



### Э.З. Любимский

#### На пути к построению общества программ

Заведующий отделом  
ИПМ им. М.В. Келдыша,  
профессор, доктор ф.-м.н.,  
e-mail [ljubimsk@keldysh.ru](mailto:ljubimsk@keldysh.ru)

#### *Аннотация*

Проект грид – это очередной шаг на пути к созданию всемирного искусственного разума. Например, интернет позволил человеку не заботиться о том, где хранится и как доставляется нужная ему информация. Грид позволит ему не заботиться о том, где и на каких ресурсах исполняются его программы. Будет и такой шаг, который позволит человеку не заботиться о том, при помощи каких программ решаются его задачи. Достаточно будет сформулировать свою проблему, а программы «сами» найдутся и организуются для ее совместного решения. И этот шаг тоже не будет последним. Всё это характеризует процесс создания всемирного разума с внешней стороны, т.е. с точки зрения пользователей. Важно увидеть и внутреннее содержание этого процесса. «Изнутри» этот процесс является процессом создания глобального общества программ.

Если в первые десятилетия развития программирования центральной проблемой было создание все более сложных и умных программ, то, начиная с 90-ых, на первый план вышло обеспечение их совместного существования и функционирования. Процесс этот вполне объективный и подчинен целому ряду закономерностей, из которых мы обратим внимание на две. Во-первых, структура общества программ и механизмы их взаимодействия в значительной мере аналогичны структуре и механизмам человеческого общества. Во-вторых, человеческое общество попадает во все большую зависимость от общества программ, в то время как общество программ все больше освобождается от необходимости участия

человека в своей «жизнедеятельности». И настанет такой момент, когда оно станет вполне *самодостаточным*. Как тогда сложатся взаимоотношения этих двух обществ – вопрос очень серьезный и многогранный, и заниматься им надо уже теперь.

В качестве первого шага, предлагается заняться построением модели будущего общества программ, с привлечением ученых разных специальностей. Исследование этой модели позволит направить построение общества программ в нужное русло.

### *Взгляд извне – инфосфера*

Как только появились компьютеры, мы сразу начали их обучать. Сначала мы учили их производить нужные нам вычисления. Затем мы стали повышать их квалификацию, разрабатывая всевозможные служебные программы. Первыми служебными программами стали редакторы связей, которые позволяли собирать из маленьких программ большие, а затем и накапливать библиотеки таких программ-заготовок. Потом появились служебные программы – трансляторы, которые научили компьютеры понимать разные языки программирования. Затем операционные системы практически полностью скрыли компьютер от человека и, заодно, стали управлять работой устройств компьютера, обеспечив их параллельное использование. Они же предоставили возможность использовать компьютер для одновременного выполнения нескольких программ и обслуживания нескольких пользователей. Служебные программы локальных сетей позволили сотрудникам одного учреждения свободно обмениваться информацией со своих рабочих мест.

Новый этап наступил, когда были проложены региональные, национальные, а затем и глобальные компьютерные коммуникации. Расположенные в узлах глобальной компьютерной сети программы превратили все подсоединенные к сети компьютеры в ее абонентов. Каждый из них получил свой уникальный адрес, и они получили возможность оперативно обмениваться информацией друг с другом. В этот момент стало очевидным, что будущий всемирный компьютерный мозг станет не централизованным, а глобально распределенным.

Комплекс программ под общим названием «интернет», накрывший глобальную компьютерную сеть, сыграл большую роль в объединении программистов всего мира и в существенном расширении рядов пользователей компьютеров. Интернет избавил нас от необходимости знать, где находится нужная нам информация,

обеспечил ее надежную доставку, создал предпосылки для разработки множества информационных серверов. Новые слои населения получили быстрый доступ к справочной, энциклопедической и другой информации, к универсальным и специализированным, всемирным и региональным библиотекам, фонотекам, видеотекам и т.д. и т.п. Программисты (и не только они) получили возможность разрабатывать совместные проекты, не покидая своих городов и стран.

В интернете появились программы, представляющие субъекты реального мира, - промышленные предприятия, учреждения, банки, биржи, органы власти и прессы. Эти программы (сайты) не только распространяют информацию о представляемых ими субъектах, но иногда и действуют от их имени, - проводят конкурсы, заключают контракты, управляют счетами.

Сейчас над интернетом надстраивается новый слой программ, получивший название «грид». Если интернет обобществил информацию, то грид должен обобществить компьютерные ресурсы. Мы перестанем заботиться о том, где будут исполняться наши программы. Соответствующие служебные программы (в гриде их называют службами) найдут подходящие свободные ресурсы, согласуют с их владельцами условия их использования, доставят туда наши программы и файлы с исходной информацией и потом доставят нам результаты. И при этом будут приняты меры для обеспечения надежной идентификации заказчика и исполнителя, конфиденциальности передаваемой информации, борьбы с хакерами и т.п. Поскольку все это будет происходить с электронной скоростью, наши интересы в этом процессе будут представлять специальные, уполномоченные нами программы-агенты. Интересы владельцев ресурсов, естественно, также представляются программами-агентами. Остается добавить, что ресурсы в гриде – это не только компьютеры, но и каналы связи, и банки данных, и различные внешние устройства, - все, что может получать, порождать, перерабатывать, хранить или передавать информацию. И конечно же, сами программы. Легко предположить, что ресурсы реального мира, представленные своими программными агентами, также станут рассматриваться как ресурсы грида.

Этим, разумеется, дело не кончится. Следующая за гридом программная надстройка, по-видимому, избавит нас от необходимости заботиться о том, какие программы должны решать нашу задачу. Достаточно будет ее сформулировать в определенных терминах. А интеллектуальные службы из этой надстройки сами подберут программу или группу программ, соответствующих нашей

задаче, организуют их взаимодействие и передадут службам грида для исполнения.

В какой-то момент мы убедимся, что язык нашего общения с программами приобрел основные черты естественного языка: свободная лексика, общепринятый набор базовых понятий и связей между ними, возможность объяснять новые понятия через имеющиеся, возможность приблизительных или неполных высказываний и их последующих уточнений в процессе диалога и т.п. С этого момента мы сможем говорить, что мы имеем дело со всемирным искусственным разумом, который, конечно же, будет продолжать развиваться и дальше, но уже не только нашими, а и своими собственными усилиями (что, впрочем, частично происходит уже сейчас). Это будет означать, что программы научились читать наши книги и смотреть наши фильмы (по крайней мере, научные), так же, как и мы, понимают показания своих датчиков и сенсоров. Что они сформировали свою модель мира, соответствующую нашей, и продолжают ее развивать и совершенствовать на основе своего опыта, то есть рефлексивно. Это будет означать, что в рамках ноосферы, о которой говорил Вернадский (или наряду с ней), сформировалась новая сфера – «инфосфера».

Ноосфера со стороны выглядит как единый всемирный разум, а изнутри представляет собой общество мыслящих единиц (*homo sapiens*). Эти мыслящие единицы связаны между собой густой сетью коммуникаций, умеют объединяться для совместных действий в различные виды коллективов, научились и продолжают учиться правилам совместного существования на одной планете, т.е. в общей среде обитания с ограниченным количеством ресурсов. Они научились записывать и хранить свои знания в библиотеках (и других «-теках»), систематизировать их при помощи классификаторов и рубрикаторов, делать их всеобщим достоянием. А что будет представлять собой изнутри инфосфера? Мы покажем, что изнутри инфосфера будет представлять собой “общество” программ. То есть большое множество программ, организованное по принципам, аналогичным принципам организации нашего общества. Ведь уже сейчас, работая на своем компьютере, мы общаемся отнюдь не с отдельной программой, а с организованной совокупностью программ и данных, которые вовлекаются в наш диалог.

Это означает, что внутреннее содержание процесса информатизации и компьютеризации нашего общества, процесса,

определяющего современный технический прогресс, состоит в том, что мы «всем миром» строим всемирное общество программ.

### *Программы и компьютеры*

Прежде чем перейти к более подробному разговору об обществе программ, я должен, наконец, объяснить, почему я все время говорю только о программах, а не о компьютерах, коммуникационном оборудовании или внешних устройствах. Ведь принято считать, что, например, грид – это вычислительные узлы, высокоскоростные глобальные каналы связи и, лишь потом, программное обеспечение. И можно ли вообще говорить о программе без компьютера? Да, можно. Программа – это знание, часть общего знания, а компьютер – это всего лишь инструмент для интерпретации этого знания. Программа не зависит от компьютера в том смысле, что если она, например, умеет умножать матрицы, то она будет умножать их на любом компьютере (возможно, после трансляции). В то время как любой компьютер всегда будет делать то, что ему предписывает программа. Под управлением программы умножения матриц он будет их умножать, а под управлением программы сложения – складывать. И если любой конкретный компьютер сломается, программа останется сама собой. Так же, как, если сломается рояль, Лунная соната останется Лунной сонатой.

Компьютеры всего мира и соединяющие их каналы связи являются для программ средой обитания. Где-то в этой среде они создаются под управлением программистов, отлаживаются, тестируются, оптимизируются. Где-то они хранятся. Иногда множество экземпляров хранится в разных местах. В ответ на наши запросы одни программы перемещают другие программы в самые отдаленные участки сети, или распределяют их копии по многим компьютерам для параллельного исполнения. Используя программистскую терминологию, можно сказать, что программы проживают в этой среде обитания свой жизненный цикл.

Через всевозможные внешние устройства (экраны и клавиатуры, сенсоры и афекторы на производствах, приборы компьютерного зрения и двигательные органы роботов) инфосфера взаимодействует с внешним миром, к которому принадлежим и мы. В настоящее время взаимодействие этим не ограничивается. Инфосфера получает от внешнего мира электроэнергию, новые компьютеры и каналы связи и пр. И, конечно же, новые программы. То есть, она переживает утробный период своего развития. Хотя уже сейчас будущая инфосфера отдает внешнему миру гораздо больше,

чем получает, исполняя роль мощного интеллектуального инструмента. Иначе мы бы в нее не вкладывали столько средств.

### *Взгляд изнутри – общество программ*

В первые годы компьютеры работали в однопрограммном режиме и использовались, в основном, для вычисления сложных функций. Все взаимодействие программ сводилось к тому, что результаты работы одной программы становились исходными данными для другой или к тому, что одна программа вызывала другую как подпрограмму. Однако, уже тогда программисты старались разрабатывать не просто программы, а программные модули, предназначенные для совместной работы с другими модулями. Идеалом (до сих пор не достигнутым) считалась возможность полной ассимиляции нового модуля в библиотеке компьютера, подобно тому, как новое знание ассимилируется в системе знаний человека.

Полноценное динамическое взаимодействие одновременно исполняемых программ началось под управлением операционных систем. Первоначально операционные системы предназначались для организации параллельной работы всех устройств компьютера, а несколько программ одновременно запускались на исполнение только для того, чтобы более полно эти устройства загрузить. В этих условиях задачей операционных систем было защитить, изолировать программы друг от друга и организовать их конкурентное прохождение через компьютер в соответствии с их приоритетами. Однако, очень скоро операционные системы стали предоставлять средства для организации совместной работы нескольких программ при решении общей задачи. Программы получили возможность использовать общие ресурсы, передавать их друг другу во временное пользование или насовсем, обмениваться сообщениями, синхронизировать свое прохождение через определенные контрольные точки и т.п. Таким образом, операционные системы взяли на себя решение вопросов как юридического, так и технологического характера. Они регламентировали сосуществование программ в общей среде обитания и при этом обеспечивали организацию их коллективной деятельности.

Одновременно значительно расширился круг решаемых на компьютерах задач. В частности, в этот круг вошли задачи моделирования и автоматизации деятельности коллективов людей (наиболее модный пример – документооборот в учреждении), моделирование общественных отношений, моделирование

умственной деятельности человека. И сразу стало очевидным, что принципы системного взаимодействия компонент во всех этих случаях одинаковы и совпадают с принципами взаимодействия программ под управлением операционных систем (см., например, С.С. Камынин и Э.З. Любимский, «Использование идей коллектива в структурах сложных программных систем», в Сборнике «Перспективы развития в системном программировании», Новосибирск, 1978 г.). Разумеется, это совпадение не было случайным. Всё дальнейшее развитие как системного, так и прикладного программирования представляет собой осознанное или неосознанное взаимное использование идей и механизмов системного взаимодействия. Например, для организации взаимодействия программ, представляющих субъекты реального коллектива, программировались механизмы взаимодействия, аналогичные реальным. В дальнейшем, эти механизмы «оседали» в базовом программном обеспечении (программной инфраструктуре) и становились частью среды обитания всех остальных программ. Характерно, что все это началось, когда средой обитания программ еще были одиночные компьютеры.

Появление всемирной компьютерной сети в качестве среды обитания привело к дальнейшему росту программной инфраструктуры. Например, если раньше достаточно было сообщить программе имя файла с данными, то теперь требуется транспортировать этот файл на большие расстояния, через множество промежуточных станций. Это привело к созданию транспортной инфраструктуры. Она обеспечивает надежную пересылку данных по кратчайшим путям и при этом защищает их не только от случайных сбоев, но и от злоумышленников, - шпионов, которые подсматривают, хакеров, которые заражают их вирусами, и пр. Возникла и развивается совершенно новая нотариальная инфраструктура. Каждая программа получает от своего заказчика зашифрованный сертификат, который удостоверяет ее право заключать от его имени сделки (например, использовать какой либо ресурс с гарантией последующей оплаты). Программы-нотариусы занимаются выдачей и проверкой таких сертификатов по всей глобальной сети. Есть и множество других, конкурирующих между собой служб (юридических, технологических, проблемно-ориентированных), которые еще не стали стандартными. В общем, инфраструктура, которую мы создаем в среде обитания программ, все больше и больше напоминает нашу собственную.

### *Проблемы и выводы*

Отметим теперь некоторые свойства процесса построения общества программ.

Этот процесс объективен, как любой технический прогресс. В том смысле, что никакой человек или группа людей не могут его остановить. Будущее этого процесса состоит в том, что обществу программ (инфосфере) будет передано управление всем производством, транспортом, финансами, - всем, что обеспечивает наше существование. В том числе, программы будут управлять воспроизводством своей среды обитания. То есть мы попадем в полную зависимость от общества программ, а оно от нас (технически) зависеть не будет.

Общество программ развивается нами стихийно, методом «проб и ошибок», по мере возникновения тех или иных наших производственных, научно-технических или других запросов. Во-первых, это дорого, потому что многих лишних проб можно было бы избежать, если бы мы знали, чем дело должно закончиться. Во-вторых, это опасно, потому что мы не можем предвидеть, какое же общество программ будет, в конце концов, создано. И какие у нас с ним сложатся отношения. Я не знаю, может ли в обществе программ возникнуть какой-то аналог самосознания. Но можно не сомневаться, что среди нас, людей, найдутся провокаторы, которые постараются найти и запустить в нем критические механизмы. В сущности, они уже давно этим занимаются.

Что же можно сделать? Если мы не можем или не хотим остановить процесс, значит надо его возглавить и направить в нужное русло. Необходимо перейти от стихийного к систематическому, научно обоснованному формированию гармоничного общества программ, которое будет находиться в гармоничных отношениях с обществом людей.

Начать надо с того, чтобы представить себе достаточно детально эту картину «светлого будущего». Это большая проблема, требующая участия специалистов различного профиля, но я думаю, что сегодня мы уже в состоянии ее решить. Можно взять за образец наше общество и затем отбрасывать, оставлять или видоизменять его механизмы. Например, вряд ли понадобятся свои политические партии. Но понадобятся денежная система, банки и биржи, бухгалтерский учет и аудит (как они будут соотноситься с нашими?). Надо серьезно поработать над гражданским кодексом. Как будут определены субъекты права в обществе программ? Какова, например, юридическая разница между программой-одиночкой,

программой, заведующей базой данных, программой - агентом промышленной фирмы? Безусловно, будет нужна полиция, но есть надежда на то, что ее работу можно будет построить по принципу полной раскрываемости, - если нам удастся уже сейчас ввести тотальное документирование всего, происходящего в сети (надо взвесить «за» и «против»).

Наше представление о будущем должно стать критерием для оценки современных разработок и основой для их планирования. Пора, наконец, понять, что, на этот раз, мы создаем не обычный инструмент, а систему, по меньшей мере, равную нам по интеллектуальным возможностям. И простым инструментом она долго оставаться не будет. Она может стать нам или партнером, или соперником. И хотя до критической точки еще далеко (несколько десятков лет), точку бифуркации мы проходим сейчас (если уже не прошли).

#### *Немного полемики*

Проще всего сказать, что ничего этого быть не может. Трудно представить себе, что какая-нибудь программа вдруг начнет преследовать какие-то новые, не заложенные в нее цели. Она и не станет. Все программы останутся самими собой, а принципиально новое качество обретет *система* программ. Тот, кому и с этим трудно согласиться, пусть вспомнит, что сам он состоит из простых атомов, каждый из которых остался в точности таким же, каким ему положено быть по таблице Менделеева. Все дело в том, в какую систему эти атомы соединились. И структура этой системы, действующие в ней механизмы взаимодействия подсистем и элементов намного важнее, чем то, из каких атомов она состоит. Так вот, структура и механизмы взаимодействия системы программ, которую мы все вместе создаем, *по необходимости* копируют структуру и механизмы взаимодействия системы, называемой человеческим обществом. Именно поэтому можно ожидать, что и в их поведении окажется много общего. Необходимость же копирования определяется двумя факторами. Во-первых, программы, представляющие субъекты реального мира (физические и юридические лица) должны в сети, - в своей среде обитания, - моделировать взаимодействие этих субъектов. Во-вторых, сама среда обитания программ имеет общие черты с нашей средой обитания, - ограниченные ресурсы, возможность общения и объединения для совместной деятельности и пр.

Самый последний аргумент состоит в том, что предлагаемый мною план полезен сам по себе, даже если мы не поверили, что

опасность реальна. Что я предлагаю? Представить себе, что все «технические» проблемы на пути построения всемирного искусственного разума уже решены, что мы уже научили программы нас понимать и отвечать на наши запросы. Представить себе, как должна быть при этом устроена глобальная компьютерная сеть и система (общество) программ в ней, чтобы нам было удобно и безопасно с ней общаться. И провести планирование от цели к текущему состоянию. Именно такой и должна быть технология разработки сложных систем, и именно ее человечество постоянно нарушает.