

Основы создания средств когнитивной графики для оценки эффективности труда профессорско-преподавательского состава

А. Е. Янковская^{I,II}, Д. Ю. Ляпунов^{III,IV}

^I Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск, Россия

^{II} Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

^{III} Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

^{IV} Научно-исследовательский институт автоматики и электромеханики ТУСУР, г. Томск, Россия

Аннотация. Обосновывается актуальность оценки эффективности труда профессорско-преподавательского состава (ППС), обусловленная переходом сотрудников вуза на эффективный контракт. Приводится анализ различных подходов к оценке эффективности труда ППС. Аргументируется целесообразность совершенствования методов тестирования ППС, оценки эффективности их труда на базе средств когнитивной графики (СКГ). Излагаются основы построения СКГ, позволяющие преобразовывать пространство признаков в пространство образов. Приводится теорема, на основе которой строятся СКГ, основанные на 2-симплексе призмы, позволяющие сохранять сумму расстояний до образов и отношений между этими расстояниями. Разработаны СКГ для оценки эффективности труда ППС. В дальнейшем для их оценки предлагается создание интеллектуальной тестирующей системы с когнитивной компонентой. На основе анализа признакового пространства предлагается его расширение, позволяющее совершенствовать систему эффективного контракта.

Ключевые слова: интеллектуальная тестирующая система, матричная модель представления данных и знаний, закономерности, средства когнитивной графики, 2-симплекс призмы, конструирование, интеллектуальное инструментальное средство ИМСЛОГ.

DOI 10.14357/20718594190308

Введение

Оценка эффективности труда профессорско-преподавательского состава (ППС) является одним из ключевых направлений в работе вузов. Она осуществляется, в основном, стихийно, бессистемно, в каждой организации по-своему и направлена на краткосрочный результат. Недостаток существующей системы оценки труда ППС заключается в том, что в ней недостаточно регламентируются субъекты и параметры оценивания, не реализуется концепция комплексной внутренней и внешней оцен-

ки. Актуальность оценки эффективности труда ППС связана с процессами модернизации современного вуза, что требует внедрения новых методов оценки и контроля эффективности научной, образовательной и организационной деятельности.

В данной статье приводится обзор публикаций и современное состояние проблемы по оценке эффективности труда ППС; предлагаются математические основы средств когнитивной графики (СКГ) для оценки эффективности труда ППС. Отмечаются «узкие» места в формировании «матрицы эффективного контракта», применяемой в Томском государ-

✉ Янковская Анна Ефимовна. E-mail: ayankov@gmail.com

ственном архитектурно-строительном университете (ТГАСУ). Приводятся примеры практического использования СКГ, построенных на базе математического аппарата, положенного в основу построения 2-симплекс призмы. В заключении предлагается создание интеллектуальной тестирующей системы (ИТС) для оценки эффективности труда ППС, основанной на матричной модели представления данных и знаний, смешанных диагностических тестах, выявлении различного рода закономерностей, тестовых логико-комбинаторных и логико-комбинаторно-вероятностных методах распознавания образов, принятии и обосновании принятия решений с применением СКГ, включая и 2-симплекс призму.

1. Современное состояние проблемы

В настоящее время оценке эффективности труда ППС посвящено довольно большое количество публикаций, которые требуют специального обзора. В большинстве вузов предлагаются свои критерии оценки эффективности ППС, используемые для формирования системы оплаты труда ППС. К сожалению, отсутствует обоснованность предлагаемых критериев. Приведем только некоторые из публикаций, отражающих современное состояние в рассматриваемой проблемной области [1–7].

В публикации [1] рассмотрены системы оценивания результативности трудовой деятельности работников федеральных бюджетных учреждений, предложенного Минздравсоцразвития. Впервые предложена и обоснована целесообразность создания новой системы оплаты труда на основе оценивания результатов трудовой деятельности с использованием интеллектуальных систем выявления различного рода закономерностей и принятия решений по оплате труда с обоснованием принимаемых решений.

Сформированы характеристические признаки (ХП), определяющие результативность трудовой деятельности. В число ХП для оценки труда ППС включены следующие: образование, степень, звание, должность, участие в НИР (НИРС) и грантах, защита диссертаций, количество публикаций и их уровень, участие в конференциях, членство (президентство) в российских и международных организациях, участие в организации мероприятий, собственная и

экспертная оценка уровня стимулирования, дополнительные нагрузки и ряд других. В число классификационных признаков (КП), применяемых для оценки труда ППС, включены: уровень надбавки и усредненная экспертная оценка уровня стимулирования.

Сформирована база знаний на основе матричной модели представления данных и знаний. Дана постановка задачи вычисления весовых коэффициентов (ВК) ХП, влияющих на результативность оценки трудовой деятельности и изложена процедура их вычисления. Предложенная ИТС конструируется на основе интеллектуального средства ИМСЛОГ [8]. ИТС основана на матричной модели представления данных и знаний, смешанных диагностических тестах, выявлении различного рода закономерностей, тестовых логико-комбинаторных и логико-комбинаторно-вероятностных методах распознавания образов, принятии и обосновании принятия решений с применением СКГ [9]. Примечательно то, что в анализируемой публикации [1] впервые выявлены «узкие» места к подходу системы оценивания.

Далее представлены публикации, в которых описываются системы эффективного контракта для вузов или используемые показатели для оценки эффективности труда ППС. Так, в статье [3] довольно подробно описана система эффективного контракта для научно-педагогических работников Томского политехнического университета (ТПУ). Примечательно то, что этот контракт включает переменный набор обязательных для выполнения критериев результативности и пакет бонусов, связанный с выполнением контракта. Переменный набор обязательных для выполнения критериев результативности позволяет работникам ТПУ (ППС и научно-техническим работникам - НТР) выбирать в соответствии с их предпочтением те или иные показатели, рациональность которых не вызывает сомнения. Предусматривается возможность периодической коррекции показателей в течение учебного года в зависимости от достигнутых результатов. В этой же статье приводится анализ опыта внедрения системы эффективного контракта для сотрудников российских и зарубежных университетов. При этом используются следующие анализируемые объекты: 1) миссия и функции системы эффективного контракта для сотрудников университетов; 2) цели внедрения системы в обла-

стях стратегического и текущего управления университетом, управления ресурсами и развития персонала; 3) механизмы поощрения и взыскания по итогам выполнения эффективного контракта, позволяющие прозрачно и аргументированно стимулировать сотрудников к выполнению эффективного контракта; 4) специфика научно-образовательной среды университета, в котором внедрен эффективный контракт, ключевые характеристики и показатели деятельности, включенные в основу функционирования системы в соответствии с задачами развития конкретного университета. Эффективный контракт служит мотивационным стимулом в выполнении текущей работы и определяет траектории карьерного роста для ППС и НТР.

Наиболее успешными зарубежными университетами в плане внедрения системы эффективного контракта являются Университет Монаша (Monash University – Австралия) и Университет Саутгемптона (University of Southampton – Великобритания).

Среди российских вузов выделяются: Высшая школа экономики, в которой предложена дифференциация контрактов и механизмы стимулирования академической деятельности [10]; Уральский федеральный университет, где отмечен научный и образовательный блоки и назначаются критерии результативности для каждого из них.

Перечисляются основные преимущества внедренного в ТПУ эффективного контракта. Приводятся положительные результаты внедрения эффективного контракта в ТПУ, включая формирование у ученых, преподавателей и менеджеров личной траектории развития, связанной с показателями эффективности программ развития университета, что, безусловно, способствует здоровому климату в коллективе.

На сайте [11] приведена «матрица эффективного контракта» для оценки эффективности труда ППС в ТГАСУ. Однако эта матрица показателей является некорректной. По сути, она не является матрицей [12], так как в одном элементе «матрицы» помещены разнородные объекты.

Отметим некоторые «узкие» места в формировании «матрицы эффективного контракта».

1. Предложенная для заполнения матрица оценки труда ППС является некорректной. Предлагается суммировать «мышей и слонов». Например, «доклад на Всероссийской или международной конференции, семинаре, школе с

публикацией в сборнике – 1 балл», т.е. одинаковая оценка присваивается за доклад на всероссийской конференции и международной; «член диссертационного совета – 1 балл», а «куратор студенческой группы – 2 балла»; «репутационный статус (лауреатство, звания, членство, премии и награды и т.п.) на международном уровне – 3 балла» и «представление заведующего кафедрой – 3 балла» и т.д.

2. Не обоснованы ВК (второй столбец матрицы - вес) различных видов деятельности.

3. Кроме многочисленных нестыковок при подведении итогов не проверяется правильность заполнения «матрицы», в результате чего некоторые представители ППС попадают в первую категорию, вместо второй или третьей, а некоторые – во вторую вместо первой, что незаслуженно.

Учитывая, что в настоящее время профессиональный уровень ряда заведующих кафедрами весьма низкий (кандидат наук, а главное, не специалист по профилю кафедры, незаслуженно занимающий эту должность), они не в состоянии адекватно оценить представителя ППС.

Перечисление всех «узких» мест в «матрице эффективного контракта» («матрица показателей» при открытии файла) нереально с учетом размера статьи.

На основе «матрицы показателей» ТГАСУ и разработанных показателей оценки эффективности труда ППС, используемых в ТГАСУ и других вузах, целесообразно сформировать ХП, используемые для принятия решений, и КП, к которым относятся все категории представителей ППС (профессор, доцент, старший преподаватель, преподаватель, ассистент), виды приоритетной деятельности (научная, образовательная и организационная).

В различных вузах и академических организациях используется разное количество ХП для оценки эффективности труда ППС без обоснования применения тех или иных ХП и КП.

В публикации [4] в связи с переходом на эффективный контракт с педагогическими работниками образовательных организаций предлагается применение комплексной системы оценки, учитывающей взаимодействие преподавателя с различными субъектами образовательной деятельности, что способствует повышению качества деятельности педагогов, их профессиональному развитию. Это также позволяет повысить эффективность образователь-

ного процесса, «повысить престижность и привлекательность профессий работников, участвующих в оказании государственных (муниципальных) услуг; внедрить в учреждениях системы оплаты труда работников, увязанные с качеством оказания государственных (муниципальных) услуг; повысить уровень квалификации работников, участвующих в оказании государственных (муниципальных) услуг; повысить качество оказания государственных (муниципальных) услуг в социальной сфере; создать прозрачный механизм оплаты труда руководителей учреждений».

Несмотря на то, что статья посвящена оценке деятельности педагогов образовательной организации, многие ее пункты могут быть перенесены на оценку эффективности труда ППС.

В публикации [7] выделены наряду с ключевыми показателями эффективности (key performance indicators - KPI) ППС вузов, такими как научные исследования, преподавание, руководство, публикации и консультации, ключевые показатели нематериальной производительности (key intangible performance - KIP). В статье исследуется влияние KIP на KPI.

Предлагается, что весьма важно учитывать сформулированные в статье в виде вопросника следующие нематериальные двоичные показатели эффективности работы сотрудника университета.

1. По вкладу в университет:

- ведение работы в соответствии с видением и миссией университета;
- наличие хороших рабочих отношений с сотрудниками;
- восприятие перспектив развития сотрудников, откладывая в сторону личные интересы;
- наличие лидерских качеств в профессиональном становлении, научной и учебной работе;
- высокий уровень межличностных отношений, переговорных навыков, умений работы в сети на национальном уровне;
- высокий уровень межличностных отношений, переговорных навыков, умений работы в сети на международном уровне;
- хороший послужной список для позитивных изменений;
- наличие исследования, генерирующего позитивный имидж и репутацию университета.

2. По вкладу в сообщество:

- наличие исследования, дающего прямую и косвенную выгоды обществу в целом;

- вовлеченность сотрудников в социальную деятельность на рабочем месте в плане академических знаний.

Приведенный анализ безусловно показывает целесообразность учёта этих показателей при оценке эффективности труда ППС.

В отличие от приведённых в анализируемой статье двоичных нематериальных показателей эффективности работы сотрудника университета KIP, нами предлагается ввести целочисленные нематериальные показатели (KIP) эффективности работы сотрудника университета, что приведет к повышению ключевых показателей эффективности (KPI).

В публикации [5] предлагается с целью повышения качества высшего образования проводить периодическую оценку эффективного выполнения трудовых обязанностей ППС вузов, что «непосредственно влияет на качество образования обучающихся, степень овладения полученными знаниями, навыками, умениями, независимо от специализации образовательного учреждения». В связи с этим обосновывается необходимость периодичности оценки эффективности труда ППС, что приводит к интенсификации его работы. Предлагается на основе анализа основных показателей профессиональной педагогической деятельности определять периодическую оценку эффективности труда ППС, которая формируется администрацией вуза и строится для должностных категорий: декан факультета, заведующий кафедрой, профессор, доцент, старший преподаватель, преподаватель. Устанавливается для каждой категории ППС нижнее пороговое значение оценки эффективности в баллах. «При этом выполненные сверх трудового договора работы оплачиваются дополнительно, верхний пороговый уровень оценки эффективности не устанавливается».

В статье [6] анализируется качество «образования обучающихся, степени владения полученными знаниями, навыками, умениями, независимо от специализации образовательного учреждения», отмечается необходимость периодической оценки деятельности ППС. Для определения эффективности труда ППС предлагается «выбор четких критериев оценки, стандартизация процедуры, объективность, надежность метода, гибкость и адаптивность к различным ситуациям в работе», что утверждается и является «залогом правильного подхода к данному вопросу». Утверждается, что «ко-

нечной целью системы оценки эффективности труда профессорско-преподавательского состава является интенсификация его работы», чему способствует, по мнению разработчиков данной системы, установление рейтинга эффективности, определяемого на основе анализа основных показателей профессиональной педагогической деятельности. Введены критерии оценки эффективности деятельности ППС, разбитые на следующие группы: «1) учебная работа; 2) научная работа; 3) методическая работа; 4) работа со студентами». Предлагается установить приоритеты вышеупомянутых групп критериев и указывается, что они должны быть универсальными. Проведена оценка следующих категорий ППС вуза: 1) преподаватель, не имеющий ученой степени; 2) доцент, имеющий ученую степень кандидата наук; 3) профессор; 4) заведующий кафедрой; 5) декан факультета. Оценки осуществляются с использованием графических средств, приведенных на Рис. 1.

Целесообразность использования графических средств не вызывает сомнения. Однако эти средства не обладают когнитивностью и их применение весьма затруднительно.

В статье [2] критерии стимулирования и премирования ППС связаны с рейтингом каждого сотрудника на основе использования нескольких показателей и итоговой балльной оценки.

Показатели для оценки деятельности ППС вузов предложено разделить на шесть уровней. Перечислим лишь некоторые из них, наиболее значимые на сегодняшний день: первый уровень – показатели, установленные в государственной программе Российской Федерации «Развитие образования на 2013–2020 годы»; четвертый уровень – показатели, установленные для оценки деятельности лиц, занимающих должности научно-педагогических работников, проходящих процедуру аттестации; пятый уровень – показатели, установленные для оценки деятельности научно-педагогических работников с учетом уровня учебной и административной нагрузки, условий

оплаты труда и направлений служебной карьеры в рамках эффективного контракта.

В этой же статье предложена система балльной оценки деятельности преподавателя вуза, включающая в себя показатели, характеризующие образовательную, учебно-методическую, научную деятельность и повышение квалификации. Кроме того, предложено связать эти показатели с критериями мониторинга эффективности деятельности вузов, проводимого Министерством образования и науки РФ.

В анализируемой статье включены показатели, характеризующие образовательную деятельность: удовлетворенность студентов качеством преподавания дисциплин, закрепленных за преподавателем, по результатам анкетирования за учебный год; средняя оценка экспертами студентов по результатам независимой оценки знаний в рамках дисциплин, обеспечиваемых преподавателем; средняя оценка результатов защиты выпускных квалификационных работ студентов, у которых преподаватель являлся научным руководителем; отсутствие неявок и опозданий на занятия по неуважительной причине; оценка куратора студенческой группы. В этой публикации отмечено, что в ряде вузов после каждого учебного семестра проводится анкетирование студентов по оценке качества преподавания дисциплин. Хотя этот показатель и не в полной мере отражает качество преподавания, поскольку оценка студентов может быть субъективной. Мы предлагаем его использовать в качестве показателя с ВК. Предлагается использовать разработанную систему оценки для определения: общей суммы баллов каждого преподавателя, баллов по отдельным видам деятельности, что позволит сформировать рейтинг преподавателей и учитывать его показатели при решении вопросов стимулирования и премирования ППС. Рекомендуется установить: 1) минимальное количество баллов для каждой должности ППС, которое должен набрать преподаватель за учебный год для про-



Рис. 1. Сравнение технологий эффективности профессиональной деятельности персонала вуза

хождения конкурсного отбора; 2) обязательные для выполнения критерии (личное участие в подготовке и (или) проведении профориентационного мероприятия, проведение открытого занятия, очное участие в международной или Всероссийской конференции в качестве докладчика, подача заявки на грант, прохождение повышения квалификации не менее одного раза в 3 года, отсутствие дисциплинарных взысканий). Показатели целесообразно дифференцировать в зависимости от должности ППС и не все показатели применять для оценки тех или иных категорий преподавателей. Отметим, что рассматриваемая система оценки в анализируемом вузе схожа с системой ТГАСУ.

В дальнейшем мы предлагаем более детально рассмотреть предложенные показатели совместно с показателями, указанными в других публикациях и выделить среди них наиболее значимые критерии, не учтенные ранее.

Таким образом, приведен обзор публикаций по критериям стимулирования ППС, связанных с эффективным контрактом на основе КРІ, регламента управления системой эффективного контракта работников ТПУ, матрицы эффективного контракта ТГАСУ, анализа основных показателей профессиональной педагогической деятельности, установления рейтинга эффективности; опроса и других показателей, приведенных в обзоре.

2. Структуризация данных и знаний для оценки эффективности труда ППС, используемая в ТГАСУ

Как указывалось выше, в различных вузах и академических организациях используется разное количество ХП для оценки эффективности труда ППС, причем без обоснования применения тех или иных ХП, так и различные КП и их число. К сожалению, обоснование использования тех или иных ХП и КП в анализируемых нами публикациях не дается. С целью структуризации данных и знаний для оценки эффективности труда ППС воспользуемся критериями, применяемыми в ТГАСУ и представленными в виде «матрицы эффективного контракта» [11], отметив, что наименование «матрицы» некорректно [12].

Аналогично трем типам ХП, введенных в монографии [9], предложено три типа ХП для оценки эффективности труда ППС: ХП для за-

дания тех или иных одиночных показателей; групповые ХП (ГХП), каждый из которых представлен несколькими ХП, число которых варьируется от 3 до 50. Например, для указания направленности кафедры (выпускающая, общетехническая, общеобразовательная) и принудительные ХП, т.е. признаки, не участвующие в выявлении закономерностей по оценке эффективности труда ППС, а служащие только для указания ФИО, занимаемой должности (профессор, доцент, старший преподаватель, ассистент), ставки (от 0,1 до 1,5), факультета, кафедры и используемые нами только для создания ИТС. К числу ХП относятся и принудительные: ФИО, факультет, кафедра.

Для создания в дальнейшем на основе матричной модели представления данных и знаний, смешанных диагностических тестах, представляющих собой оптимальное сочетание безусловных и условных составляющих, выявлении различного рода закономерностей, тестовых логико-комбинаторных и логико-комбинаторно-вероятностных методах распознавания образов, принятии и обосновании принятия решений с применением СКГ, включая 2-симплекс призму, воспользуемся интеллектуальным инструментальным средством ИМСЛОГ [8], применяемым для конструирования ИТС.

На основе анализа признаков пространства, используемого в ряде вышеперечисленных организаций для оценки эффективности труда ППС, предлагается расширение признаков пространства, что позволит совершенствовать систему оценки эффективности труда ППС.

В отличие от приведенных в статье [7] двоичных нематериальных показателей эффективности работы сотрудника университета КР, нами предлагаются целочисленные нематериальные показатели эффективности (КР) работы сотрудника университета, что приведет к повышению ключевых показателей эффективности (КРІ).

Нами предлагается введение ВК экспертных оценок для участников процедуры оценки (ректор, эксперт из числа членов ученого совета вуза, внешний эксперт (эксперты), декан, руководитель отделения, заведующий кафедрой, профессор, доцент, старший преподаватель, преподаватель, ассистент, студент) эффективности труда каждого ППС в рамках эффективного контракта, что существенно повысит качество принимаемых решений по оценке

эффективности труда ППС. При этом число экспертов может быть увеличено с целью повышения адекватности принимаемых решений.

Далее на основе проведенной структуризации предлагается формирование базы данных и знаний на базе матричной модели представления данных и знаний [9]. Принятие и обоснование принятия решений с применением СКГ осуществляется с использованием прикладной ИТС для оценки эффективности труда ППС, конструируемой на базе интеллектуального инструментального средства ИМСЛОГ [8].

Рамки статьи не позволяют более детально рассматривать вопросы расширения признакового пространства, а предлагаются СКГ, применение которых позволит оперативно, качественно и достаточно наглядно производить оценку эффективности труда ППС.

3. Теоретические основы построения СКГ для оценки эффективности труда ППС

Ниже описываются математические основы представления результатов оценки ППС с использованием динамического СКГ 2-симплекс призмы, позволяющего не только отображать текущие результаты оценки того или иного члена ППС, но и распределять их по категориям по каждой из должностей и выявлять предпочтения к той или иной деятельности: научной, образовательной или организационной.

В основе динамического СКГ 2-симплекс призмы лежит следующая теорема, сформулированная в [13].

Теорема. Для любого набора одновременно не равных нулю чисел a_1, a_2, \dots, a_{n+1} , где n – размерность правильного n -симплекса, можно найти одну и только одну такую точку, что $h_1:h_2:\dots:h_{n+1} = a_1:a_2:\dots:a_{n+1}$, где $h_i, (i = 1, \dots, n+1)$ – расстояние этой точки до i -й грани. Коэффициент $a_i, (i = 1, \dots, n+1)$ представляет собой степень условной близости исследуемого объекта к i -му образу.

Эта теорема использовалась при выявлении различного рода закономерностей, принятия и обоснования принятия диагностических, организационно-управленческих и классификационных решений для построения более чем тридцати прикладных интеллектуальных систем и трех инструментальных средств, некоторые из которых представлены в монографии [9].

Далее приведем соотношения между коэффициентами и высотами для 2-симплекса. Поскольку он обладает свойством постоянства суммы расстояний (h_i) из любой точки до его граней и свойством сохранения отношений между этими расстояниями $h_1:a_1 = h_2:a_2 = h_3:a_3$, то расстояния h_1, h_2, h_3 от точки до сторон треугольника вычисляются на основе коэффициентов $a_i (i \in 1, 2, 3)$, масштабирующего коэффициента α и операции нормализации исходя из следующих соотношений:

$$\begin{cases} H = \sum_{i=1}^3 h_i, \\ H = \alpha \sum_{i=1}^3 a_i, \\ \frac{h_1}{a_1} = \frac{h_2}{a_2} = \frac{h_3}{a_3} \end{cases} \quad (1)$$

$$h_i = \alpha \cdot a_i, \text{ где } i \in \{1, 2, 3\}. \quad (2)$$

СКГ 2-симплекс призма представляет собой правильную треугольную призму, содержащую в основаниях и сечениях 2-симплексы, указанные в моменты тестирования. В целях вычисления расстояния l от основания призмы до 2-симплекса введем следующие параметры: L – высота 2-симплекса призмы, задаваемая пользователем и сопоставленная продолжительности исследования; t – момент фиксации параметров исследуемого объекта; T_{\min} – момент первой фиксации параметров исследуемого объекта; T_{\max} – момент последней фиксации параметров исследуемого объекта. Расстояние $l(t)$ вычисляется по формуле [14, 15]:

$$l(t) = L \frac{t - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}. \quad (3)$$

Приведем иллюстративный пример 2-симплекса призмы (Рис. 2) по тестированию трех склонностей тестируемого к решению тех или иных задач через определенные интервалы времени (например, длительности семестров). Каждой грани 2-симплекса призмы соответствуют склонности тестируемого: к решению задач, требующих большой сосредоточенности; к решению нетривиальных задач; к быстрой обучаемости и владению большим количеством технологий. Ребра призмы окрашены в различные цвета (например, зеленый (1), желтый (2) и красный (3)). Сечения призмы ограничены штриховыми отрезками. Моменты тестирования обозначены через T_1, T_2, T_3, T_4 .

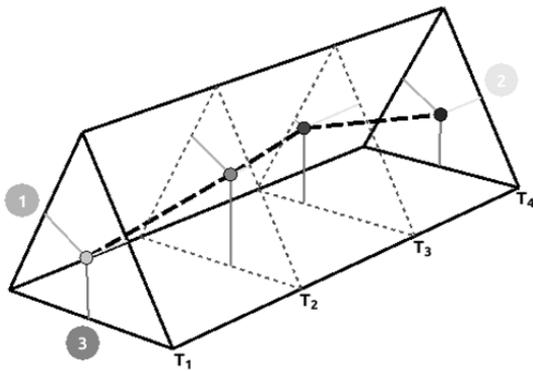


Рис. 2. Визуализация в динамике результатов четырех тестов оценки качества знаний в 2-симплекс призме

4. Средства когнитивной графики для оценки эффективности труда ППС

Нами созданы следующие СКГ, основанные на 2-симплекс призме для оценки эффективности труда ППС. В соответствии с тремя категориями для оценки ППС, занимающих ту и иную должность (профессор, доцент, старший преподаватель, преподаватель, ассистент).

На Рис. 3 приведен пример оценки эффективности труда ППС однотипных подразделений D_1, D_2, D_3 и D_4 (например, институты, факультеты, школы, отделения, кафедры) в соответствии со структурой образовательного учреждения.

Грани 2-симплекс призмы сопоставлены категориям ППС (1-я, 2-я и 3-я). Каждая точка на Рис. 3 для наглядности представления изобра-

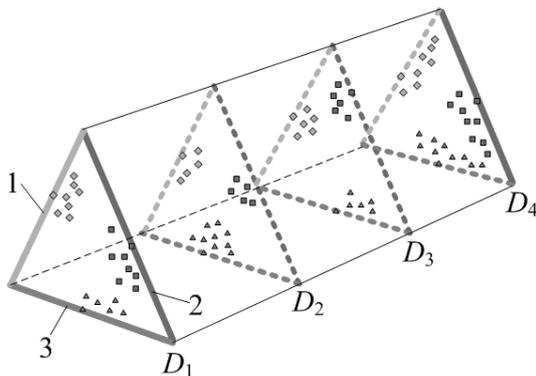


Рис. 3. Оценка ППС (профессоров, доцентов, старших преподавателей, преподавателей или ассистентов) различных подразделений (институты, факультетов, школ, кафедр) D_1, D_2, D_3 и D_4 одного университета по трем категориям

жена маркерами: в виде ромба (1-я категория), квадрата (2-я категория) и треугольника (3-я категория). С целью повышения когнитивности представления также используются точки различного цвета – зелёный (1-я категория), синий (2-я категория) и красный (3-я категория).

Сечения 2-симплекс призмы сопоставлены анализируемому подразделению D_1, D_2, D_3 и D_4 (например, кафедрам). Каждая точка, представленная на Рис. 3, соответствует результату тестирования одного исследуемого. Каждая из группы точек, расположенной в окрестности той или иной стороны сечения, относится к соответствующей этой стороне категории. Точки, лежащие на той или иной стороне сечения, соответствуют 100%-ой принадлежности к рассматриваемой категории.

С целью вычисления положения точек, соответствующих оценке эффективности труда ППС 1-ой категории на 2-симплекс призме введем следующие обозначения:

$$h_1 = \alpha \left(1 - \frac{a_i}{a_{\max}} \right) - \text{высота, опущенная из точки } a_i \text{ на сторону сечения 2-симплекс призмы, соответствующую 1-ой категории ППС, } a_{\max} - \text{максимальное количество баллов для 1-ой категории;}$$

точки a_i на сторону сечения 2-симплекс призмы, соответствующую 2-ой категории ППС; b_j – оценка j -го преподавателя 2-ой категории; n_b – количество ППС 2-ой категории, b_{\max} – максимальное количество баллов для 2-ой категории;

$$h_2 = \alpha \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{n_b} b_j}{n_b b_{\max}} \right) - \text{высота, опущенная из}$$

точки a_i на сторону сечения 2-симплекс призмы, соответствующую 3-ей категории ППС; c_j – оценка j -го преподавателя 3-ей категории; n_c – количество ППС 3-ей категории, c_{\max} – максимальное количество баллов для 3-ей категории.

$$h_3 = \alpha \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{n_c} c_j}{n_c c_{\max}} \right) - \text{высота, опущенная из}$$

точки a_i на сторону сечения 2-симплекс призмы, соответствующую 3-ей категории ППС; c_j – оценка j -го преподавателя 3-ей категории; n_c – количество ППС 3-ей категории, c_{\max} – максимальное количество баллов для 3-ей категории.

Расположение точек, соответствующих оценкам эффективности труда ППС, относящихся к 1-ой категории, вычисляется на основе следующих формул:

$$\left\{ \begin{array}{l} H = h_1 + h_2 + h_3, \\ \frac{h_1}{\left(1 - \frac{a_i}{a_{\max}}\right)} = \frac{h_2}{\left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{n_b} b_j}{n_b b_{\max}}\right)} = \frac{h_3}{\left(1 - \frac{\sum_{j=1}^{n_c} c_j}{n_c c_{\max}}\right)} = \alpha. \end{array} \right. \quad (4)$$

Целесообразно применение 2-симплекс призмы и для отображения карьерной траектории. На Рис. 4 приведена карьерная траектория одного из ППС в зависимости от моментов тестирования. Грани 2-симплекс призмы сопоставлены категориям ППС. Высота призмы сопоставлена временной оси, где T_1, T_2, T_3 и T_4 – моменты тестирования с интервалом, например, один учебный год. Точки, расположенные в сечениях 2-симплекс призмы, представляют собой результаты тестирования одного испытуемого в моменты времени T_1, T_2, T_3 и T_4 . Координаты точек в 2-симплекс призме для каждого сечения вычисляются на основе формул (1)–(3).

В момент T_1 (Рис. 4, а) тестируемый относился к 3-ей категории, в момент T_2 – ко 2-ой категории, в момент T_3 – ко 2-ой, но относительно близко к 1-ой категории, и, наконец, в момент T_4 – к 1-ой категории. Это характерно при позитивном развитии событий.

Возможна и иная карьерная траектория (Рис. 4, б) – переход от 1-ой категории к 3-ей, например, в случае болезни и других негативных для испытуемого ситуаций.

Далее предлагается использование 2-симплекс призмы для оценки эффективности труда ППС различных подразделений по видам деятельности – научная, образовательная и организационная, что, безусловно, является наиболее значимым из предлагаемых нами средств когнитивной графики для оценки эффективности труда ППС.

На Рис. 5 грани 2-симплекс призмы сопоставлены видам деятельности ППС в соответствии со структурой образовательного учреждения: S – научная (scientific activity), E – образовательная (educational activity), M – организационная (managerial activity). Сечения 2-симплекс призмы аналогичны описанным для Рис. 3. Каждая точка соответствует результату тестирования одного исследуемого.

Каждая группа точек, расположенная в окрестности той или иной стороны сечения, относится к соответствующему виду деятельно-

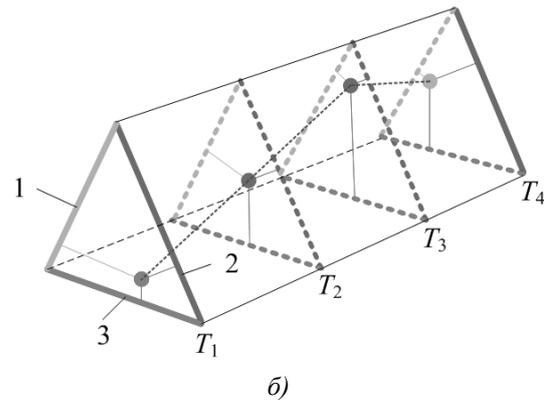
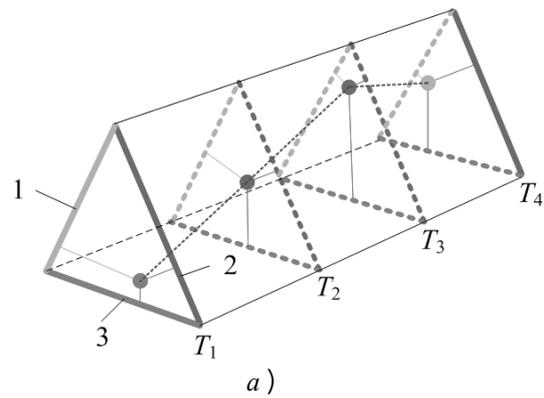


Рис. 4. Карьерные траектории одного из ППС в зависимости от моментов тестирования

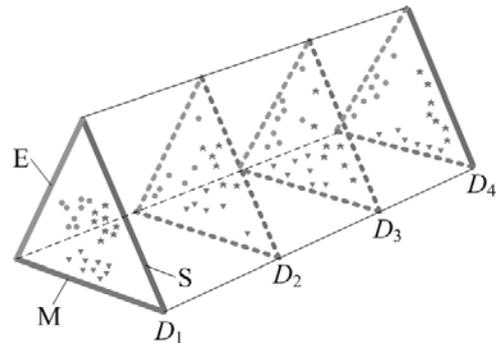


Рис. 5. Оценка эффективности труда ППС подразделений D_1, D_2, D_3 и D_4 по видам деятельности

S (★) – научная, E (●) – образовательная, M (▼) – организационная

сти представителей ППС, занимающих одну и ту же должность. Точки, лежащие на той или иной стороне сечения, соответствуют 100%-ой ориентации на тот или иной вид деятельности. Положение всех точек вычисляется на основании системы уравнений (4).

На Рис. 6, а приведена траектория приоритетов по видам деятельности одного представителя ППС в зависимости от моментов тестиро-

вания. Грани 2-симплекс призмы сопоставлены видам деятельности в соответствии с описанием Рис. 5. Высота призмы сопоставлена временной оси, как и в описании к Рис. 4. Координаты точек в 2-симплексе призмы вычисляются на основании формул (1)–(3).

Вначале в момент тестирования T_1 (Рис. 6, а) у испытуемого наблюдался приоритет к образовательной деятельности; в момент тестирования T_2 – к организационной; в момент времени T_3 – приоритет находился между организационной и научной деятельностью, но в большей степени тестируемый тяготел к организационной; в момент тестирования T_4 научная деятельность стала приоритетной.

Рис. 6, б иллюстрирует иную ситуацию, при которой вначале у испытуемого наблюдался приоритет к научной деятельности, в завершении исследования – к организационной.

Разработанные СКГ позволяют: сравнивать оценки эффективности труда сотрудников, занимающих одинаковые должности (профессор, доцент, старший преподаватель, преподаватель, ассистент) различных подразделений; выявлять наиболее эффективных сотрудников; принимать на основе анализа ситуации те или иные решения по их карьерному росту; выстраивать карьерную траекторию для того или иного сотрудника и рекомендовать необходимые мероприятия в плане его карьерного роста; наблюдать изменение приоритетов одного сотрудника по видам деятельности (научная, образовательная и организационная), что позволит качественно принимать решения относительно установления баланса между указанными видами деятельности и выбора дальнейшей карьерной траектории; наглядно

отображать траекторию приоритетов каждого сотрудника в динамике.

Заключение

Впервые проведен обзор публикаций по критериям стимулирования ППС, связанных с эффективным контрактом: на основе КРП, регламента управления системой эффективного контракта работников ТПУ, матрицы эффективного контракта ТГАСУ, анализа основных показателей профессиональной педагогической деятельности, установления рейтинга эффективности, опроса и других показателей. Выявлены «узкие» места по оценке эффективности труда ППС, что позволило провести структуризацию данных и знаний для оценки эффективности труда ППС, произвести расширение и при этом скорректировать признаковое пространство, используемое для вышеупомянутой оценки.

Созданы теоретические основы построения средств когнитивной графики для оценки эффективности труда ППС и впервые представлен иллюстративный пример 2-симплекс призмы по тестированию трех склонностей испытуемого (студента) к решению тех или иных задач через определенные интервалы времени (например, семестр).

На базе СКГ 2-симплекс призма разработаны новые средства когнитивной графики для оценки эффективности труда ППС:

1) оценка эффективности труда ППС (профессоров, доцентов, старших преподавателей, преподавателей или ассистентов) различных подразделений (институтов, факультетов, школ, кафедр) одного университета по трем категориям;

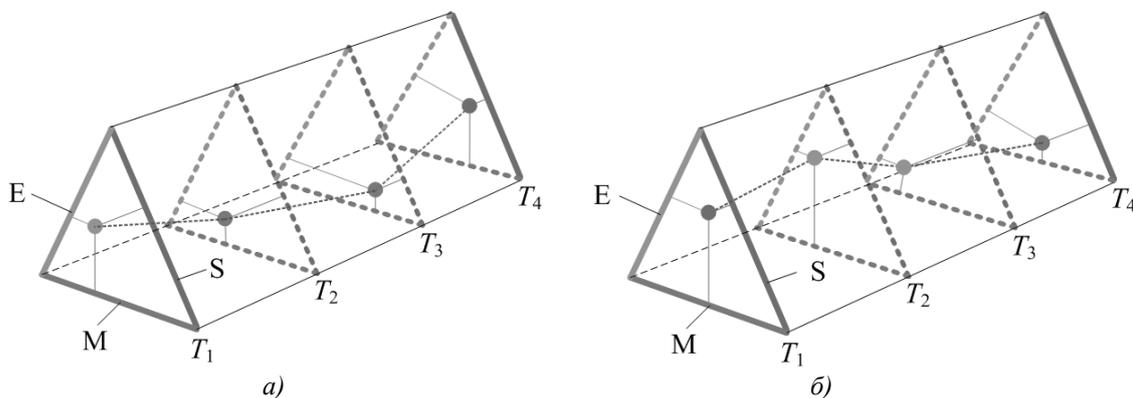


Рис. 6. Траектория приоритетов по видам деятельности в динамике представителей ППС в зависимости от моментов тестирования T_1 , T_2 , T_3 и T_4 (ежегодно, ежеквартально, ежемесячно)

2) карьерная траектория одного из ППС в зависимости от моментов тестирования;

3) оценка эффективности труда ППС различных подразделений по видам деятельности (научная, образовательная и организационная);

4) траектория приоритетов по видам деятельности в динамике представителей ППС в зависимости от моментов тестирования (ежегодно, ежеквартально, ежемесячно).

Универсальность разработанных СКГ позволяет каждой образовательной организации самостоятельно выбрать критерии оценки для формирования эффективного контракта в зависимости от направленности подразделения.

Таким образом, применение СКГ для оценки эффективности труда ППС позволит эффективному контракту стать не только инструментом оценки, но и стимулом для повышения квалификации педагога, его саморазвития, динамически корректируя индивидуальную траекторию развития и добиваясь стабильности позитивных результатов.

Дальнейшее исследование будет направлено на развитие СКГ, оптимизацию признакового пространства, используемого для оценки эффективности труда ППС, сравнению систем эффективного контракта в различных университетах и выявлению наиболее перспективных показателей для вузов с учетом их специфики; совершенствованию программного обеспечения, используемого для оценки эффективности труда ППС.

Литература

- Янковская А.Е., Колесникова С.И. Оценивание результативности трудовой деятельности работников федеральных бюджетных учреждений // *Успехи современного естествознания*. 2008. № 9. С. 39–41.
- Левашов Е.Н. Система оценки деятельности преподавателя вуза // *Известия ВГПУ*, №1(278). 2018. С. 85–88.
- Чубик П.С., Лидер А.М., Замятин С.В., Чубик М.П., Кирьянова Л.Г., Слесаренко И.В. Система эффективного контракта для научно-педагогических работников университета // *Высшее образование в России*. 2016. № 8–9 (204). С. 5–14.
- Воробьева М.А. Оценка деятельности педагогов образовательной организации // *Педагогическое образование в России*. 2017. №7. С. 45–50.
- Попова С.А., Трихина И.А. Формирование подходов к оценке эффективности деятельности профессорско-преподавательского состава в кадровой политике высшего учебного заведения // *Вестник Евразийской науки*. 2019. №1, <https://esj.today/PDF/37ECVN119.pdf> (доступ свободный).
- Белов В.Г., Парфенов Ю.А., Косинова Е.П., Гибова И.М. Критерии оценки эффективности труда профессорско-преподавательского состава // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 8. С. 981–984.
- Tajul Ariffin Masron, Zamri Ahmad, Norizan Baba Rahim. Key Performance Indicators vs Key Intangible Performance among Academic Staff: A case study of a public university in Malaysia // *Procedia, Social and Behavioral Sciences*. 2012. №56. P. 494–503.
- Yankovskaya A.E., Gedike A.I., Ametov R.V., Bleikher A.M. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition // *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2003. Vol. 13. №2. P. 243-246.
- Янковская А.Е. Логические тесты и средства когнитивной графики. Издательский дом LAP LAMBERT Academic Publishing. 2011. 92 с.
- Радаев В.В. Реализация эффективного контракта с ППС в форме академических надбавок. 2013. Доступно по ссылке <http://www.kspu.ru/upload/documents/2014/09/08/f85775df99d7cecc5b22905144bd62e6/radaev.pdf> (дата обращения 10.07.2019)
- Учебнометодическое управление Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Доступно по ссылке <https://www.tsuab.ru/departments/educationalMethodicalManagement> (дата обращения 08.07.2019)
- Математическая энциклопедия/Гл. ред. И.М. Виноградов. Т.3. М.: Советская энциклопедия. 1982. 1184 с.
- Янковская А.Е. Преобразование пространства признаков в пространство образов на базе логико-комбинаторных методов и свойств некоторых геометрических фигур // *Распознавание образов и анализ изображений: новые информационные технологии. Тезисы докладов I Всесоюзной конференции. Часть II*. Минск. 1991. С. 178–181.
- Янковская А. Е., Ямшанов А. В., Кривдюк Н. М. 2-симплекс призма – когнитивное средство принятия и обоснования решений в интеллектуальных динамических системах // *Машинное обучение и анализ данных*. 2015. Т. 1. № 14. С. 1930-1938.
- Yankovskaya A. 2-Simplex Prism as a Cognitive Graphics Tool for Decision-Making // *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. Springer Nature Switzerland AG 2019 N. Lee (ed.). 2019. 13 p. – https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_285-1.

The Fundamentals of Development of Cognitive Graphic Tools for Evaluation of Faculty Performance

A. E. Yankovskaya^{I,II}, D. Y. Lyapunov^{III,IV}

^I Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

^{II} National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

^{III} National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

^{IV} Research Institute of Automation and Electromechanics TUSUR, Tomsk, Russia

Abstract. The paper substantiates the relevance of evaluation of faculty performance that is due to the faculty transition to an effective contract. The analysis of various approaches to faculty performance evaluation is given. The advisability of improving the methods of faculty testing is reasoned. Their performance evaluation based on cognitive graphic tools (CGT) is substantiated. The outlined fundamentals of CGT construction allow transforming the space of features into the space of patterns. A theorem for CGT construction based on a 2-simplex prism is given. This makes it possible to ensure the distances between the patterns constant as well as the ratios between these distances. The CGT were developed to evaluate the faculty performance: of similar structural subdivisions (e.g. departments) in accordance with the structure of the university; on the career path of a faculty member depending on the moments of testing; of similar subdivisions by types of activity (educational, managerial, scientific); on priorities path depending on the moments of testing, for example, annually. In the future perspective we propose to create an intelligent testing system with a cognitive component. Based on the analysis of the space of features we suggest its expansion allowing to improve the effective contract system.

Keywords: intelligent testing system, matrix model of data and knowledge representation, regularities, cognitive graphic tools, 2-simplex prism, construction, intelligent instrumental software IMSLOG.

DOI 10.14357/20718594190308

References

1. Yankovskaya A.E., Kolesnikova S.I. 2008. Otsenivaniye rezul'tativnosti trudovoy deyatelnosti rabotnikov federal'nyh b'udzhetnykh uchrezhdeniy [Evaluation of labor activity results for employees of federal budget institutions]. *Uspehi sovremennogo yestestvoznaniya [Advances in modern natural history]* 9: 39–41.
2. Levashov E.N. 2018. Sistema otsenki deyatelnosti prepodavatelya vuza [Evaluation system for University faculty]. *Izvestiya Volgogradskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta [Bulletin of Volgograd State Pedagogical University]* 1(128): 85–88.
3. Chubik P.S., Lider A.M., Zamyatin S.V., Chubik M.P., Kiryanova L.G., Slesarenko I.V. 2016. Sistema effektivnogo kontrakta dlya nauchno-pedagogicheskikh rabotnikov universiteta [Effective Contract System for University Research and Teaching Staff]. *Vysshee obrazovaniye v Rossii [Higher Education in Russia]*. 8–9(204): 5–14.
4. Vorobyova M.A. 2017. Otsenka deyatelnosti pedagogov obrazovatel'noy organizatsii [Evaluation of teachers activity of the educational institution]. *Pedagogicheskoye obrazovaniye v Rossii [Pedagogical Education in Russia]*. 7: 45–50.
5. Popova S.A., Trihina I.A. 2019. Formirovaniye podhodov k otsenke effektivnosti deyatelnosti professorsko-prepodavatel'skogo sostave v kadrovoy politike vyshego uchebnogo uchrezhdeniya [Formation of approaches to assessing the effectiveness of the teaching staff in the personnel policy of higher education]. *Vestnik Evraziiskoy Nauki [The Eurasian Scientific Journal]* 1(11). Available at: <https://esj.today/PDF/37ECVN119.pdf> (accessed July 10, 2019).
6. Belov V.G., Parfyonov Y.A., Kocinova E.P., Gibova I.M. 2014. Kriterii otsenki effektivnosti truda professorsko-prepodavatel'skogo sostava [Assessment criteria of faculty activities]. *Fundamental'nye issledovaniya [Fundamental Research]*. 8: 981–984.
7. Tajul Ariffin Masron, Zamri Ahmad, Norizan Baba Rahim. Key Performance Indicators vs Key Intangible Performance among Academic Staff: A case study of a public university in Malaysia // *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, №56, 2012. P. 494–503.
8. Yankovskaya A.E., Gedike A.I., Ametov R.V., Bleikher A.M. IMSLOG-2002 Software Tool for Supporting Information Technologies of Test Pattern Recognition // *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2003. Vol. 13. №2. P. 243–246.
9. Yankovskaya A.E. 2011. Logicheskiye testy i sredstva kognitivnoy grafiki [Logical test and cognitive graphic tools]. *Izdatel'skiy dom LAP LAMBERT [LAP LAMBERT Publishing House]*. 92 p.
10. Radaev V.V. 2013. Realizatsiya effektivnogo kontrakta s PPS v forme akademicheskikh nadbavok [Faculty effective contract realization in the form of academic bonuses]. Available

- at: <http://www.kspu.ru/upload/documents/2014/09/08/f85775df99d7cecc5b22905144bd62e6/radaev.pdf> (accessed July 11, 2019).
11. Uchebno-metodicheskoye upravleniye Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta [Educational and Methodical Department of Tomsk State University of Architecture and Building]. 2019. Available at: <https://www.tsuab.ru/departments/educationalMethodicalManagement> (accessed July 9, 2019).
 12. Matematicheskaya Entsiklopediya [Mathematical Encyclopedia]. 1982. Editor in Chief Binogradov, I.M. V.3. Moscow, "Sovetskaya Entsiklopediya". 1184 p.
 13. Yankovskaya A.E. 1991. Preobrazovaniye prostranstva priznakov v prostranstvo obrazov na baze logiko-kombinatornykh metodov i svoystv nekotorykh geometricheskikh figur [Transformation features space into patterns space based on logic-combinatorial methods and some geometrical figures properties]. Tezisy dokladov I Vsesoyuznoy konferentsii "Raspoznvaniye obrazov i analiz izobrazheniy: novye informatsionnye tehnologii" [Proceedings of 1st All-Soyuz Conference "Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies"]. V.2. Minsk: 178–181.
 14. Yankovskaya A.E., Yamshanov A.V., Krivdyuk N.M. 2015. 2-simpleks prizma – kognitivnoye sredstvo prinyatiya i obosnovaniya resheniy v intellektual'nykh dinamicheskikh sistemah [2-simplex Prism as a Cognitive Tool for Decision Making and its Justification in Intelligent Dynamic Systems]. Mashinnoye obucheniye i analiz dannykh [Machine Learning and Data Analysis] 1(14): 1930–1938.
 15. Yankovskaya A. 2-Simplex Prism as a Cognitive Graphics Tool for Decision-Making // Encyclopedia of Computer Graphics and Games. Springer Nature Switzerland AG 2019 N. Lee (ed.). 2019. – 13 p. – https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_285-1.