

Научная статья

DOI: 10.15593/2224-9397/2022.3.06

УДК 622.276.001

**В.А. Харитонов, Д.Н. Кривоги́на, А.С. Саламатина**Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
Пермь, Россия**МЕТОДОЛОГИЯ СТРУКТУРНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ  
КОНКУРСНЫХ МЕХАНИЗМОВ**

Динамика развития интеллектуализации процессов управления напрямую связана со сменой и становлением технологических укладов. В связи с этим необходимо изучать реальные возможности человека, процесс влияния субъективизма на принятие решений, возможность защиты от манипуляций внешней среды и целесообразность использования искусственного интеллекта в качестве инструмента поддержки принятия решений. Все эти факторы влияют на процесс подбора кадров, который в сложившихся условиях должен осуществляться по новой технологии, позволяющей одновременно учитывать как профессиональные технические навыки, так и сформировавшиеся навыки гуманитарных дисциплин. **Цель исследования:** разработка нового подхода, позволяющего производить комплексную оценку потенциальных соискателей на новые, ранее не существующие должности. **Методы:** процедура комплексного оценивания на основе имитационной модели поведения, основанной на построении сертификатов функций приведения к шкале комплексного оценивания. **Результаты:** описаны проблемы методологии проведения конкурсов данного типа, представлены постановка и решение задач на основе построения аналитических (алгебраических решений) и имитационных (поведенческих) моделей. Описан алгоритм оценки компетенций соискателей, в основе которого лежит модель комплексного оценивания, включающая процедуры ранжирования и выбора на множестве альтернатив. Отличительной особенностью данных моделей является построение «облика» (модели) принятия решений. Представлен алгоритм построения искусственного интеллекта, который будет являться основой выбора специалистов. Отмечается, что в случае необходимости облик искусственного интеллекта может корректироваться. Параметры искусственного интеллекта определяют параметры свертки с учетом предпочтений субъекта управления и его представлений о результатах предшествующих конкурсов. **Практическая значимость:** применение нового подхода оценки потенциальных соискателей на должность BIM-координатора. В процессе построения модели формализуются и структурируются требования к специалистам нового направления.

**Ключевые слова:** проективное управление, конкурсный механизм, междисциплинарность, технологический уклад, BIM-технологии, комплексное оценивание, коррекция, искусственный интеллект.

**V.A. Kharitonov, D.N. Krivogina, A.S. Salamatina**

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

## **METHODOLOGY OF STRUCTURAL MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL SYSTEMS BASED ON COMPETITIVE MECHANISMS**

The dynamics of the development of the intellectualization of management processes is directly related to the change and formation of technological structures. In this regard, it is necessary to study the real capabilities of a person, the process of subjectivism's influence on decision-making, the possibility of protection from environmental manipulation and the feasibility of using artificial intelligence as a decision support tool. All these factors influence the recruitment process, which in the current conditions should be carried out using a new technology that allows both professional technical skills and the formed skills of humanitarian disciplines to be taken into account at the same time. **Purpose:** to develop a new approach that allows for a comprehensive assessment of potential applicants for new, previously non-existing positions. **Methods:** the procedure of complex assessment based on a simulation model of behavior based on the construction of certificates of functions of reduction to the scale of complex assessment [1-4]. **Results:** the problems of the methodology of competitions of this type are described, the formulation and solution of problems based on the construction of analytical (algebraic solutions) and simulation (behavioral) models are presented. An algorithm for assessing the competencies of applicants is described, which is based on a model of complex assessment, including ranking and selection procedures on a variety of alternatives. A distinctive feature of these models is the construction of the "image" (model) of decision-making. An algorithm for creating artificial intelligence is presented, which will be the basis for choosing specialists. It is noted that, if necessary, the appearance of artificial intelligence can be adjusted. The parameters of artificial intelligence determine the parameters of convolution, taking into account the preferences of the subject of management and his ideas about the results of previous contests. **Discussion:** application of a new approach to evaluating potential applicants for the position of BIM coordinator. In the process of creating a model, the requirements for specialists of a new direction are formalized and structured.

**Keywords:** projective management, competitive mechanism, interdisciplinarity, technological structure, BIM technologies, integrated assessment, correction, artificial intellect.

### **Введение**

Вектор и темп развития всех отраслевых сфер на сегодняшний день напрямую зависят от динамики внедрения интеллектуализации процессов управления [1]. Это связано, прежде всего, со становлением и сменой технологических укладов в обществе [2]. Рассмотрим подробно процесс интеллектуализации функций субъектов управления на каждом этапе становления основных технологических укладов [3].

*Первый технологический уклад* связан с процессами механизации производства, т.е. заменой ручных средств труда механизированным процессом. В основе этих механизмов была положена примитивная, наиболее доступная для субъектов производства форма интеллектуальной деятельности. В период становления *второго технологического уклада* произошла частичная замена участия человека в производстве и транс-

портировке результатов труда. Именно на этом этапе впервые появилась потребность в совместном применении знаний различных дисциплин – междисциплинарности. На *третий технологический уклад* приходится становление процессов оптимизации параметров производства, ставятся задачи постановки целевых функций, однофакторных экспериментов и т.д. Происходит становление таких наук, как статистика, экономика, социология, менеджмент. При этом существенно возрастают требования к уровню знаний субъекта управления, это связано с необходимостью решения более сложных задач выбора. В период становления *четвертого технологического уклада* происходит рост интеллектуализации факторов производства. Это связано с зарождением идей кибернетики Н. Виннера, включающей в себя дисциплины о законах передачи информации и управления, а также выделение искусственного интеллекта в самостоятельное научное направление [4]. Однако термин «искусственный интеллект» впервые был предложен в 1956 г. в Стэнфордском университете (США). В этот период происходит повсеместная информатизация, ставятся более сложные задачи, решение которых возможно посредством теории принятия решений и многокритериального выбора [5]. В связи с этим появилась необходимость изучения реальных возможностей человека, влияния субъективизма на принятие решений, возможность защиты от манипуляций внешней среды и целесообразность использования искусственного интеллекта в качестве инструмента поддержки принятия решений. Однако изучение роли субъективизации управления на всех этапах развития жизненного цикла продукта оформилось как основная проблема лишь в период становления *пятого технологического уклада*. Ее решение было предложено посредством имитационного моделирования процессов управления и интеллектуализации процесса решения сложных по параметрам многоальтернативности и многофакторности исходных данных задач выбора. В этот период развития стал особенно заметным разрыв, сложившийся между гуманитарными и техническими дисциплинами. Решение этой проблемы лежит в основе *шестого технологического уклада*, в рамках нового подъема интеллектуализации факторов производства [6, 7]. Суть этого подъема можно сформулировать как востребованную способность мышления субъекта управления отображать ментальные переменные гуманитарных дисциплин на множество технических свойств и характеристик материальных объектов. Такой вид мышления называется проективным [2].

## **1. Роль проективного управления в современной науке**

Современный мир стремительно развивается, создаются новые технологии, которые характеризуются появлением новых и трансформацией старых должностей, задача которых организовывать новые внутренние процессы. Поиск специалистов в таких областях усложняется тем, что еще нет четкой структуры предъявляемых к соискателям требований, отсутствует прозрачность механизма выбора. В таком случае необходимо сформировать перечень требований, предъявляемых к соискателю, исходя из функционала новой должности. Требования будут представлять собой критерии, по которым будет строиться модель оценивания и осуществляться выбор. Эти критерии необходимо ранжировать, исходя из важности. Критерии могут находиться в диапазоне измеряемых единиц в виде баллов за выполненные задания или экспертных оценок. Благодаря модели, основанной на сформированных критериях, процедура выбора становится обоснованной и прозрачной для всех участников процесса. Не исключением такой трансформации стала и строительная отрасль, в которую активно внедряются BIM-технологии [8]. Данные технологии представляют собой процесс разработки информационной модели здания, хранящейся в единой среде общих данных, включающей в себя ее наполнение разнородной информацией [9]. Степень наполнения модели зависит от требований, прописываемых в техническом задании и измеряемых степенью детализации элементов информационной модели [10]. Информационная модель здания позволяет управлять объектом недвижимости на всех этапах его жизненного цикла, начиная от разработки технического задания на строительство и заканчивая этапом реконструкции или демонтажа [11, 12]. С появлением информационного моделирования зданий появились такие должности, как BIM-моделлер, BIM-автор, BIM-координатор, BIM-менеджер (рис. 1), которые участвуют непосредственно в процессе реализации данной технологии [13] в соответствии с планом работы ВЕР (BIM Execution Plan), представляющим собой документ, регламентирующий процесс построения конкретной BIM-модели, описывающий правила контроля, дающий рекомендации ее построения и рассматривающий итоговые цели.

Следует отметить, что это достаточно новые специальности на рынке труда, поэтому к соискателям на данную должность предъявляются совершенно новые требования [14]. Такие специалисты долж-

ны обладать знаниями в смежных профессиях. Также требования к знаниям соискателей могут изменяться в зависимости от предпочтений рынка труда.

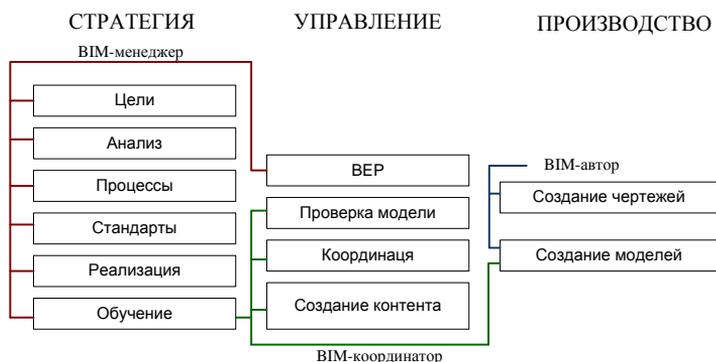


Рис. 1. BIM-управление в строительстве

Так, например, BIM-координатор, отвечающий за сам процесс информационного моделирования объекта, должен обладать не только профессиональными компетенциями в области строительства, но и всевозможными коммуникативными и организационно-управленческими навыками, так как работа в данной области носит, прежде всего, командный характер. Специалистов, полностью соответствующих данным требованиям, на сегодняшний день не так много. Это связано с существенным разрывом между гуманитарными и техническими дисциплинами [15], формирующими совокупность компетенций специалистов при обучении. Соответственно, процесс подбора кадров должен осуществляться по новой технологии, позволяющей одновременно учитывать как профессиональные технические навыки, так и сформировавшиеся навыки гуманитарных дисциплин. Данный подход также должен иметь возможность изменения и корректировки параметров выбора. С этой целью необходимо разработать подход, позволяющий производить комплексную оценку потенциальных соискателей на такие должности, выявлять слабо сформировавшиеся навыки и, в случае необходимости, давать рекомендации по их устранению, например, посредством повышения квалификации. Это связано с ограниченным числом специалистов. Решение данной проблемы может находиться в рамках проективного мышления и управления [2], а также подходов субъектно-ориентированного управления [16] и методологии управления органи-

зационными системами [17, 18]. Проективное мышление (в отличие от дескриптивного, описывающего синхронное состояние языка, адаптивного и прескриптивного, описывающего правила) само создает свой предмет и проецирует его в расширяющуюся систему понятий [2].

## **2. Процедура построения конкурсного механизма отбора кандидатов**

Организация процесса подбора специалистов может быть реализована на основе конкурсных механизмов. Известен метод либерального управления деятельностью групп агентов, представленных в работах В.А. Харитоновой, М.В. Лыкова [19–21]. Этот метод отличается непосредственным взаимодействием агентов организационной системы [17, 18] – организаторов конкурса, жюри и участников. Взаимодействие агентов осуществляется исключительно через «Центр» – инициатора проведения конкурсов и характеризуется достаточной степенью влияния на эффективность всей системы при условии целенаправленной последовательности коррекций структуры конкурсного механизма. В основе конкурсного механизма могут быть положены различные инструменты [22]. Это может быть линейная свертка с нелинейными функциями приведения шкалы отношений к ранговой шкале [23] для комплексного оценивания и ранжирования на представляемом множестве альтернатив – резюме участников конкурса. Результаты конкурса определяются «Центром» с использованием искусственного интеллекта (ИИ) с переменной структурой, осуществляющего коррекцию его параметров при обслуживании потоков соискателей [24].

В статье обсуждаются проблемы методологии проведения конкурсов данного типа, постановка и решение задач, соответствующих этим проблемам в сочетании аналитических (алгебраических решений) и имитационных (поведенческих) моделей.

Рассмотрим процедуру построения конкурсного механизма на основе имитационной модели поведения, основанной на построении сертификатов функций приведения к шкале комплексного оценивания [1–4].

На первоначальном этапе «Центру» необходимо осуществить выбор метода поиска кандидатур на вакантные должности в зависимости от целенаправленного поиска направления: рекрутинг, эксклюзивный поиск, охота за головами и т.д. Также с целью проверки знаний соискателей разрабатываются отделами кадровых служб совместно со специа-

листами компании тестовые задания (Т), при прохождении которых можно сделать вывод о компетентности. При этом данные задания имеют разный уровень сложности и направлены на выявление различных качеств. С этой целью необходимо разработать алгоритм оценки компетенций соискателей, в основе которого лежит модель комплексного оценивания [25], включающая процедуры ранжирования (R) тестовых заданий по уровню сложности выполнения с установлением между ними отношения строгого порядка по приоритетности на интервале от 0 до 100 % (рис 2).

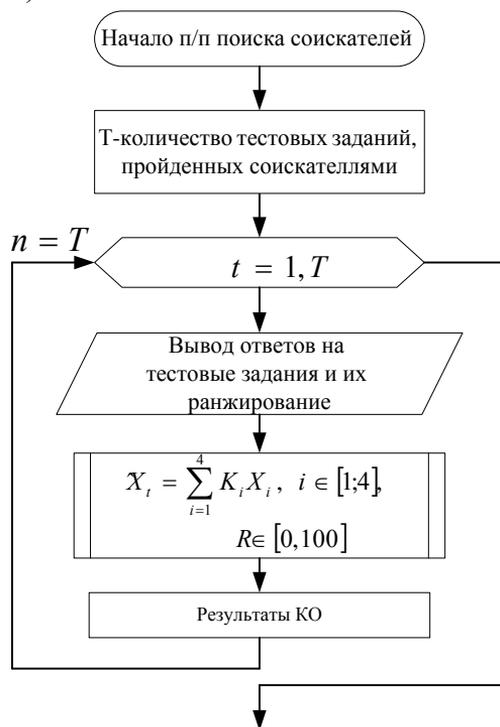


Рис. 2. Алгоритм оценки компетенций соискателей

Следующим этапом является процедура отбора специалистов на основе учета их индивидуальных особенностей. Ведь во многом эффективность работы команды зависит от ее слаженности. С этой целью необходимо построить модель искусственного интеллекта, которая будет осуществлять процедуру выбора кандидатов, и, в случае необходимости, его облик будет корректироваться Центром под запросы команды, но данный этап должен быть проведен до начала отбора соискателя. Под «обликом искусственного интеллекта» будем понимать модель поддержж-

ки принятия управленческого решения, построенную на основе требований к соискателям в рамках конкретной процедуры их подбора, на основе предпочтений рабочей группы и специфики работ в рамках проекта. Полагается, что процедура построения «облика искусственного интеллекта» осуществляется до конкурсного отбора и на период его проведения корректировке не подлежит. Это позволит избежать манипуляций со стороны внешней среды. Модель предпочтений субъекта (Центра) предлагается считать формой искусственного интеллекта, воспроизводящей поведение конкретного человека в задаче выбора. Алгоритм построения искусственного интеллекта (ИИ) представлен на рис. 3.

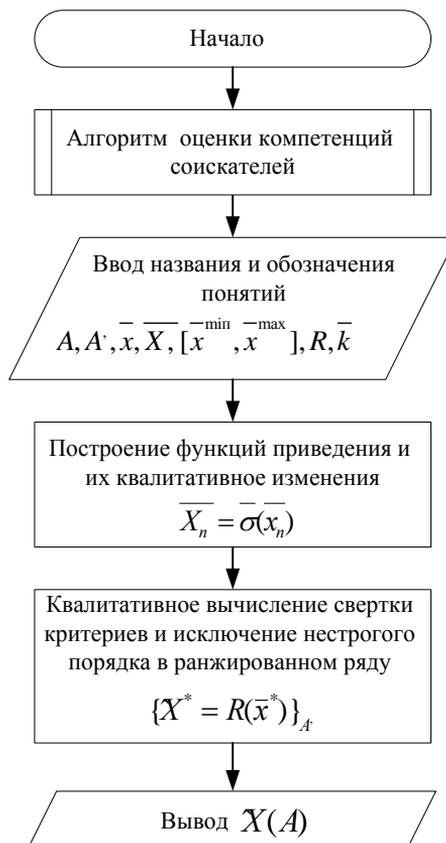


Рис. 3. Алгоритм построения искусственного интеллекта (ИИ)

Чтобы построить модель облика ИИ необходимо определиться с основными характеристиками  $\bar{x}$  в соответствии с наименованиями требований к кандидатам на основе специфики работы  $A$ . Перечень

основных характеристик напрямую зависит от специфики работ, на выполнение которой претендуют соискатели. Так, в качестве примера в работе будет рассмотрен перечень основных характеристик, являющихся критериями для отбора соискателей на должность ВМ-координатора. На следующем этапе необходимо перевести значения характеристик  $[x^{\min}, x^{\max}]$  в квалиметрическое представление  $\bar{X}$  при помощи построения функций приведения (ФП) к шкале комплексного оценивания в интервале (1, 4], где 1 – неудовлетворительно, 2 – удовлетворительно, 3 – хорошо, 4 – отлично. Затем требуется задать порядок каждой характеристики в ранжированном ряду  $R(\bar{x}^*)$  по степени важности  $A'$  для «Центра». Определение взвешенных коэффициентов осуществляется по принципу назначения степени важности каждой характеристики в интервале от 0 до 100 % в соответствии с подходом к определению взвешенных коэффициентов при реализации линейной свертки. Степень важности определяется «Центром» в зависимости от сложности и специфики выполнения строительного проекта, а также зависит от особенностей его проектирования в информационной среде. Далее ИИ осуществляется отбор соискателей по их комплексной оценке по всем параметрам  $X$ .

Данная модель будет являться основой выбора специалистов, однако в случае необходимости облик ИИ может корректироваться. Корректировка осуществляется по двум параметрам: по функции приведения (1), руководствуясь спецификой задач ВМ-команды, и ранжированием альтернатив (2):

$$X_i ::= x_i \leq x_i^{\max} \mid \leq x_i^{\max(\text{доп})} \mid \geq x_i^{\min} \mid x_i^{\min(\text{доп})}, \quad (1)$$

$$A(\bar{X}_i) ::= R(\bar{x}_i)_1 \leq R(x_i)_2 \mid \leq R(x_i)_n. \quad (2)$$

Содержание коррекции предполагает установление функциональной зависимости между параметрами свертки, однозначно определяющими правила комплексного оценивания и ранжирования представляемого множества альтернатив, и параметрами ИИ. Параметры ИИ определяют (корректируют) параметры свертки с учетом предпочтений субъекта управления, в данном случае «Центра», и его представлений о результатах предшествующих конкурсов (рис. 4).

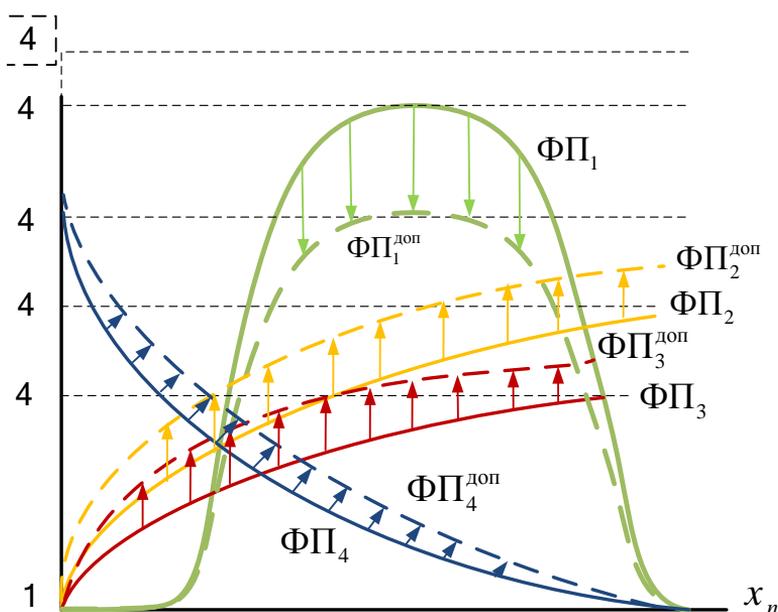


Рис. 4. Процесс целенаправленной корректировки облика ИИ

Центр «предлагает» желаемые значения терминальных символов на новом этапе конкурсного отбора в соответствии с сопоставленными результатами предыдущих конкурсов, а именно:

- определить параметры деятельности участников конкурса с увеличением степени стимулирования по конкретным характеристикам, с условием предыдущего конкурса и задачами ВМ-команды. В свертке необходимо определить значение взвешенного коэффициента и по определению фазовой характеристики со средним результатом.

Определение фазовой характеристики представляет собой среднее значение интервала варьирования требуемых параметров в соответствии с данными всех соискателей. Так как специальности являются новыми, данные интервалы имеют малые границы;

- по средним значениям у всех соискателей получить средние результаты, на основе которых будет проходить комплексная оценка.

Далее изучаются правила проведения предыдущих конкурсов, определяются требуемые акценты на характеристики и определяются веса  $\bar{k}$  на каждый показатель в значении фазовой характеристики и меняются приоритеты в ранжированном ряду  $R$ .

### **3. Методология структурного управления организационными системами на примере отбора кандидатов**

До непосредственного поиска кандидатур на вакантную должность необходимо выявить потребности организации. На этом этапе определяется функционал специалиста и формируется перечень требований, предъявляемых к специалисту, т.е. формируется описание вакансии. Приведем пример нескольких ключевых позиций основного перечня обязанностей BIM-координатора: участие в формировании и обновлении BIM-стандарта компании; поддержка процесса создания модели (контроль соответствия требованиям, контроль правильности наполнения моделей параметрами, кодами классификаторов); участие в формировании ВЕР (плана реализации BIM-проекта); организация совместной работы в среде Revit посредством BIM 360; разработка и адаптация плагинов/скриптов для Revit и т.д. Перечень ключевых требований для новой специальности формируется, исходя из потребностей организации и уровня выполняемых организацией задач.

Исходя из описанных обязанностей, формируется перечень критериев, которые будут оцениваться (сравниваться) при отборе кандидатов:  $x_1$  – опыт работы в BIM-проектах (не менее 1 года);  $x_2$  – опыт работы в Autodesk Revit (не менее 3 лет);  $x_3$  – высшее профильное образование (архитектурное, ПГС, инженерное, САПР);  $x_4$  – опыт разработки сложных семейств обязательен (графическое задание 1);  $x_5$  – опыт разработки шаблонов, скриптов желателен (графическое задание 2);  $x_6$  – опыт проектирования КР (графическое задание 3);  $x_7$  – опыт разработки в Revit рабочей документации по разделу КР (графическое задание 3);  $x_8$  – опыт разработки BIM-стандарта организации (Тест 1);  $x_9$  – наличие сертификатов Autodesk Professional.

Для построения модели применяем программную среду Декон-Тандем [26], которая позволяет вносить коррективы в модель ИИ для каждого последующего этапа, а также сравнивать результаты.

Для характеристики  $x_1$  – опыт работы в BIM-проектах – функция приведения представлена на рис. 5.

Область определения функции определяется требованиями и ограничениями: от 1 года, так как требование заказчика – минимальный опыт работы 1 год, меньший период не рассматривается; максимальное значение 14 лет определяется, исходя из периода зарождения понятия уровней ВМ в 2008 г. в Великобритании и формирования диаграммы Бью-Ричардса, определяющей уровни «зрелости» ВМ.

Функция приведения для характеристики объектов

Опыт работы в BIM-проектах

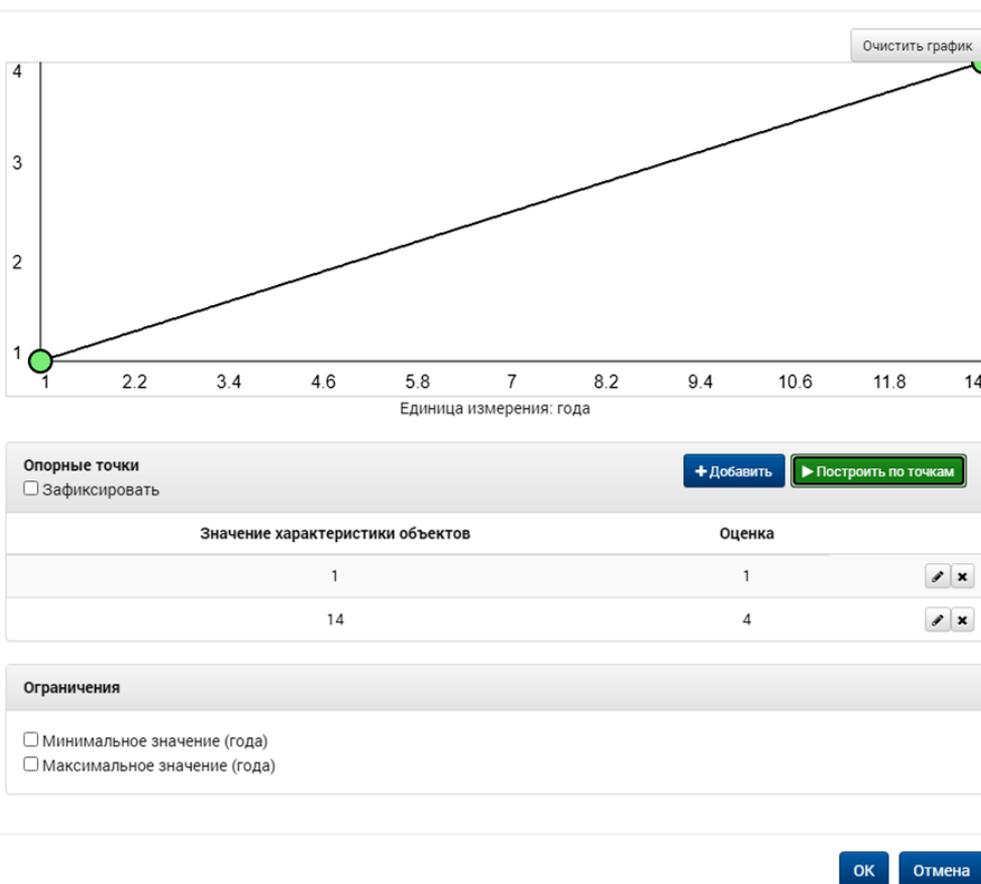


Рис. 5. Функция приведения для характеристики  $x_1$  в программной среде Декон-Тандем

Для характеристики  $x_2$  (опыт работы в Autodesk Revit) функция приведения также монотонно возрастающая, но с другой областью определения.

Область определения функции определяется требованиями и ограничениями: минимальный опыт работы в Autodesk Revit 3 года определяется требованиями заказчика и меньший период не рассматривается; максимальное значение в 22 года определяется выходом официального релиза Revit Technology Corporation (Версия 1.0) в апреле 2000 г.

Для характеристики  $x_3$ , высшее профильное образование (архитектурное, ПГС, инженерное, САПР), функция приведения возрастающая и определяется оценкой эксперта от 1 до 4, исходя из уровня и типа подготовки претендента.

Для характеристик  $x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$  – функции приведения возрастающие и определяются оценкой эксперта по уровню выполнения графического задания и прохождения тестирования претендентом от 1 до 4.

Характеристика  $x_9$  – наличие сертификатов Autodesk Professional так же определяется оценкой экспертов от 0 до 4, где 0 – это отсутствие дополнительных сертификатов.

Следующим этапом проводится ранжирование характеристик по важности. Важность характеристик (рис. 6) определяет специалист по подбору персонала на конкретном этапе отбора по текущим требованиям.

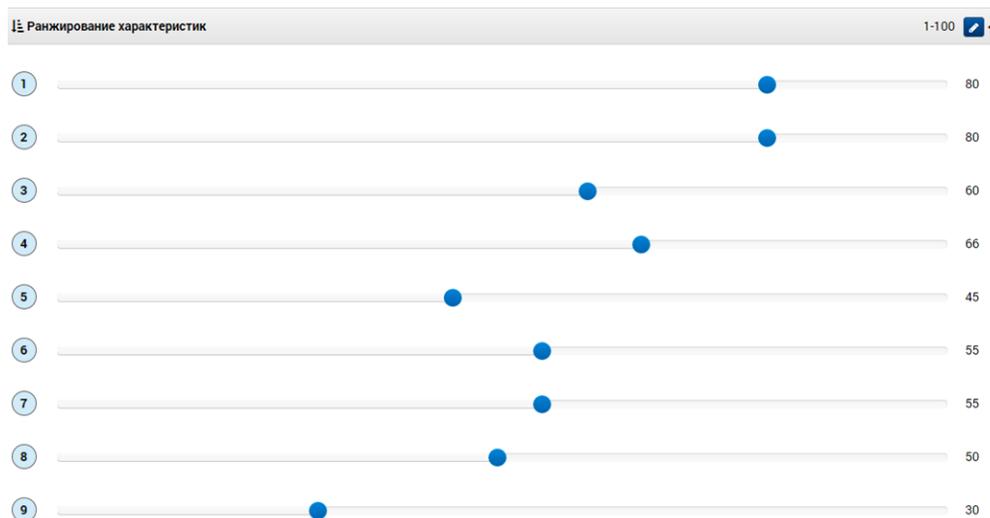


Рис. 6. Ранжирование характеристик в программной среде Декон-Тандем

В результате ранжирования каждой характеристике присваивается коэффициент. Далее проводится агрегирование информации по

претендентам путем добавления объектов предметной области в модели ИИ. Значения критериев оценки по трем претендентам представлены в таблице.

### Выбор ВМ-координатора

ФИО соискателя	Параметры оценки								
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$
Соискатель 1	8	7	2	3	2	2	2	2	1
Соискатель 2	3	9	3	2	2	3	2	2	2
Соискатель 3	6	8	2	3	2	1	2	2	1

Графическое отображение объектов предметной области и результат расчета комплексной оценки представлены на рис. 7.

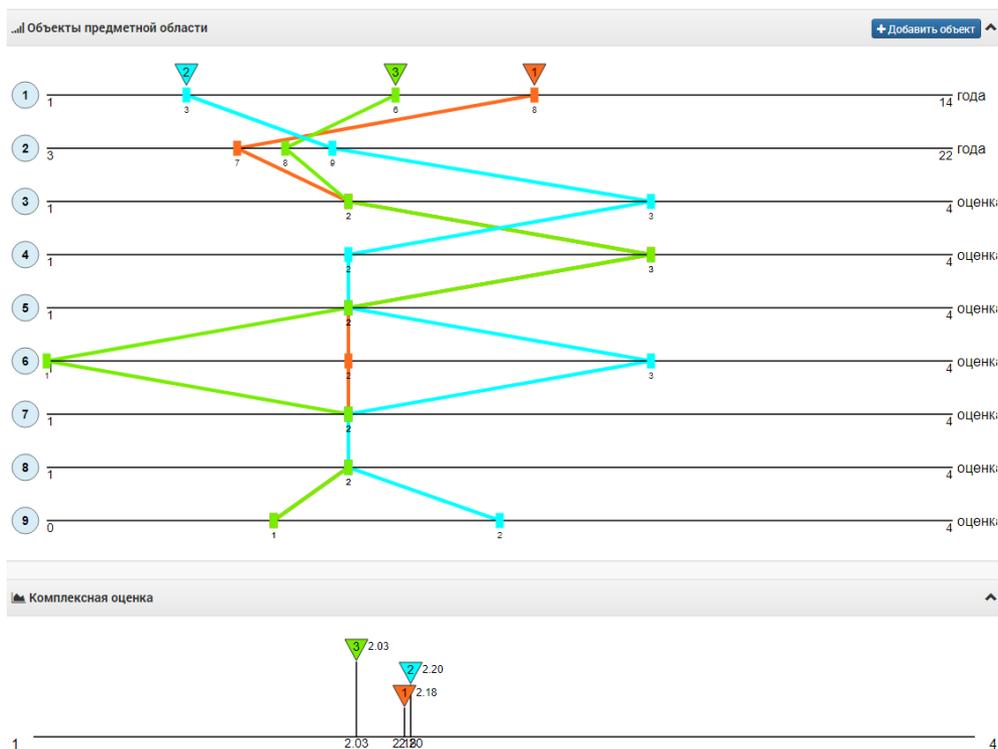


Рис. 7. Объекты предметной области в программной среде Декон-Тандем

Процедура комплексного оценивания позволяет специалисту по подбору персоналом дать обоснованное решение по выбору кандидата, а также определить слабые стороны других кандидатов для выдачи рекомендации по развитию.

На основе предложенной модели можно разработать программный продукт, представляющий собой систему поддержки принятия решений, в состав которой могут входить некоторые модели, отражающие предпочтения конкретных рабочих групп в отношении квалификационных признаков будущих соискателей на должности по различным новым специальностям. Таким образом, данные модели позволят представителям отдела кадров сократить время на отбор подходящих кандидатов на должность, избежать негативных сторон субъективизма, проявляющегося в коллективах, а также отпадет необходимость в привлечении ИТР при собеседовании.

### **Заключение**

Развитие технологий приводит к появлению новых сфер деятельности и необходимости в специалистах в новых областях. Существенно усложняется процедура подбора кадров. Соответственно, процесс подбора кадров должен осуществляться по новой технологии, позволяющей одновременно учитывать как профессиональные технические навыки, так и сформировавшиеся навыки гуманитарных дисциплин. Предложенный авторами новый подход позволяет производить комплексную оценку потенциальных соискателей на новые, ранее не существующие должности. Предложенная процедура конкурсного механизма на основе имитационной модели поведения позволяет построить модель искусственного интеллекта, которая будет осуществлять процедуру выбора кандидатов.

Предложенный алгоритм построения модели искусственного интеллекта позволяет структурировать требования к кандидатам и представляет эту структуру в виде модели. Гибкость модели позволяет корректировать требования под запросы рынка здесь и сейчас. Применение модели позволит объективно оценить или сравнить кандидатов, определить сильные и слабые стороны, обозначить направления развития. Коррекция модели позволяет адаптироваться к изменениям в требованиях к кандидатам и требованиям сферы деятельности в целом.

Актуальной областью применения конкурсного механизма на основе модели комплексного оценивания является оценка имеющегося штата сотрудников для выявления слабых сторон команды с целью оперативного управления. Перспективным направлением развития ис-

следования является совершенствование программного продукта для расширения возможностей при построении моделей комплексного оценивания.

### **Библиографический список**

1. Глазьев С.Ю. Рынок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. – М.: Книжный мир, 2018. – 768 с.
2. Техно-гуманитарный взгляд на проблемы проективного управления в социально-экономических системах / В.А. Харитонов, Д.Н. Кривоги́на, В.С. Спирина, А.С. Саламатина // Прикладная математика и вопросы управления. – 2020. – № 1. – С. 140–158. DOI: 10.15593/2499-9873/2020.1.09
3. Глазьев С. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов [Электронный ресурс] // Вопросы экономики. – 2009. – № 3. – С. 26–38. – URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-3-26-38> (дата обращения: 07.09.2022).
4. Винер Н. Кибернетика и общество. Творец и робот. – М.: Тайдекс Ко, 2003. – 248 с.
5. Sabaei D., Erkoynucu J., Roy R. A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery // Procedia CIRP 37. – 2015. – P. 30–35.
6. Глазьев С.Ю. Регулирование инновационных процессов в новом технологическом и мирохозяйственном укладах // Экономическое возрождение России. – 2022. – № 2 (72). – С. 24–27.
7. Глазьев С.Ю. Ноономика как стержень формирования нового технологического и мирохозяйственного укладов // Ноономика и ноообщество. Альманах трудов ИНИР им. С.Ю. Витте. – 2022. – Т. 1. – № 1. – С. 43–64.
8. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. – М.: Изд-во ДМК Пресс, 2015. – 410 с.
9. Смирнов И.А. Анализ отечественного и зарубежного опыта в BIM-проектировании // Наукосфера. – 2021. – № 2-2. – С. 71–75.
10. Внедрение BIM-технологий в строительство / А.В. Кудинов, А.А. Частников, А.А. Гладков, Н.В. Емельянов // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения

и инновации: сб. статей XX Междунар. науч.-практ. конф.; Пенза, 15 февраля 2019 г. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 143–145.

11. Кузубов Е.В., Пашкова Л.А. Особенности жизненного цикла проекта в среде BIM-проектирования // Актуальные вопросы в науке и практике: сб. статей по материалам VIII Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч.; Самара, 15 мая 2018 г. – Самара: ООО «Дендра», 2018. – С. 104–109.

12. Дерюпина А.Е., Джапаридзе Д.А. Информационные модели зданий (BIM) // Молодежный научный вестник. – 2017. – № 12 (25). – С. 167–175.

13. Батехова А.А., Горюшкин К.Н. BIM-проектирование: роль информационных моделей в реальном строительстве // Поколение будущего: взгляд молодых ученых – 2021: сб. науч. статей 10-й Междунар. молодеж. науч. конф.; Курск, 11–12 ноября 2021 г. – Курск: Изд-во Юго-Запад. гос. ун-та, 2021. – С. 146–149.

14. Пастух О.А., Кураков А.Ю. Роль BIM-технологий в проектировании, строительстве и подготовке квалифицированных кадров // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 15–17 апреля 2020 г. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2020. – С. 344–354.

15. Epstein M. PreDictionary: experiments in verbal creativity. – USA: Lulu.com, 2011. – 131 p.

16. Харитонов В.А., Алексеев А.О. Концепция субъектно-ориентированного управления в социальных и экономических системах // Политематический сетевой электрон. науч. журнал Кубан. гос. аграрного ун-та. – 2015. – № 109. – С. 690–706.

17. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами / под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.

18. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2005. – 581 с.

19. Лыков М.В., Алексеев А.О., Харитонов В.А. Инновационные технологии управления конкурсной деятельностью // Вестник Самар. гос. экономич. ун-та. – 2010. – № 6 (68). – С. 31–35.

20. Лыков М.В., Новопашина Е.И. Конкурсные системы либерального управления деятельностью людей в заданной предметной области // Управление большими системами: сб. тр. VI Всерос. школы-сем. молод. учен. – Ижевск, 2009. – Т. 1. – 400 с.

21. Гуреев К.А., Лыков М.В. Шайдулин Р.Ф. Процедура поддержки принятия коллегиальных решений с использованием активной экспертизы // Теория активных систем: тр. междунар. науч.- практ. конф.; Москва, 17–19 нояб. 2009 г. / под общ. ред. В.Н. Буркова, Д.А. Новикова. – М., 2009. – Т. 1. – С. 230–233.

22. Алексеев А.О. Классификация механизмов комплексного оценивания сложных объектов // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2018. – № 2 (10). – С. 106–120.

23. Rapaport D. Projective techniques and the theory of thinking // J. of Projective Techniques. – 2010. – Vol. 16. – P. 269–275.

24. Квантификация предпочтений хозяйствующих субъектов управления в задачах цифровой экономики: монография / В.А. Харитонов, А.О. Алексеев, А.В. Вычегжанин, А.М. Гревцев, М.С. Дмитриюков, Д.Н. Кривоги́на, В.С. Спирина, Р.Ф. Шайдулин, Л.К. Гейхман; под ред. В.А. Харитонова / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 171 с.

25. Белых А.А., Горлов Ю.Г., Калинин Н.П. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания // Вестник Пермского университета. – 2007. – № 9 (14). – С. 103–107.

26. Свид-во о гос. регистр. программы для ЭВМ № 2022611581 РФ. Декон-Тандем: № 2022610776, заявл. 26.01.2022: опубл. 27.01.2022 / В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин, М.И. Мелехин [и др.]; заяв. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Перм. гос. аграрно-технолог. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова.

## References

1. Glaz'ev S.Iu. Ryvok v budushchee. Rossiia v novykh tekhnologicheskome i mirokhoziaistvennom ukkladakh [A leap into the future. Russia in New technological and World Economic structures]. Moscow: Knizhnyi mir, 2018, 768 p.

2. Kharitonov V.A., Krivogina D.N., Spirina V.S., Salamatina A.S. Tekhno-gumanitarnyi vzgliad na problemy proektivnogo upravleniia v

sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh [Techno-humanitarian view on problems of projective management in socio-economic systems]. *Prikladnaia matematika i voprosy upravleniia*, 2020, no. 1, pp. 140-158. DOI: 10.15593/2499-9873/2020.1.09

3. Glaz'ev S. Mirovoi ekonomicheskii krizis kak protsess smeny tekhnologicheskikh ukhladov [World Economic Crisis as a Process of Substitution of Technological Modes]. *Voprosy ekonomiki*, 2009, no. 3, pp. 26-38, available at: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-3-26-38> (accessed 17 September 2022).

4. Viner N. Kibernetika i obshchestvo. Tvoret's i robot [Cybernetics and society. The creator and the robot]. Moscow: Taideks Ko, 2003, 248 p.

5. Sabaei D., Erkoyuncu J., Roy R. A review of multi-criteria decision making methods for enhanced maintenance delivery. *Procedia CIRP* 37, 2015, pp. 30-35.

6. Glaz'ev S.Iu. Regulirovaniie innovatsionnykh protsessov v novom tekhnologicheskome i mirokhoziaistvennom ukhladakh [Regulation of innovative processes in the new technological and world economic order]. *Ekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii*, 2022, no. 2 (72), pp. 24-27.

7. Glaz'ev S.Iu. Noonomika kak sterzhen' formirovaniia novogo tekhnologicheskogo i mirokhoziaistvennogo ukhladov [Noonomics as the core of the formation of a new technological and world economic order]. *Noonomika i noobshchestvo. Al'manakh trudov INIR imeni S.Iu. Vitte*, 2022, vol. 1, no. 1, pp. 43-64.

8. Talapov V.V. Tekhnologiia BIM. Sut' i osobennosti vnedreniia informatsionnogo modelirovaniia zdaniia [BIM technology. The essence and features of the implementation of building information modeling]. Moscow: DMK Press, 2015, 410 p.

9. Smirnov I.A. Analiz otechestvennogo i zarubezhnogo opyta v BIM-proektirovanii [Analysis of domestic and foreign experience in BIM design]. *Naukosfera*, 2021, no. 2-2, pp. 71-75.

10. Kudinov A.V., Chastnikov A.A., Gladkov A.A., Emel'ianov N.V. Vnedrenie BIM-tekhnologii v stroitel'stvo [Implementation of BIM technologies in construction]. *Fundamental'nye i prikladnye nauchnye issledovaniia: aktual'nye voprosy, dostizheniia i innovatsii. Sbornik statei XX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; Penza, 15 February 2019 g. Penza: Nauka i Prosveshchenie (IP Guliaev G.Iu.)*, 2019, pp. 143-145.

11. Kuzubov E.V., Pashkova L.A. Osobennosti zhiznennogo tsikla proekta v srede BIM-proektirovaniia [Features of the project life cycle in the BIM design environment]. *Aktual'nye voprosy v nauke i praktike. Sbornik statei po materialam VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Samara, 15 May 2018*. Samara: ООО “Dendra”, 2018, pp. 104-109.

12. Deriupina A.E., Dzhaparidze D.A. Infrmatsionnye modeli zdaniia (BIM) [Building Information Models (BIM)]. *Molodezhnyi nauchnyi vestnik*, 2017, no. 12 (25), pp. 167-175.

13. Batekhova A.A., Goriushkin K.N. BIM-proektirovanie: rol' informatsionnykh modelei v real'nom stroitel'stve [BIM design: the role of information models in real construction]. *Pokolenie budushchego: vzgliad molodykh uchenykh - 2021. Sbornik nauchnykh statei 10-i Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii, Kursk, 11-12 November 2021*. Kursk: Iugo-Zapadnyi gosudarstvennyi universitet, 2021, pp. 146-149.

14. Pastukh O.A., Kurakov A.Iu. Rol' BIM-tekhnologii v projektirovanii, stroitel'stve i podgotovke kvalifitsirovannykh kadrov [The role of BIM technologies in design, construction and training of qualified personnel]. *BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Sankt-Peterburg, 15-17 April 2020*. Saint Petersburg: Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi arkhitekturno-stroitel'nyi universitet, 2020, pp. 344-354.

15. Epstein M. PreDictionary: experiments in verbal creativity. USA: Lulu.com, 2011, 131 p.

16. Kharitonov V.A., Alekseev A.O. Kontseptsiiia sub"ektno-orientirovannogo upravleniia v sotsial'nykh i ekonomicheskikh sistemakh [The Concept of Agent-based Control in Social and Economic Systems]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 109, pp. 690-706.

17. Burkov V.N., Korgin N.A., Novikov D.A. Vvedenie v teoriu upravleniia organizatsionnymi sistemami [Introduction to the theory of management of organizational systems]. Ed. chlen-korrespondent RAN D.A. Novikov. Moscow: Librokom, 2009, 264 p.

18. Novikov D.A. Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami [Theory of management of organizational systems]. Moscow: Moskovskii psikhologo-sotsial'nyi universitet, 2005, 581 p.

19. Lykov M.V., Alekseev A.O., Kharitonov V.A. Innovatsionnye tekhnologii upravleniia konkursnoi deiatel'nost'iu [Innovative technologies for managing competitive activities]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2010, no. 6 (68), pp. 31-35.

20. Lykov M.V., Novopashina E.I. Konkursnye sistemy liberal'nogo upravleniia deiatel'nost'iu liudei v zadannoi predmetnoi oblasti [Competitive System Activities of Liberal management of People's Occupations in the Specific Subject Area]. *Upravlenie bol'shimi sistemami. Sbornik trudov VI Vserossiiskoi shkoly-seminara molodykh uchenykh*. Izhevsk, 2009, vol. 1, 400 p.

21. Gureev K.A., Lykov M.V. Shaidulin R.F. Protsedura podderzhki priniatiia kollegial'nykh reshenii s ispol'zovaniem aktivnoi ekspertizy [The Procedure of Collective Decision Taking Support Within Active Expertise Use/Active Systems Theory]. *Teoriia aktivnykh sistem. Trudy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Moscow, 17-19 November 2009*. Ed. V.N. Burkov, D.A. Novikov. Moscow, 2009, vol. 1, pp. 230-233.

22. Alekseev A.O. Klassifikatsiia mekhanizmov kompleksnogo otsenivaniia slozhnykh ob"ektov [Classification of mechanisms of complex assessment of complex objects]. *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii*, 2018, no. 2 (10), pp. 106-120.

23. Rapaport D. Projective techniques and the theory of thinking. *J. of Projective Techniques*, 2010, vol. 16, pp. 269-275.

24. Kharitonov V.A., Alekseev A.O., Vychezhzhanin A.V., Grevtsev A.M., Dmitriukov M.S., Krivogina D.N., Spirina V.S., Shaidulin R.F., Geikhman L.K. Kvantifikatsiia predpochtenii khoziaistvuiushchikh sub"ektov upravleniia v zadachakh tsifrovoi ekonomiki: monografiia [Quantification of preferences of economic management entities in the tasks of the digital economy: monograph]. Ed. V.A. Kharitonov. Perm': Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet, 2018, 171 p.

25. Belykh A.A., Gorlov Iu.G., Kalinin N.P. Funktsional'nye vozmozhnosti mekhanizmov kompleksnogo otsenivaniia [Functional capabilities of integrated assessment mechanisms]. *Vestnik Permskogo universiteta*, 2007, no. 9 (14), pp. 103-107.

26. Kharitonov V.A. Shaidulin R.F., Melekhin M.I. et al. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM № 2022611581 Decon-Tandem [Certificate of state registration of the computer program No. 2022611581 Decon-Tandem]. Perm National Research Polytechnic University, Perm State Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov, 2022.

### **Сведения об авторах**

**Харитонов Валерий Алексеевич** (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» Пермского национального исследовательского политехнического университета, заслуженный работник высшей школы РФ (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: cems@pstu.ru).

**Кривогина Дарья Николаевна** (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: darya.krivogina@gmail.ru).

**Саламатина Анна Сергеевна** (Пермь, Россия) – аспирантка кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: salamatina@ce.ms.pstu.ru).

### **About the authors**

**Valerij A. Kharitonov** (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor Department of Construction Engineering and Material, Honored Worker of Higher School of the Russian Federation Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: cems@pstu.ru).

**Darya N. Krivogina** (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor Department of Construction Engineering and Material Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: darya.krivogina@gmail.ru).

**Anna S. Salamatina** (Perm, Russian Federation) – Graduate Student  
Department of Construction Engineering and Material Perm National Re-  
search Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail:  
salamatina@cems.pstu.ru)

Поступила: 06.09.2022. Одобрена: 04.10.2022. Принята к публикации: 22.12.2022.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках Пермского НОЦ проблем управ-  
ления, созданного на базе ПНИПУ совместно с ИПУ РАН под руководством профес-  
сора В.Ю. Столбова.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по  
отношению к статье.

**Вклад авторов.** Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку  
публикации.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:  
Харитонов, В.А. Методология структурного управления организационными  
системами на основе конкурсных механизмов / В.А. Харитонов, Д.Н. Кривоги́на,  
А.С. Саламатина // Вестник Пермского национального исследовательского  
политехнического университета. Электротехника, информационные технологии,  
системы управления. – 2022. – № 43. – С. 96–118. DOI: 10.15593/2224-9397/2022.3.06

Please cite this article in English as:

Kharitonov V.A., Krivogina D.N., Salamatina A.S. Methodology of structural  
management of organizational systems based on competitive mechanisms. *Perm National  
Research Polytechnic University Bulletin. Electrotechnics, information technologies, control  
systems*, 2022, no. 43, pp. 96-118. DOI: 10.15593/2224-9397/2022.3.06