходимо, что между ЭГ абонента и его текущим местонахождением существовал устойчивый широкополосный канал связи. В противном случае абоненту логичнее прибегнуть к услугам локального грид-провайдера;

2. Абонент пользуется услугами локальной ЭГ. Возможны четыре варианта такой ситуации:

- абонент самостоятельно подключается к локальной ЭГ при помощи локальной телекоммуникационной компании. В этом случае его издержки будут рассчитываться по формуле (3) по тарифам локального грид-провайдера и оператора связи;
- абонент самостоятельно подключается к локальной ЭГ при помощи мобильного роуминга. В силу довольно высоких цен на услуги роуминга этот вариант сопряжен с большими издержками для пользователя, удобства же его минимальны, так как абонент вынужден самостоятельно подключаться к местному грид-провайдеру;
- абонент подключается к локальному грид-провайдеру в качестве роумера от своей ЭГ при помощи локального оператора связи. В этом случае к обычной плате абонента за пользование вычислительными ресурсами в рамках своей ЭГ (по формулам (1)-(10)), будет также добавляться доплата за грид-роуминг. Этот вариант требует наличия договора о грид-роуминге (т. е. о взаимном обеспечении доступа своих абонентов к своим суперкомпьютерным ресурсам) между традиционным грид-провайдером абонента и грид-провайдером, предоставляющим услуги ЭГ в точке текущего местонахождения абонента;
- абонент подключается к локальному грид-провайдеру в качестве роумера от своей ЭГ при помощи мобильного роуминга. Наиболее затратный вариант из всех возможных (так как включает в себя доплаты по мобильному и грид-роумингу), однако наиболее удобный с технической точки зрения. У абонента нет необходимости менять настройки, самостоятельно подключаться к местному оператору связи или грид-провайдеру; он продолжает пользоваться ЭГ так, как если бы находился дома. Вероятно, наиболее предпочтительный вариант для корпоративных клиентов.

3. Расчет цен на программные продукты для грид-сетей

Традиционная модель формирования цен на программные продукты заключается в том, что цена ПО зависит от числа компьютеров, на которых оно будет использоваться. Однако для ЭГ такая модель не подходит уже по той причине, ЭГ представляют собой по сути дела один гигантский метакомпьютер с непостоянным числом пользователей.

Можно выделить три основные разновидности программного обеспечения, применяемого в рамках ЭГ:

1. Программное обеспечение для грид-терминалов, необходимое для нормальной работы этих устройств (ГТПО);
2. Сетевое программное обеспечение (СПО), нужное для нормального функционирования грид-сети как единого целого;
3. Пользовательское программное обеспечение (ППО), установленное на узлах ЭГ и служащее для обработки запросов пользователей (например, текстовые редакторы).

Очевидно, для формирования цен на эти три разновидности программного обеспечения будут использоваться разные механизмы.

Для ГТПО вполне применима традиционная модель ценообразования на ПО.

Модель формирования приемлемой для грид-провайдеров и разработчиков ПО цены на ПО для грид-сетей может быть разработана на основе традиционного механизма формирования цен на лицензионные продукты (каковым является и ПО), а именно – путем вычленения в цене программного продукта постоянной и переменной составляющих.

В качестве постоянной составляющей можно взять стандартную цену ПО с возможной наценкой за право использования ПО в рамках сети грид (размер этой наценки будет

устанавливаться каждым разработчиком ПО самостоятельно, возможно, после переговоров с покупателем).

Наибольшую проблему представляет выбор базы для расчета переменной составляющей (роялти). В качестве такой базы не может использоваться ни число компьютерных ресурсов, формирующих грид, ни число пользователей (обе эти величины не являются постоянными): нужно выбрать величину, которая бы характеризовала интенсивность использования ПО. Такой величиной, на наш взгляд, является число операций, выполненных ПО в течение определенного промежутка времени (учет числа операций может быть встроен в службу учета потребления компьютерных ресурсов грида).

В этом случае полная величина выплат разработчику за пользование программными продуктами будет рассчитываться по следующей формуле:

$$P_{полн.} = P_{перв.} + \sum_{i=1}^m pN_i = P_{см.} \left[1 + \frac{G}{100\%} \right] + \sum_{i=1}^m pN_i, \quad (11)$$

$P_{полн.}$ – полная стоимость программного продукта для клиента, ден. ед.;

$P_{перв.}$ – первоначальный взнос за право пользования программным продуктом, ден. ед.;

$P_{см.}$ – стандартная цена программного продукта, ден. ед.;

G – наценка за право использования программного продукта в рамках сети грид, %;

p – величина лицензионных отчислений за одну операцию, выполненную программным продуктом (на практике, по всей вероятности, в качестве единицы измерения необходимо будет брать миллион или миллиард операций, или даже более крупные единицы), ден. ед.;

N_i – число операций, выполненных программным продуктом в i -ом периоде;

m – число периодов использования программного продукта.

Эта модель позволяет найти баланс между интересами грид-провайдеров и разработчиков ППО.

Однако в случае СПО эта логика уже не работает – серверы грид-провайдера должны постоянно функционировать в рабочем режиме независимо от фактического количества абонентов, кроме того, количество операций, совершенных СПО, не находится в жесткой зависимости от количества операций, выполненных пользовательскими приложениями. В силу же их высокой сложности стоимость таких программ может оказаться чрезвычайно велика, и грид-провайдер будет вынужден привлекать сторонние средства для их приобретения, что негативно скажется на его финансовой стабильности.

Ключом к решению этой проблемы может стать создание посредников между компаниями-разработчиками серверных приложений для грид-сетей и самими грид-провайдерами – посредников, которых мы будем называть программными лизинговыми компаниями. Речь идет о достаточно мощных финансовых структурах, способных самостоятельно приобрести права на использование серверных программ, и в дальнейшем предоставлять их в лизинг грид-провайдерам. Поскольку в данном случае лизинговая компания будет приобретать не оборудование, а права на использование нематериального актива, защищенного авторскими правами и патентами, и, кроме того, поскольку можно ожидать, что компании-разработчики программного обеспечения не захотят уступать сторонним компаниям доходы от долгосрочного использования своих разработок, то можно прогнозировать, что такие лизинговые компании будут создаваться в качестве дочерних структур компаний-разработчиков программного обеспечения с возможным участием в их капитале банков и финансовых организаций. Такой подход позволил бы компаниям-разработчикам максимизировать прибыль от продажи прав на использование СПО и обезопасил бы их от недобросовестного обращения с их авторскими правами, возможного при передаче права на использование программных продуктов сторонним лизинговым компаниям. Сходная модель давно и успешно функционирует, например, в авиастроении и – с определенными оговорками – в автостроении (например, в General Motors, где одним из наиболее прибыльных подразделений является финансовое, отвечающее за кредитование клиентов на покупку автомобилей). Назовем этот подход к взаимоотношениям между разработчиком и потребителем серверного программного обеспечения «лизинговой моделью» (хотя, поскольку программный продукт не передается в собственность оператора, вероятно, правильнее было бы говорить об «арендной схеме»).

В этом случае лизинговая компания будет выкупать у компании-разработчика права на установку определенного количества копий серверного программного обеспечения на фиксированный срок, и затем переуступить эти права компаниям-операторам сетей грид (также на определенный срок). Стоимость программного продукта для компаний-операторов увеличится на размер прибыли компании-лизингодателя, премии за риск и платы за пользование кредитными ресурсами, привлеченными лизингодателем – однако благодаря тому, что выплата этой стоимости будет осуществляться не разово, а в течение определенного срока, такая схема в конечном счете окажется все равно выгодной для грид-провайдера, поскольку избавит его от необходимости однократно привлекать финансовые ресурсы в крупном размере. Далее, есть вероятность, что оператор не будет обязан оплатить полную стоимость программного продукта: очевидно, что первыми приобретать права на новые серверные программы будут грид-провайдеры первого эшелона. Также достаточно очевидно, что эти права они будут приобретать не на весь срок потенциального использования этих программ (до срока их морального износа), а лишь на срок до планируемой даты выхода новой версии программного обеспечения (поскольку компании первого эшелона должны в технологическом плане идти впереди всех). В современных условиях перерыв между релизами версий программного обеспечения существенно короче срока морального износа программного продукта, откуда и следует вывод о том, что грид-провайдеры не будут оплачивать лизингодателям полную стоимость серверного программного обеспечения. Лизингодатели же, получив обратно от грид-провайдеров права на установку серверных программ, смогут предложить их (возможно, по более низким ценам) грид-провайдерам второго эшелона, которые, таким образом, получают возможность не так сильно отставать от лидеров отрасли. Иными словами, лизинговая модель обладает также тем преимуществом, что она – хотя и с определенными оговорками – поощряет конкуренцию между грид-провайдерами и сокращает разрыв между компаниями первого и второго эшелонов.

5. Заключение

Сети грид пока еще не получили широкого распространения, и в настоящее время основное внимание уделяется техническим, а не экономическим аспектам их функционирования. Однако, как ясно из изложенного выше, экономический механизм работы эмуляционных грид-сетей отличается большой спецификой, и поэтому он нуждается в подробном исследовании и проработке.

В предлагаемой статье затронуты лишь отдельные аспекты этого механизма. Хочется надеяться, что предложенные решения окажутся полезны как экономистам-теоретикам, работающим в сфере информационных услуг, так и специалистам-практикам в области сетей грид.

Литература

1. Коваленок В.Н., Корягин Д.А. Организация ресурсов грид. Препринт №25. М.: ИПИМ РАН, 2004.
2. Оганесян Т. Кому нужны супервычисления. Эксперт, **43**, 2006, 94-98.
3. Foster I. What is the grid? A three point check-list. <http://www-fp.mcs.anl.gov/~foster/Articles/WhatIsTheGrid.pdf>. Retrieved on 21.10.2007.
4. Foster I., Kesselman C., Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. International Journal of High Performance Computing Applications, **15** (3), 2001, 200-222.