

УДК 681.3.07

ОБ ОНТОЛОГИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

С.А. Гольдштейн,
А.Г. Кудрявцев, С.С. Печеркин

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В работе представлен пакет концептуальных моделей и графических образов онтологических пространств сложного объекта и системной деятельности.

Ключевые слова: онтологическое пространство, концептуальная модель, графический образ, взаимодействие пространств.

ВВЕДЕНИЕ

Интерес к онтологическому пространству [27, 28], онтологиям [3, 4, 15, 16, 19], тезаурусам [1, 14, 17], ТЕОНам [25, 26] и т.п. понятиям связан с логикой развития когнитивной науки [2] и потребностями практической работы со все возрастающими потоками информации [21, 22] в технико-экономическом укладе, основанном на знаниях [6]. При этом в сфере практической деятельности вовлекаются все более сложные объекты, для исследования которых с середины прошлого века широко используют методологию и инструментарий системности. При этом для системной деятельности успешно разрабатывается модель онтологического пространства [27, 29], а для ее объектов – разнообразные онтологии предметных областей знания. Это связано с тем, что традиционные библиотеки и Интернет не могут считаться на сегодня лучшими хранилищами знаний, прежде всего, потому, что плохо упорядочены. А как логические структуры они содержат избыток информации, противоречивой, но претендующей на одно и то же место хранения, что затратно не только по неэффективно используемой памяти, но и по ресурсу на поиск. При этом существенно, что общепринятых подходов, определений и представлений в этой сфере еще нет. Кроме того, на стыке веков в связи с бурным развитием информационно-коммуникационных технологий образовалась новая ветвь системной деятельности – системная интеграция [12, 13], также требующая когнитивно-компьютерной поддержки на основе модели онтологического

ABOUT ONTOLOGICAL WIDENESS OF SYSTEM INTEGRATION

S.L. GOLDSHTEYN,
A.G. KUDRYAVTSEV, S.S. PETCHERKIN

The paper considers packets conceptual models and graphical figures of ontological widenesses of computer object and systematical activity.

KEYWORDS: ontological wideness, conceptual model, graphical figure, interaction of widenesses.

пространства. В статье приведены концептуальные и графические описания основных инвариантных понятий, предлагаемых для модели интеграции онтологических пространств сложного объекта и системно-интеграционной деятельности.

ПАКЕТ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

Анализ терминологии, связанной с информационным, когнитивным и онтологическим пространствами, свидетельствует о неполноте и противоречивости известных дефиниций. На наш взгляд задача может быть решена созданием пакета базово-уровневых и модификационных концептуальных моделей (КМ) в определенном формализме [12], требующем иметь в дефиниции ответы на 6 вопросов: о функции, пути ее реализации, структурной основе, направленности, цели и свойствах определяемого предмета в виде основного (B_0) и дополняющих ($B_{1..6}$) блоков: $KM = (B_0, B_1, \dots, B_6; R)$, где R – схема позиционирования в тексте всех блоков с подчеркиванием дескриптора дополняющих блоков.

Пакет базово-уровневых концептуальных моделей дан нами для термина «пространство», его вариантов – информационное, когнитивное, онтологическое и контекстное пространства, а также для понятия «онтология».

Пространство – многомерная арена жизненного цикла любых объектов, полей и технологий с функциями несущей конструкции объяснительной картины мира и фиксатора положения этих объектов,

полей и технологий. Функции реализуются путем их позиционирования и мониторинга на основе природных или искусственных структур и связей. Функции направлены на предъявление и опознание объектов, полей, технологий и их движений с целью устойчивого развития в благоприятных условиях за счет устранения противоречий и перераспределения позиций объектов, полей и технологий, а также выживания в неблагоприятных условиях за счет их стабилизации с передачей информации в будущее. При этом пространство обладает свойствами реального воздействия на объекты и субъекты, композирования и декомпозирования, расширения и сжатия, присоединения и удаления объектов, полей и технологий, а также воспринимаемости через сенсоры.

Информационное пространство – частный случай пространства, а именно, многомерная арена жизненного цикла информационных объектов, полей и технологий с функцией несущей конструкции объяснительной картины взаимодействия информации с материей и энергией, как фиксатора информационного ресурса (потенциала). Функция реализуется путем позиционирования и мониторинга этого ресурса на основе природных и искусственных предметно-технологических и организационно-управленческих структурно-полевых сред. Функция направлена на информационное отражение сущностей физической и виртуальной реальности, на хранение, извлечение и использование информации с целью устойчивого развития в благоприятных условиях за счет устранения противоречий и перераспределения информационных объектов, полей и технологий, а также выживания в неблагоприятных условиях за счет их стабилизации с передачей информации в будущее. При этом информационное пространство обладает свойствами отражения и порождения физического (материально-энергетического) пространства, композирования и декомпозирования, расширения и сжатия, присоединения и удаления информации, а также воспринимаемости через сенсоры и реального воздействия на объекты и субъекты.

Когнитивное пространство – частный случай информационного пространства, а именно, многомерная арена жизненного цикла интеллектуально-информационных объектов, полей и технологий с функцией несущей конструкции объяснительной картины взаимодействия данных и знаний как фиксатора когнитивного ресурса (потенциала). Функция реализуется путем позиционирования и мониторинга этого ресурса на основе природных и искусственных предметно-технологических, организационно-управленческих и информационных структурно-полевых сред. Функция направлена на отражение качества сущностей физической и виртуальной реальности, хранение, извлечение и использование знаний с целью устойчивого развития в благоприятных условиях за

счет устранения противоречий и перераспределения интеллектуально-информационных объектов, полей и технологий, а также выживания в неблагоприятных условиях за счет их стабилизации с передачей знаний в будущее. При этом когнитивное пространство обладает свойствами отражения и порождения физического (материально-энергетического) и информационного пространств, композирования и свертки эмпирической информации, композирования и декомпозирования, расширения и сжатия, присоединения и удаления знаний, а также воспринимаемости через сенсоры и реального воздействия на объекты и субъекты.

Онтологическое пространство – частный случай когнитивного пространства, а именно, многомерная арена жизненного цикла совокупности систем понятий (онтологий) с функцией фиксации этих совокупностей систем и их связей. Функция реализуется путем гранулирования, позиционирования и мониторинга на основе искусственных структур понятий. Функция направлена на отражение вложенности систем понятий физической и виртуальной реальности с целью устойчивого развития в благоприятных условиях за счет устранения противоречий и перераспределения позиций онтологий, а также выживания в неблагоприятных условиях за счет их стабилизации с передачей информации в будущее. При этом онтологическое пространство обладает свойствами композирования и декомпозирования, расширения и сжатия, присоединения и удаления систем понятий, а также воспринимаемости через сенсоры и реального воздействия на объекты и субъекты.

При этом полагаем, что онтология – это система понятий с функцией фиксации понятий (терминов) и их связей. Функция реализуется путем их позиционирования и мониторинга на основе искусственных сетевых структур с вложением контента в их узлы и дуги. Функция направлена на систематизацию понятий с последующим ее использованием с целью устойчивого развития в благоприятных условиях за счет устранения противоречий и перераспределения понятий и их связей, а также выживания в неблагоприятных условиях за счет их стабилизации с передачей информации в будущее. При этом онтология обладает свойствами, проявляющимися в виде модельных имитаций физической и виртуальной реальности и оказывающими реальные воздействия на субъекта.

Контекстное пространство – частный случай информационного пространства, а именно, многомерная арена жизненного цикла контента, релевантного понятию (близко к знаниевому тезаурусу), с функцией фиксации этого контента. Функция реализуется путем позиционирования и мониторинга текстов на основе структурирования контента. Функция направлена на максимально полное отражение сущности понятия, хранение, извлечение и использование информации с целью устойчивого развития в благо-

приятных условиях за счет устранения противоречий в контенте, его пополнения и перераспределения, а также выживания в неблагоприятных условиях за счет его стабилизации с передачей информации в будущее. При этом контент-пространство обладает свойствами, проявляющимися в виде мультимедиаэкстивных имитаций физической и виртуальной реальности и оказывающими реальное воздействие на субъекта.

Видно, что имеет место уточнение термина «пространство» с акцентом на целеполагание в соответствии с [20]. А пакет модификационных концептуальных моделей (не приводится) даст детальное уточнение и привязку общих дефиниций и свойств каждого пространства к специфике задач.

ПАКЕТ ГРАФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ

В качестве аналога [27, 29, 24] взято онтологическое пространство знаний о системной мыследеятельности (рис. 1а), представленное тремя ортогональными координатными осями: деятельности, мышления и этики, рассматриваемыми дуально. Аналог может быть легко адаптирован к системно-технической и системно-интеграционной деятельности в соответствии с кортежами: $A = (A_1, A_2, A_3, A_4; R1)$, $T = (T_1, T_2, T_3, T_4; R2)$, $M = (M_1, M_2, M_3, M_4; R3)$, где индексы соответствуют уровням: 1 – социально-бытовому, 2 – предметному, 3 – системно-техническому, 4 – системно-интеграционному, $R1 \div R3$ – матрица связи.

При этом на уровне 3 особо значимы системотехника и системология [18, 12], а на уровне 4 – нервная система не только лица, принимающего решения, но и предприятия в целом [5, 7]. В дополнение к этому предлагаемое нами (рис. 1б) онтологическое пространство знаний о сложном объекте также трехмерно и, естественно, динамично. При этом адресация V фрагмента знаний в этих пространствах может быть дескриптивной:

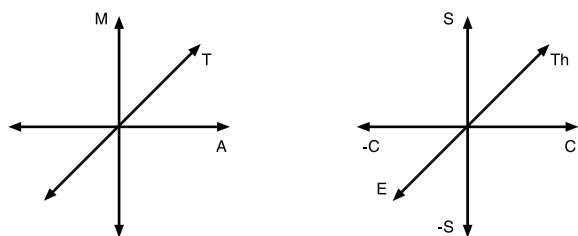


РИС. 1.

Предлагаемые оси координат трехмерных онтологических пространств системной деятельности (а) и ее объекта 1 (б). А – деятельность (activity), Т – мышление (thinking), М – мораль (morality), этика, оценки, С (classifier) – классификатор научных знаний об объекте (например, УДК, ББК, ГРНТИ, ВАК и т.п.); - С – классификатор квази-, псевдо- и лжезнаний; Th (theoreticness) – теоретичность знаний об объекте; Е (empiricness) – эмпиричность знаний об объекте; S (scale) – логарифмический масштаб объекта, видимого непосредственно, $\geq 10^{-4}$ м; - S – логарифмический масштаб объекта, непосредственно невидимого, $< 10^{-4}$ м

$$V[i,j,k] = V[0,0,0] + D1 \times i + D2 \times j + D3 \times k,$$

где V – нулевая компонента, D – индексные множители, или фасетной:

$$V[i,j,k] = \Phi 1(\{x_i\}), \Phi 2(\{x_j\}), \Phi 3(\{x_k\}),$$

где Φ – фасет, x – значение фасета. А позиционирование реализовано с учетом того, что

$$\Phi = (\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_m),$$

где Φ_i – экземпляры фасета,

$$\Phi_i : x_1, x_2, \dots, x_n, \quad \Phi_i = \sum_{i=1}^n x_i \times \alpha_i,$$

где α_i – вес.

Отметим, что в идею обеих представленных на рис. 1 систем координат корректно вписывается идея [19] гранулярного онтологического пространства, например в виде, приведенном на рис. 2.

Вложенность вершин и дуг, несущих свои гиперкубы информации [8, 9], для таких частных гранул иллюстрирует рис. 3.

Примеры позиционирования частных онтологий или онтологических гранул на плоскости приведены на рис. 4–5.

Представленные на рис. 5 примеры имеют аналоги, получаемые с помощью редакторов онтологий типа PROTEGE. Естественно, что переход от иерархий к

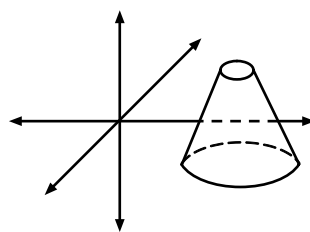


РИС. 2.

Пример позиционирования частного случая гранулярной онтологии в трехмерном онтологическом пространстве

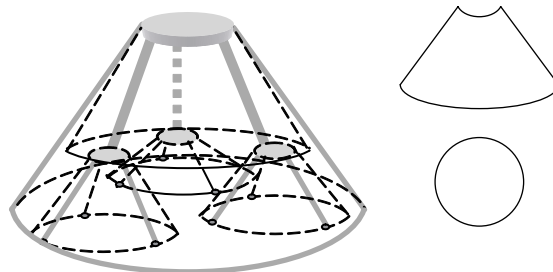


РИС. 3.

Пример объемного представления трехуровневой гранулы иерархической онтологии совокупностью усеченных конусов с уменьшением объема знаний в вершинах и дугах вниз по иерархии; поверхности для позиционирования: а) дуг типа «часть – целое», б) вершин

сетевым (объемным) структурам требует учета доступа к функциональным связям (рис. 6).

ИНТЕГРАЦИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ СЛОЖНОГО ОБЪЕКТА И СИСТЕМНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Задавая качество R онтологических пространств сложного объекта R_o и системной деятельности R_A с этим объектом можно представить взаимодействие таких пространств в координатах $R_o - R_A - t$ как модель поведения в виде системы двух линейных неоднородных дифференциальных уравнений [10]:

$$\begin{aligned} \bar{R}_o &= a_{11} \times R_o + a_{12} \times R_A + f(t), \\ \bar{R}_A &= a_{21} \times R_o + a_{22} \times R_A + g(t), \end{aligned} \quad (1)$$

которая может быть основой для модели управления [11]:

$$\begin{aligned} \bar{R}_o &= b_{11} \times R_o + b_{12} \times R_A + f(t) + U_1(t), \\ \bar{R}_A &= b_{21} \times R_o + b_{22} \times R_A + g(t) + U_2(t), \end{aligned} \quad (2)$$

где U – управленческий ресурс.

Модель (2) реализуема в координатах: управление-время-отклики, где в качестве последних целесообразно обратить внимание на системно-интеграционную

готовность хранилищ знаний к работе и эффективность S совместного использования этих знаний при работе:

$$\bar{R} = \bar{R}_o^\alpha \times \bar{R}_A^\beta, S = S_o^\beta \times S_A^\alpha,$$

где $\sum \alpha = 1, \sum \beta = 1; \alpha, \beta$ – веса, $\bar{R} = \bar{R}^{TK} / \bar{R}^{TP}$, TK, TP – текущее и требуемое значения соответственно, $S = u/l$, u – польза, l – затраты.

В итоге могут быть созданы пространства готовности сложного объекта и соответствующего инструмента системной и системно-интеграционной деятельности, а также их совместной эффективной работы, например, в фазовом пространстве, условно приведенном на рис. 7.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким, образом, во-первых, представлены определения, развернутые до концептуальных моделей, для понятия «пространство» и его частных случаев: информационного, когнитивного, онтологического и контентного, что дает ответы на основные вопросы о функциях, путях их реализации, структурной основе, направленности, цели и свойствах онтологических

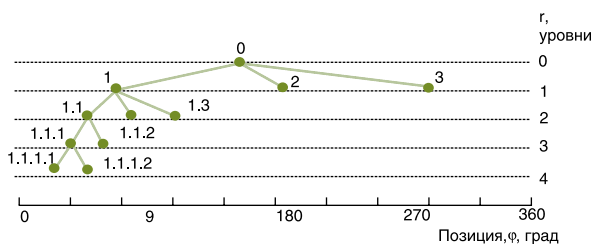


РИС. 4. Пример позиционирования фрагмента иерархической онтологии на плоскости (вид сбоку)

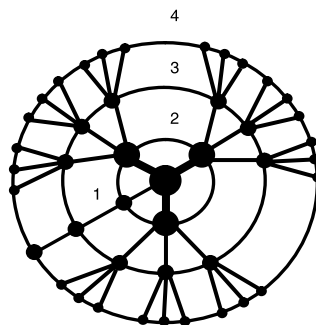


РИС. 6. Пример схемы каналов коммутации функциональных связей объемной иерархической онтологии типа «а» на рис. 5 (вид сверху) на ее «дне» (каналы коммутации: 1 – межрадиальный, 2 ÷ 4 – радиальные)

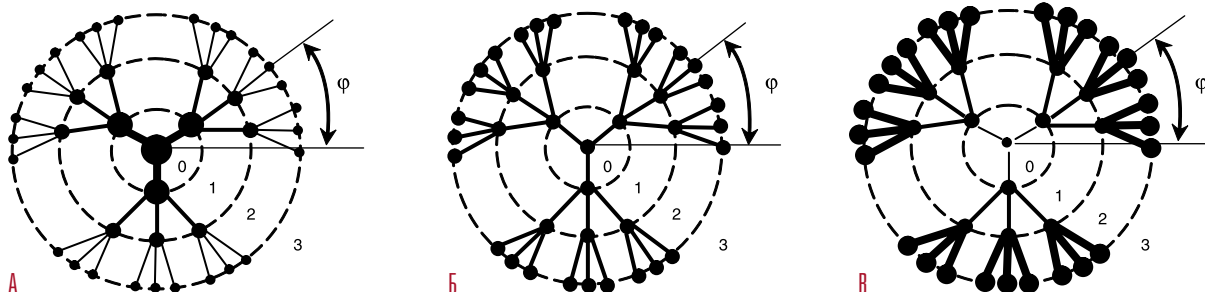


РИС. 5. Пример позиционирования фрагмента иерархической онтологии на плоскости (вид сверху) в радиальной системе координат ($x = f(r, \phi)$), где r – иерархический уровень, ϕ – позиция/ значимость вершины; а) с уменьшением объема знаний в вершинах и дугах от центра к периферии, б) с одинаковым объемом знаний в вершинах и дугах, в) с увеличением объема знаний в вершинах и дугах от центра к периферии

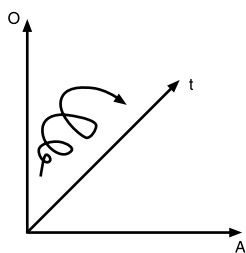


Рис. 7.

Возможный фазовый портрет в системе $O - A - t$

пространств; во-вторых, на основе модели трехмерно-го онтологического пространства знаний о системной мыследеятельности, как аналога, представлено ее развитие до системно-технического и системно-интеграционного уровней и предложена модель трехмерного онтологического пространства знаний о сложном объекте с координатами: классификация знаний, их теоретичность, масштаб объекта; в-третьих, рассмотрены варианты адресации частных онтологий в предложенных пространствах знаний; в-четвертых, приведены графические образы позиционирования, а также плоские и объемные представления частных онтологий/гранул; в-пятых, дан подход к интеграции онтологических пространств сложного объекта и системной деятельности на основе динамических моделей поведения и управления с оценками готовности хранилищ знаний и эффективности их совместной работы.

На основании этих результатов можно заключить, что предложенные представления могут быть основой для создания теории и конструкции высокоэффективных хранилищ знаний, ориентированных на разрешение проблемных ситуаций со сложными объектами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аджиев А.С., Нгуен М.Х. Подходы к описанию и использованию тезаурусов в информационных системах. URL: <http://www.rcdl.ru/doc/2003/F1.pdf>.
2. Величковский Б.М. Когнитивная наука: основы познания, в 2-х т. М: Смысл, 2006. Т. 1. 448 с. Т. 2 432 с.
3. Гаврилова Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных систем автоматизации. URL: http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/km/ontol_podhod_to_uz...
4. Гаврилова Т.А., Горовой В.А., Болотникова Е.С., Горелов В.В. Субъективные метрики оценки онтологий. URL: <http://www.math.nsc.ru/conference/zont09/reports/39Gavrilova-Gorovoi-Bolotnikov-Gorelov.pdf>.
5. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли. М: Эксмо-пресс, 2001. 480 с.
6. Глазьев С.Ю. Девять направлений новой экономики. URL: viperson.ru/wind.php?ID=315236.
7. Гольдштейн С.А. Электронная нервная система фирмы // Инжиниринг. Инновации. Инвестиции. Челябинск: ЧНЦ РАЕН, №6, 2005. С. 128–142.
8. Гольдштейн С.А., Джмухадзе Е.С. Системно-интеграционный взгляд на информацию // Наука и производство. Челябинск: ЧНЦ РАЕН, 2007. С. 213–235.
9. Гольдштейн С.А., Печеркин С.С., Джмухадзе Е.С. Об алгоритмах разработки онтологий и онтологическом пространстве // Сб. докладов 6-ой международной НПК «Новые образовательные технологии в вузе». Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2009. Ч. 2. С. 93–97.
10. Гольдштейн С.А., Солонин Е.Б. Динамические модели на основе аппроксимацией: метод построения // Системная интеграция в здравоохранении. 2012. №1(15), С. 3–14. URL: www.sys-int.ru
11. Гольдштейн С.А., Солонин Е.Б. Динамические модели на основе аппроксимаций: исследование свойств. Там же. С. 15–19.
12. Гольдштейн С.А. Системная интеграция бизнеса, интеллекта, компьютера. Екатеринбург: ИД «Пироговъ». 2006. 392 с.
13. Гольдштейн С.А., Печеркин С.С., Гольдштейн М.А. О механизме системной интеграции // Системы управления и информационные технологии. 2011. № 3 (45). С. 127–131.
14. ГОСТ 7.25-2001. Тезаурус информационно-поисковый одноязычный.
15. Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. Онтологии и тезаурусы: учебное пособие. Казань: КГУ, 2006. 157 с.
16. Добров Б.В., Лукашевич Н.В. Лингвистическая онтология по естественным наукам и технологиям для приложений в сфере информационного поиска // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия физ.-мат. науки. 2007. 149. № 2. С. 49–72.
17. Добров Б.В., Лукашевич Н.В. Тезаурус и автоматическое концептуальное индексирование в универсальной информационной системе «Россия». URL: http://www.cir.ru/docs/ips/publications/20-01_rcdl_alot.pdf.
18. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Системотехника. М: Радио и связь, 1985. 200 с.
19. Колуцкая А.П. Гранулярная онтология пространства для когнитивных мобильных роботов. URL: scilarce.com/library/book/2076
20. Кузнецов О.А., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе природа – общество – человек. СПб., М., Дубна: Гуманистика, 2002, 616 с.
21. Ландэ Д.В. Поиск знаний в Internet. М: Вильямс, 2005. 272 с.
22. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика. Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы. М: Либроком, 2009. 264 с.

23. ЛАПШИН В.А. Онтологии в компьютерных системах. М: Научный мир, 2010. 224 с.
24. МАРЧА В.Г. Методологическое пространство построения подходов и интерпретации схемы мыследеятельности. URL: www.fondgpr.ru/lib/conferences/4/notes/8.
25. НАРИНЬЯНИ А.С. Кентавр по имени ТЕОН. URL: viperson.ru/wind.php?ID=514366&soch=1.
26. НАРИНЬЯНИ А.С. ТЕОН2: от тезауруса до онтологии и обратно. URL: <http://www.dialog-21.ru/materials/archive.asp?id=7360&y=2002&vol=6077>.
27. СТЕПАНОВ В.Ф. Онтологическое пространство интегративного взаимодействия. URL: <http://smd.mirtesen.ru/blog/43634602076/Ontologicheskoe-pr-ostransvo>.
28. ФЛОРЕНСОВ А.Н. Построение абстрактного пространства для семантической теории информации // Доклады сибирского отделения Академии наук высшей школы. Новосибирск. 2000. №2. С. 94–101.
29. ЩЕДРОВИЦКИЙ Г.П. Схема мыследеятельности – системно-структурное состояние, смысл и содержание / Системные исследования. Ежегодник 1986. М.: Наука, 1987.

Гольдштейн Сергей Львович,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой вычислительной техники
Уральского федерального университета

☎ тел.: +7 (343) 375-95-20, +7 (912) 240-07-47,
e-mail: elnvlasova@gmail.com

Кудрявцев Александр Генрихович,
к.ф.-м.н., доцент кафедры вычислительной техники Уральского
федерального университета

☎ тел.: +7 (343) 3754606

Печеркин Сергей Сергеевич
к.ф.-м.н., научный сотрудник кафедры вычислительной
техники Уральского федерального университета

☎ тел.: +7 (343) 3759520

☎ 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19, УГТУ, ФТИ