

Развитие проектов добровольных распределенных вычислений на основе дорожных карт и многопараметрических оценок

В.Н. Якимец, И.И. Курочкин

Аннотация— Грид-системы из персональных компьютеров используются для решения научных задач уже более двадцати лет. Использование вычислительных ресурсов добровольцев позволяет организовать распределенные системы, состоящие из десятков и сотен тысяч узлов. Вычислительные способности таких систем сравнимы с современными суперкомпьютерами. Разворачивание и сопровождение проектов добровольных распределенных вычислений является сложным комплексом работ. Для планомерного развития проекта добровольных распределенных вычислений (ДРВ) необходим план развития или дорожная карта, которая будет отражать определенную методику развития проекта. На основании опроса сообщества добровольцев по многопараметрической оценке проектов ДРВ предлагается методология развития определенного проекта. Предлагается четыре подхода к формированию дорожной карты развития проекта ДРВ на основании выбранных целевых ориентиров. Обсуждаются результаты многопараметрической оценки проектов ДРВ сообществом добровольцев в 2016-2018 годах. На примере проекта ДРВ Gerasim@home показан выбор целевых ориентиров и подхода к формированию дорожной карты развития проекта. Показана динамика многопараметрической оценки проекта за два года.

Ключевые слова— Дорожная карта развития проекта, Индекс оценки проекта, Многопараметрическая оценка проекта, Проект добровольных распределенных вычислений, Распределенные вычисления, Целевые ориентиры.

1. ВВЕДЕНИЕ

Использование грид-систем из персональных компьютеров (ГСПК) для решения научных вычислительных задач набрало популярность в самом конце XX века. При недостатке вычислительных мощностей многопроцессорных вычислительных систем

для определенного типа задач, разделяемого по данным (bag of tasks) [1] стали использоваться различные распределенные вычислительные системы. Идея использования простаивающих ресурсов персональных компьютеров и других персональных устройств в научных вычислительных экспериментах стала особо популярна, как с точки зрения эффективного использования ресурсов, так и с точки зрения создания распределенных вычислительных систем на основе имеющихся вычислительных ресурсов.

Появилось программное обеспечение по организации распределенных вычислительных систем, к примеру, Legion, HTCCondor, Globus toolkit, Oracle Grid Engine, BOINC [2]. С помощью данного программного обеспечения можно было быстро и просто разворачивать вычислительные грид-системы, в которых использовались вычислительные мощности как учебных и научных организаций, так и мощности добровольцев. Грид-системы, развернутые для решения одной научной задачи или для проведения серии однотипных экспериментов можно назвать проектами распределенных вычислений. Если при этом использовались вычислительные мощности добровольцев, то проектами добровольных распределенных вычислений (проекты ДРВ). Как правило, организаторами проектов ДРВ становились группы ученых, которые были заинтересованы, прежде всего, в проведении больших вычислительных экспериментов. Кроме привлечения вычислительных мощностей добровольцев, организаторы проектов ДРВ могли использовать проект ДРВ для популяризации, как своих научных исследований, так и науки в целом.

Сообщество добровольцев на данный момент составляет несколько миллионов человек со всего мира, а совокупная мощность уже подключенных вычислительных устройств к проектам ДРВ только на платформе BOINC сопоставима с самыми мощными суперкомпьютерами из рейтинга top500 [3].

Одним из крупнейших проектов на платформе BOINC является проект World Community Grid корпорации IBM, в котором участвуют более 700 тысяч пользователей и подключены более 5 миллионов вычислительных устройств (персональных

Статья получена 11 ноября 2019.

В.Н. Якимец, д.с.н., к.т.н., главный научный сотрудник, Институт проблем передачи информации РАН, г.Москва, Россия; профессор, РАНХиГС, г.Москва, Россия, (e-mail: iakim@mail.ru).

И.И. Курочкин, к.т.н., старший научный сотрудник, Институт проблем передачи информации РАН, г.Москва, Россия, (e-mail: quochkin@gmail.com).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №19-07-00802, 18-57-06003.

компьютеров, серверов, смартфонов и др.) [4]. Проект является зонтичным [5] и объединяет несколько медицинских подпроектов по актуальным проблемам: поиск лекарства от рака, поиск лекарств от вируса Зика и др. Или, к примеру, первый успешный российский проект распределенных вычислений SAT@home для решения задач с помощью SAT-подхода [6].

В рамках научных проектов распределенных вычислений добровольцы не только предоставляют свои вычислительные ресурсы, но и обрабатывают изображения и другие полученные данные, ведут наблюдения за птицами, насекомыми и звездным небом. К примеру, проект по классификации различных типов галактик Zooniverse [7]. Или группа проектов орнитологической лаборатории Корнельского университета по наблюдению за птицами [8].

Использование добровольцев в научных проектах обозначается термином гражданская наука (citizen science) и является видом краудсорсинга (crowdsourcing) [9]. Как правило, для добровольцев даются достаточно простые задания: обработать фотографию по определенному алгоритму, найти отличия на двух похожих изображениях, найти и выделить на спутниковых снимках определенные объекты. Взаимодействие с сообществом добровольцев при решении определенных научных задач позволяет увеличить масштаб проводимых исследований и освободить ученых от рутинной неквалифицированной работы. Улучшение взаимопонимания с отдельными добровольцами и сообществом в целом позволит повысить эффективность выполнения проекта [10]. Достичь взаимопонимания без обратной связи от сообщества добровольцев будет сложно, поэтому инструменты для формирования различных оценок необходимы для эффективного сопровождения проекта с использованием добровольцев.

В рамках задач прогнозирования, управления развитием разных областей знаний, технологий, продуктов и т.п. в последнее время получил широкое применение метод построения дорожных карт [11-17].

Чаще всего, его ассоциируют с применением методов прогнозирования, основанных на использовании концепции форсайта (от английского слова “foresight” (предвидение)). Концепция форсайта – «это система методов стратегического управления, включая экспертные процедуры, позволяющие выявлять социально-экономические и научно-технические прорывы, которые способны оказать максимальное воздействие на экономику и общество в средне- и долгосрочной перспективах» [18].

Существует большое разнообразие определений понятия «Дорожная карта» и подходов к их построению.

В [11] на странице 77 дорожной картой назван «документ, разработанный на основе обобщенного мнения экспертного сообщества и содержащий описание и визуальное представление глобальных и национальных вызовов, а также важнейших мероприятий, способных оказать существенное влияние

на развитие рассматриваемой предметной области».

В работе [19] сказано, что дорожная карта, ничто иное как «расширенное видение будущего в выбранном направлении исследований, состоящее из коллективных знаний и представлений ведущих ученых-новаторов в этой области».

Имея в виду эти и другие сходные определения, рассмотрим вариант построения дорожной карты с учетом специфики объекта наших исследований – проектов добровольных распределенных вычислений (ДРВ). Под дорожной картой мы будем понимать выбранный вариант развития (или совершенствования) деятельности проекта ДРВ, отвечающий групповому мнению представителей распределенной команды участников проекта, содержащий описание и визуальное представление желаемого состояния проекта ДРВ с учетом возможностей и ресурсной обеспеченности команды.

Применительно к проектам ДРВ дорожная карта представляет собой развернутое видение будущего в специфичном для этого проекта содержательном направлении, и такое видение основывается на коллективных знаниях и оценках ученых и специалистов, работающих в этой сфере деятельности.

В широкий обиход вошло понятие метода дорожного картирования [12, 14, 15, 16]. В [12] заявлено о развитии системного подхода к разработке дорожных карт для российских отраслей и компаний. Автор [15] претендует на создание унифицированной методики дорожного картирования. В работе [16] изложена технология дорожного картирования.

Ранее, для множества изучаемых проектов ДРВ была разработана единая методология построения многопараметрического «портрета», получаемого в результате обработки индивидуальных оценок специалистами текущего состояния проектов по заранее выбранным шкалам [20, 21]. На основе усредненных групповых оценок каждого проекта ДРВ были выявлены различия многопараметрических «портретов» [21]. У одних проектов выявилась группа параметров с групповыми оценками ниже средних, у других – наличие подмножества параметров с относительно высокими оценками, у третьих преобладают средние оценки.

Естественным образом встала задача, что и как можно предложить сделать командам проектов, чтобы улучшить «портреты» проектов, исходя из возможностей и ограничений команд.

II. ГРИД-СИСТЕМЫ ИЗ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

При проведении вычислений на грид-системах нужно учитывать ряд особенностей:

- Различная вычислительная способность узлов грид-системы;
- Автономность расчетов на вычислительных узлах, невозможность координации между вычислительными узлами;
- Ненадежность каналов связи и самих

вычислительных узлов;

- Непрогнозируемое время непрерывной работы вычислительного узла;
- Наличие ошибок в расчетах;
- Наличие задержек при отправке результатов;
- Большая длительность решения общей вычислительной задачи (1 месяц и более).

Но при организации вычислительных экспериментов на грид-системах из персональных компьютеров, при этом использующих вычислительные мощности добровольцев накладываются дополнительные ограничения:

- Ограниченное время работы вычислительного узла. Это означает, что вычислительные задания должны быть закончены за несколько часов на среднем по производительности компьютере;
- Непредсказуемый момент выхода вычислительного узла из системы;
- Необходимость наличия популярного и научно-популярного описания научных исследований и решаемой задачи;
- Регулярная активность в проекте ДРВ. Это означает публикацию результатов, новостей проекта, ссылок на доклады и статьи по теме проекта;
- Наличие системы начисления баллов за вычисления, с учетом особенностей проекта ДРВ, для поддержания соревновательного эффекта;
- Необходимость разработки версий вычислительного приложения для различных операционных систем и различных типов вычислителей (CPU, GPU и др.).

Организаторы проектов ДРВ помимо решения научных задач накладывают на себя дополнительные обязанности:

1. Разворачивание и сопровождение проекта ДРВ;
2. Увеличение вычислительной способности проекта ДРВ техническими методами: настройка параметров репликации, системы проверки и сравнения результатов, обеспечения целостности данных и другие методы тонкой настройки параметров ГСПК для уменьшения накладных расходов на передачу и обработку результатов;
3. Увеличение вычислительной способности проекта ДРВ с помощью привлечения новых вычислительных ресурсов добровольцев;
4. Удержание вычислительных ресурсов добровольцев в проекте ДРВ. Поддержание активности сообщества добровольцев, предоставляющих ресурсы этому проекту ДРВ: организация соревнований, введение системы виртуальных призов, визуализация и персонификация результатов.

Если команда организаторов проекта ДРВ состоит из одного или нескольких человек, то решение этих

проблем осуществляется по остаточному принципу. Но при полном игнорировании этих обязанностей по поддержанию проекта, вычислительная способность ГСПК быстро деградирует и добровольцы уходят из проекта. Поэтому потребность в методике определения наиболее значимых направлений развития проекта ДРВ очень высока, так как позволяет .

III. ДОРОЖНАЯ КАРТА ДЛЯ ПРОЕКТА ДРВ

Разработка дорожной карты в отношении развития нашего объекта необходима и обоснована, если руководство и команда проекта ДРВ, изучив многопараметрические оценки состояния проекта, задумывается о возможности конкурентного развития и стремится рассмотреть имеющиеся пути формирования стратегического плана внесения преобразований в деятельность ДРВ-проекта.

Известно, что грамотно оформленная ДК должна содержать следующие важные компоненты:

1. Цель проекта;
2. Перечень важных задач (мероприятий) с определением лиц, ответственных за их реализацию;
3. Значимые требования к результатам мероприятий (работ), за выполнение которых несут ответственность определенные члены команды ДРВ-проекта;
4. Оценку временных затрат на выполнение каждого мероприятия;
5. Возможные варианты различных путей реализации проекта и контрольные точки на каждом этапе его реализации.

В нашем случае цель проекта состоит в том, чтобы сформировать набор возможных стратегий развития отдельных ДРВ-проектов, опираясь на многопараметрические оценки их состояния, и выбрать приемлемый вариант стратегии, улучшающей состояние ДРВ-проекта с учетом возможностей и ограничений команды.

Далее сосредоточимся на 5-ой компоненте. Предлагается несколько альтернативных вариантов построения дорожных карт по улучшению состояния ДРВ-проектов, ориентированных на достижение целевых ориентиров по заранее определенному командой проекта подмножеству параметров

Введем понятие целевого ориентира (далее ЦО) при создании дорожной карты. ЦО – это желаемое и достижимое значение отдельного параметра ДРВ-проекта, относительно величины которого у команды имеется консенсус (в форме квалифицированного или простого большинства). Значение ЦО по каждому согласованному параметру выбирается в интервале [0 - 1] и помечается верхней звездочкой. Например, 0.75*.

Предлагаются 4 варианта определения ЦО, задающие формирование возможных стратегий улучшения деятельности ДРВ-проекта:

- A. Неравнозначные ЦО для всех параметров: ориентация на достижение командой проекта

вектора неравнозначных, но желаемых и достижимых ЦО по всем параметрам с учетом возможностей команды.

B. Задание ЦО для выбранного подмножества параметров: ориентация на достижение командой проекта вектора желаемых и достижимых ЦО по выбранным параметрам с учетом специфики проекта.

C. ЦО для выбранного подмножества приоритетных параметров (имеющих высокие значения коэффициентов значимости): ориентация команды на повышение значений подмножества наиболее значимых параметров оценки ДРВ-проектов.

D. ЦО для выбранного подмножества параметров, по которым проектом были получены низкие оценки.

Построение дорожной карты для каждого ДРВ-проекта с использованием названных вариантов состоит из следующих этапов:

Команда проекта выбирает один или все 4 подхода.

Для каждого выбранного подхода устанавливаются ЦО по заданному числу параметров. Применяется правило консенсуса или большинства. Таким образом, формируется вектор ЦО = {ЦО(1), ЦО(2), ..., ЦО(m)}. Здесь m – число параметров, выбранных командой проекта в рамках подходов B, C и D. В случае варианта A вектор включает все n параметров.

Производится расчет значений ЯК-индекса с использованием вектора ЦО.

После расчета значений ЯК-индекса по значениям ЦО для каждого из 4 подходов производится их сравнение и с учетом возможностей команды принимается решение о выборе приемлемой стратегии реализации улучшения деятельности ДРВ-проекта.

Формируется набор задач и действий, которые должны быть реализованы, чтобы достичь заданных значений ЦО (компоненты 2-4 ДК).

IV. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ ПО МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ДРВ-ПРОЕКТОВ

A. Анкета по Многопараметрической Оценке Проектов ДРВ

В 2016 - 2018 годах был проведен опрос международного сообщества добровольцев с целью определения взвешенной многопараметрической оценки по проектам ДРВ, в которых добровольцы принимают участие. Многопараметрическая оценка состояла из следующих 9 характеристик проекта ДРВ:

1. Ясный замысел проекта;
2. Научная составляющая проекта;
3. Качество научных и научно-популярных публикаций по теме проекта;
4. Дизайн проекта (сайт, сертификат, screensaver);
5. Информативность материалов на сайте проекта;
6. Визуализация результатов проекта (фото, видео, инфографика);

7. Организация обратной связи (форумы, чаты и др.);
8. Стимулирование участия кранчера в проекте (соревнования, система начисления баллов, призы);
9. Простота присоединения к проекту (нет барьеров и организационных и технических сложностей).

Каждая характеристика имела не только оценку от -2 до 2, но и свой вес от 0 до 10.

В 2016 году были сформированы варианты анкеты на русском и английском языке. В 2018 году были добавлены немецкий и французский вариант анкеты. Всего было собрано 402 анкеты (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Распределение анкет по проектам ДРВ

Проект ДРВ	Количество анкет
SAT@home	56
SETI@home	32
Einstein@home	29
Gerasim@home	29
Rosetta@home	28
Asteroids@home	21
LHC@home	20
RakeSearch	18
MilkyWay@home	18
PrimeGrid	18
Folding@home	14
POGS@home	14
Collatz Conjecture	13
World Community Grid	13
Acoustics@home	8
Остальные проекты	71
Всего	402

Так как информация об анкете в основном распространялась на русскоязычных сайтах добровольцев, а в преамбуле к анкете 2018 года была рекомендация оценить, прежде всего, проекты ДРВ российского происхождения, то получилось следующее распределение количества анкет по языкам (см. Таблицу 2).

Таблица 2. Распределение анкет по языкам

Проект ДРВ	Количество анкет
Русский	252
Английский	133
Французский	9
Немецкий	8

B. Вес Характеристик

Для увеличения информативности, характеристики были отсортированы по убыванию веса. В этом случае лепестковая диаграмма с усредненными весами по всем проектам будет выглядеть как на Рисунке 1.



Рис. 1. Усредненные веса характеристик проекта ДРВ

Значения усредненных весов характеристик проектов за период с 2016 по 2018 год изменились незначительно (см. Рисунок 2).



Рис. 2. Изменение усредненных весов за период с 2016 по 2018 годы

Поэтому в качестве усредненной оценки и усредненных весов будут приниматься усредненные данные в течение всего периода 2016-2018 годов.

С. ЯК-индекс

Для сравнения различных проектов ДРВ был разработан ЯК-индекс [21], который представляет собой взвешенную свертку оценок по характеристикам проекта. На основании индекса можно было сравнивать развивающиеся и новые проекты ДРВ с эталонными международными проектами (см. таблицу 3).

Таблица 3. ЯК-индекс проектов ДРВ на 2016-2018 годы

Проект ДРВ	ЯК-индекс
SAT@home	0.58
SETI@home	0.60
Einstein@home	0.65
Rosetta@home	0.61
Gerasim@home	0.59
POGS@home	0.66
Asteroids@home	0.62
LHC@home	0.64
MilkyWay@home	0.60
Folding@home	0.65

V. РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА ДРВ GERASIM@HOME

A. Многопараметрическая Оценка Проекта ДРВ Gerasim@home в 2016 году

При анализе материалов многопараметрической оценки проекта Gerasim@home в 2016 году (рис.3 и таблица 4), установлено, что по пяти из девяти характеристик этот ДРВ-проект имел низкие оценки от 3 до 4 баллов по пятибалльной шкале, в том числе:

- качество научных и научно-популярных публикаций по теме проекта – чуть выше 3 баллов (0.06 в нашей шкале от -2 до +2 баллов);
- организация обратной связи (форумы, чаты и др.) – около 3.3 балла (0.35);
- дизайн проекта (сайт, сертификат, screensaver) – чуть выше 3.5 балла (0.53);
- стимулирование участия краучера в проекте (соревнования, система начисления баллов, призы) – около 3.7 балла (0.76);
- Информативность материалов на сайте проекта – 3.9 балла (0.94).



Рис. 3. Лепестковая диаграмма проекта Gerasim@home по анкетам за 2016 год

Таблица 4. Веса и оценки характеристик для проекта Gerasim@home в 2016 году

№	Характеристики	Вес для всех пр. ДРВ	Вес для проекта Gerasim@home	Оценка хар-к
1	Ясный замысел проекта	8.89	8.94	1.47
2	Научная составляющая проекта	8.94	8.06	1.24
3	Качество научных и научно-популярных публикаций по теме проекта	7.75	6.35	0.06
4	Дизайн проекта (сайт, сертификат, screensaver)	6.37	7.35	0.53
5	Информативность материалов на сайте проекта	7.17	6.59	0.94
6	Визуализация результатов проекта (фото, видео, инфографика)	6.49	8.71	1.24
7	Организация обратной связи (форумы, чаты и др.)	7.49	7.18	0.35

	др.)			
8	Стимулирование участия кранчера в проекте (соревнования, система начисления баллов, призы)	6.31	8.00	0.76
9	Простота присоединения к проекту (нет барьеров и организационных и технических сложностей)	8.44	8.35	1.35

На основе приведенной многопараметрической оценки, команда проекта приняла решение предпринять усилия по исправлению положения дел по названным аспектам работы, используя подход D к построению и реализации дорожной карты совершенствования своего проекта. При этом значения целевых ориентиров (ЦО) для пяти выбранных характеристик были установлены на значение 1 балл (в шкале от -2 до +2 баллов). Обоснование такого выбора значений ЦО оправдывалось тем, что учитывались возможности команды проекта, с одной стороны, и закладывалась стратегия «довести» значения оценок данных характеристик до уровня оценок для всех проектов (рис.3), параллельно достигая более высоких значений ЯК-индекса для своего проекта.

Почти двухлетняя целенаправленная работа команды проекта Gerasim@home дала свои плоды. По четырем из пяти выбранных характеристик целевые ориентиры были превышены (см. рис.4). Сравнив данные таблиц 4 и 5, мы видим, что лишь по одной характеристике не удалось достичь (незначительно) ЦО – это «качество научных и научно-популярных публикаций по теме проекта». Здесь оценка составила около 3.9 баллов (0.93).

Одновременно, в ходе совершенствования деятельности рассматриваемого проекта, сотрудники задумались о необходимости более четкой формулировки замысла и научной составляющей (см. две наиболее значимые характеристики №2 и №1 на рис.4 и в таблице 5).

В. Многопараметрическая Оценка Проекта ДРВ Gerasim@home в 2018 году



Рис. 4. Лепестковая диаграмма проекта Gerasim@home по анкетам за 2018 год

Таблица 4. Веса и оценки характеристик для проекта Gerasim@home в 2018 году

№	Характеристики	Вес для всех пр. ДРВ	Вес для проекта Gerasim@home	Оценка хар-к
1	Ясный замысел проекта	8.89	7.73	1.13
2	Научная составляющая проекта	8.94	7.73	1.13
3	Качество научных и научно-популярных публикаций по теме проекта	7.75	7.60	0.93
4	Дизайн проекта (сайт, сертификат, screensaver)	6.37	7.60	1.07
5	Информативность материалов на сайте проекта	7.17	8.07	1.07
6	Визуализация результатов проекта (фото, видео, инфографика)	6.49	7.93	1.20
7	Организация обратной связи (форумы, чаты и др.)	7.49	8.53	1.27
8	Стимулирование участия кранчера в проекте (соревнования, система начисления баллов, призы)	6.31	7.53	1.07
9	Простота присоединения к проекту (нет барьеров и организационных и технических сложностей)	8.44	8.53	1.53

Команда проекта добровольных распределенных вычислений Gerasim@home на протяжении всего времени работы не располагала достаточными ресурсами для достижения целевых ориентиров по всем представленным характеристикам. При составлении в 2016 году лепестковой диаграммы по многопараметрической оценке проекта Gerasim@home сообществом добровольцев были выявлены 2 характеристики, оценки которых были существенно ниже, чем усредненные оценки по всем проектам (рис. 3). За 2 года (2016-2018) были приложены усилия по улучшению данных показателей. В результате использования подхода D, оценки по данным показателям, улучшились до усредненных по всем проектам (рис.4). Также стоит отметить, что ЯК-индекс проекта Gerasim@home в 2016 году был равен 0.589, а в 2018 году значение этого индекса у проекта Gerasim@home выросло до 0.628.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные подходы по улучшению проекта ДРВ для сообщества добровольцев позволяют команде организаторов минимизировать усилия по сопровождению проектов ДРВ и сконцентрироваться на наиболее важных для них целевых ориентирах. Собранные данные в рамках опроса по оценке проектов ДРВ позволяют не только оценить динамику многопараметрической оценки проекта ДРВ, но и сравнить текущие показатели проекта с другими проектами ДРВ. Предложенные подходы можно применять не только в проектах ДРВ, но и в других областях, в которых необходимо взаимодействовать с виртуальными сообществами.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы статьи благодарят организаторов проектов ДРВ Gerasim@home, SAT@home, RakeSearch, Acoustics@home, администрацию сайта BOINC.RU за консультации и помощь в организации опроса, а также международное сообщество добровольцев за предоставление вычислительных мощностей проектам ДРВ и активное участие в опросе.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Benoit, et al., Scheduling Concurrent Bag-of-Tasks Applications on Heterogeneous Platforms // IEEE Trans. Computers, vol. 59, no. 2, 2010. pp. 202-217.
- [2] D.P. Anderson "BOINC: a system for public-resource computing and storage", Grid Computing, IEEE, 2004.
- [3] The server of statistics of voluntary distributed computing projects on the BOINC platform. <http://boincstats.com>. (date of access: 15.02.2019).
- [4] Site of World Community Grid project <http://www.worldcommunitygrid.org>. (date of access: 24.02.2019)
- [5] Kurochkin I. I. The umbrella project of volunteer distributed computing Optima@home // CEUR Workshop Proceedings, Vol. 1973, 2017, pp. 35-42.
- [6] Pospkin M., Semenov A. Zaikin O. Using BOINC desktop grid to solve large scale SAT problems. // Computer Science, 13 (1), 2012. pp. 25-34.
- [7] Simpson R., Page K. R., De Roure D. Zooniverse: observing the world's largest citizen science platform // Proceedings of the 23rd international conference on world wide web. – ACM, 2014. – С. 1049-1054.
- [8] Bonney R. et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy // BioScience. – 2009. – Т. 59. – № 11. – С. 977-984.
- [9] Wynn J. Citizen science in the digital age: rhetoric, science, and public engagement. – University of Alabama Press, 2017.
- [10] Jennett C. et al. Motivations, learning and creativity in online citizen science // Journal of Science Communication. – 2016. – Vol. 15. – no. 3.
- [11] О.И. Карасёв, М.Е. Дорошенко. использование метода дорожных карт для формирования перспективного видения развития мегарегулирования финансового сектора в России. ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 6. ЭКОНОМИКА. 2015. № 4, с.75-98.
- [12] Л. Ю. Матич. Системный подход при разработке дорожных карт для российских отраслей и компаний. Труды ИСА РАН. Том 66. 3/2016, с. 86-97.
- [13] Ковалев В.И. Дорожная карта инновационного развития предприятия // Universum: экономика и юриспруденция. 2014. № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/dorozhnaya-karta-innovatsionnogo-razvitiyapredpriyatiya>.
- [14] Д.Р. Белоусов, И.О. Сухарева, А.С. Фролов. Метод «картирования технологий» в поисковых прогнозах. Форсайт Т. 6. № 2 2012. С.6-16.
- [15] Черепанов М.А. Дорожная карта как инструмент управления развитием организации. Проблемы управления, Выпуск №5(30) октябрь 2014г

- [16] Технология дорожного картирования [электронный ресурс]. URL: http://www.unido.org/fileadmin/import/16963_TechnologyRoadmapping.pdf (дата обращения 23.02.2019)
- [17] Манчулянцев О.А., Павлычева Е.Ю., Краузова Е.Н., Ткачева А.В. Дорожные карты российского бизнеса: Аналитический отчет по исследованию. М.: Open Innovation Inc. 2012. 64 с.
- [18] Гохберг Л.М. Будущее как стратегическая задача // Форсайт. 2007. № 1 (1).
- [19] Willyard C.H., McClees C.W. (1987) Motorola's technology roadmap process. Research Management, Sept.-Oct., pp. 13-19.
- [20] Yakimets V.N., Kurochkin I.I. Voluntary distributed computing in Russia: a sociological analysis. Collection of scientific articles of the XVIII Joint Conference "Internet and Con-temporary Society" (IMS-2015), St. Petersburg, June 23, 2015, St. Petersburg: ITMO University, 2015. Sc.345-352. ISBN 978-5-7577-0502-6.
- [21] Yakimets V.N., Kurochkin I.I. Analysis of results of the rating of volunteer distributed computing projects // Russian Supercomputing Days 2018, September 24-25, 2018, Moscow, Russia: Proceedings of international conference, MSU, 2018, pp.893-908.

Якимец Владимир Николаевич, д.с.н., к.т.н., Институт проблем передачи информации РАН, главный научный сотрудник, РАНХиГС, профессор, ORCID 0000-0003-4953-2932.

Курочкин Илья Ильич, к.т.н., Институт проблем передачи информации РАН, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-0399-6208.

Development of voluntary distributed computing projects based on roadmaps and multi-parameter assessments

V.N. Yakimets, I.I. Kurochkin

Abstract — Desktop grid systems have been used to solve scientific problems for more than twenty years. The use of computing resources of volunteers allows you to organize distributed systems consisting of tens and hundreds of thousands of nodes. The computational capabilities of such systems are comparable to modern supercomputers. Deployment and maintenance of voluntary distributed computing projects is a complex set of works. For the planned development of the voluntary distributed computing (VDC) project, a roadmap is needed that will reflect a specific methodology for the development of the project. Based on a survey of the volunteer community on the multi-parameter evaluation of VDC projects, a methodology for the development of a particular project is proposed. Four approaches to the formation of a roadmap for the development of the VDC project on the basis of selected targets are proposed. The results of multi-parameter assessments of VDC projects by the volunteer community in 2016-2018 are discussed. On the example of the project VDC Gerasim@home shows the choice of targets and approach to the formation of the project roadmap. The dynamics of multi-parameter assessments of the project for two years is shown.

Keywords — Distributed computing, voluntary distributed computing project, multi-parameter project evaluation, project evaluation index, project targets, project roadmap.

REFERENCES

- [1] Benoit, et al., „Scheduling Concurrent Bag-of-Tasks Applications on Heterogeneous Platforms // IEEE Trans. Computers, vol. 59, no. 2, 2010. pp. 202-217.
- [2] D.P. Anderson “BOINC: a system for public-resource computing and storage”, Grid Computing, IEEE, 2004.
- [3] The server of statistics of voluntary distributed computing projects on the BOINC platform. <http://boincstats.com>. (date of access: 15.02.2019).
- [4] Site of World Community Grid project <http://www.worldcommunitygrid.org>. (date of access: 24.02.2019)
- [5] Kurochkin I. I. The umbrella project of volunteer distributed computing Optima@ home // CEUR Workshop Proceedings, Vol. 1973, 2017, pp. 35-42.
- [6] Posypkin M., SemenovA. Zaikin O. Using BOINC desktop grid to solve large scale SAT problems. // Computer Science, 13 (1), 2012. pp. 25-34.
- [7] Simpson R., Page K. R., De Roure D. Zooniverse: observing the world's largest citizen science platform //Proceedings of the 23rd international conference on world wide web. – ACM, 2014. – C. 1049-1054.
- [8] Bonney R. et al. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy //BioScience. – 2009. – T. 59. – №. 11. – C. 977-984.
- [9] Wynn J. Citizen science in the digital age: rhetoric, science, and public engagement. – University of Alabama Press, 2017.
- [10] Jennett C. et al. Motivations, learning and creativity in online citizen science //Journal of Science Communication. – 2016. – Vol. 15. – no. 3.
- [11] O. I. Karasev, M. E. Doroshenko. the use of the roadmaps method to form a perspective vision of the development of mega-regulation of the financial sector in Russia. WESTN. MOSK. UN-TA. SER. 6. ECONOMY. 2015. No. 4, pp. 75-98.
- [12] L. Y. MATIC. A systematic approach in the development of roadmaps for Russian industries and companies. Proceedings of ISA RAS. Volume 66. 3/2016, pp. 86-97.
- [13] Kovalev V. I. Road map of innovative development of the enterprise // Universum: Economics and jurisprudence. 2014. No. 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/dorozhnaya-karta-innovatsionnogo-razvitiyapredpriyatiya>.
- [14] D. R. Belousov, I. O. Sukhareva, A. S. Frolov. The method of "mapping technologies" in search forecasts. Forsyth Vol. 6. No. 2 2012. Pp. 6-16.
- [15] Cherepanov M. A. Road map as a tool for managing the development of the organization. Management problems, Issue #5 (30) October 2014
- [16] Technology of road mapping [electronic resource]. URL: http://www.unido.org/fileadmin/import/16963_TechnologyRoadmapping.pdf (accessed 23.02.2019)
- [17] Manchulyantsev O. A., pavlycheva E. Yu., Krauzova E. N., Tkacheva A.V. Road maps of Russian business: Analytical report on the study. Moscow: Open Innovation Inc. 2012. 64 pp.
- [18] Gokhberg L. M. the Future as a strategic task // foresight. 2007. No. 1 (1).
- [19] Willyard C.H., McClees C.W. (1987) Motorola’s technology roadmap process. Research Management, Sept.-Oct., pp. 13-19.
- [20] Yakimets V.N., Kurochkin I.I. Voluntary distributed computing in Russia: a sociological analysis. Collection of scientific articles of the XVIII Joint Conference "Internet and Con-temporary Society" (IMS-2015), St. Petersburg, June 23, 2015, St. Petersburg: ITMO University, 2015. Sc.345-352. ISBN 978-5-7577-0502-6.
- [21] Yakimets V.N., Kurochkin I.I. Analysis of results of the rating of volunteer distributed computing projects // Russian Supercomputing Days 2018, September 24-25, 2018, Moscow, Russia: Proceedings of international conference, MSU, 2018, pp.893-908.