

Научная статья
УДК 004.519.8
DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1333

Julia Sergeevna Munirova
Postgraduate of the Higher School of Intelligent Systems
and Cybertechnology,
specialty 5.2.2 — Mathematical, statistical
and instrumental methods in economics,
Volga State University of Service
Tolyatti, Russian Federation
munirovays@inbox.ru

Юлия Сергеевна Мунирова
аспирант высшей школы интеллектуальных систем
и кибертехнологий,
специальность 5.2.2 — Математические, статистические
и инструментальные методы в экономике,
Поволжский государственный университет сервиса
Тольятти, Российская Федерация
munirovays@inbox.ru

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ВУЗА НА ОСНОВЕ ИНСТРУМЕНТОВ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

5.2.2 — Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

Аннотация. В статье показана возможность применения аппарата экономико-математического моделирования процессов стимулирования инновационной деятельности преподавателей вуза при составлении эффективного контракта. В последнее время эти вопросы пользуются повышенным вниманием в связи с необходимостью реализации дорожной карты постановления Правительства РФ о реализации потребности повышения технологического суверенитета в стране. Отмечено, что это возможно за счет повышения инновационной активности преподавателей вуза и трансфера их знаний, научных достижений и результатов новаторской деятельности в системе высшего образования. Способствовать формированию мотивации к развитию инновационной и научной составляющих в вузах может улучшенная система стимулирования труда, учитывающая вклад в развитие инновационной составляющей. Актуальность темы исследования обоснована потребностью поиска эффективных инструментов повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза. Описано авторское видение возможности формирования системы стимулирования преподавателей вуза в разрезе их возрастных групп. Показан один из существующих в вузе вариантов классификации профессиональной

деятельности преподавателей с применением механизма эффективного контракта. Методы исследования опираются на теорию игр, рассматриваются коалиционные игры и некоторые возможные ситуации, характеризующие отношения между администрацией вуза и преподавателями, мотивированными на интенсификацию инновационной и научной деятельности. Результаты исследования представлены в виде методики повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза и концептуальной модели системы поддержки принятия решений на основе методов нейросетевого моделирования. Научная новизна показана предложенной методикой повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза, позволяющей, в отличие от имеющихся подходов, учитывать возрастной ценз преподавателей и производить своевременную корректировку показателей их эффективного контракта.

Ключевые слова: инновационная активность, теория полезности, трансферабельная полезность, системы поддержки принятия решения, методика, нейросетевое моделирование, нейронная сеть адаптивного резонанса, нейронная сеть прямого распространения, нейронная сеть Джордана, нейронная сеть Элмана

Для цитирования: Мунирова Ю. С. Методика повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза на основе инструментов экономико-математического и нейросетевого моделирования // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 2(71). С. 194—203. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1333.

Original article

METHODOLOGY FOR INCREASING THE LEVEL OF INNOVATION ACTIVITY OF UNIVERSITY TEACHERS ON THE BASIS OF TOOLS OF ECONOMIC-MATHEMATICAL AND NEURAL NETWORK MODELING

5.2.2 — Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

Abstract. The article shows the possibility of using the apparatus of economic and mathematical modeling of stimulating the innovation activity of university teachers when drawing up an effective contract. Recently, these issues have received increased attention due to the need to implement the roadmap of the RF Government resolution on the realization of the need to increase technological sovereignty of the country. It is noted that this is possible by increasing the innovation activity of university teachers and transferring their knowledge, scientific

achievements and results of innovative activities in the system of higher education. An improved system of labour incentives that takes into account contributions to the development of innovation can help to motivate universities to develop their innovative and scientific components. The relevance of the research topic is justified by the need to find effective tools to increase the level of innovation activity of university teachers. The author's vision of the possibility of forming a system of incentives for university teachers in the context of their age groups is described.

One of the existing variants of professional activity classification of teachers with the use of effective contract mechanism is shown. The research methods are based on game theory, coalition games and some possible situations characterizing the relationship between university administration and teachers motivated to intensify innovation and research activities are considered. The results of the study are presented in the form of a methodology for increasing the level of innovation activity of university teachers and a conceptual model of a decision support system based on neural network modeling methods. Scien-

tific novelty is shown by the proposed methodology for increasing the level of innovation activity of university teachers, which, in contrast to existing approaches, allows taking into account the age limit of teachers and making timely adjustments to the indicators of their effective contract.

Keywords: *innovation activity, utility theory, transferable utility, decision support systems, methodology, neural network modeling, adaptive resonance neural network, direct propagation neural network, Jordan neural network, Elman neural network*

For citation: Munirova Ju. S. Methodology for increasing the level of innovation activity of university teachers on the basis of tools of economic-mathematical and neural network modeling. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law.* 2025;2(71):194—203. DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1333.

Введение

Актуальность темы исследования обоснована проводимой в стране политикой правительства, направленной на повышение инновационной и научной активности преподавателей высших учебных заведений. Различные федеральные проекты, в которых сделан акцент на применение трансдисциплинарного подхода в процессе подготовки кадров для инновационной экономики, выявил ряд проблем стимулирования преподавательской деятельности в разрезе подготовки научных публикаций и их дальнейшего тиражирования. Здесь можно добавить и недостаточную мотивацию разработки новаторских идей и их коммерциализацию в условиях рыночных отношений. Причиной можно считать несовершенный вид эффективного контракта администрации вуза с преподавателями, в котором не учитываются возрастные группы преподавателей и накопленный ими опыт работы, уровень сформированности профессиональных компетенций обмена знаниями в коллективе исполнителей. Проблемой исследования является недостаточность методического обоснования полезности эффективных контрактов как инструментов стимулирования профессиональной деятельности преподавателей вуза, направленной на создание и продвижение результатов инновационной и научной деятельности. Предпосылками снижения выявленной проблемы является возможность более тщательного освоения механизма управления взаимодействием в одноуровневых организационных системах на основе экономико-математического аппарата исследования.

Главная цель исследования состоит в выявлении возможностей повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза и разработки механизма совершенствования их мотивации посредством стимулирования инновационной и научной деятельности.

Изученность проблемы. Актуальные вопросы повышения уровня материального стимулирования деятельности профессорско-преподавательского состава (далее — ППС) вуза в последнее время широко обсуждаются российскими авторами с разных сторон. В своем научном исследовании мы опирались на идеи применения математического аппарата теории игр для управления сложными организационными системами в условиях неопределенности внешней среды. Например, М. В. Белов и Д. А. Новиков [1] предложили компенсаторную стимулирующую систему, учитывающую возможность адаптации «центра» и «агентов» на примере динамических моделей адаптации участников организационной системы к изменению статистических характеристик внешней среды [1]. Примеры моделирования взаимодействием в одноуровневых организационных

системах, на основе выводов В. Д. Богатырева [2; 3], были автором публикации адаптированы для сложной организационной системы взаимодействия преподавателей вуза при решении многоцелевых задач. Для выявления формируемой «полезности», вносимой в развитие деятельности вуза от каждого преподавателя, работающего в нем, была выбрана «трансферабельная полезность», раскрытая для экономических систем в трудах М. И. Гераськина [4]. Кроме того, были проанализированы аналогичные публикации, в которых акцентировалась необходимость формирования трансферабельной полезности. Например, А. Б. Зинченко [5] считает, что важным «предметом исследования являются кооперативные игры, в которых полезность, достижимую для коалиции, можно произвольно разделить между партнерами» [5, с. 20]. В своей работе В. Н. Бурков, А. К. Еналеев, Н. А. Коргин [6] изучают интегрированную проблему «согласованности или совместимости со стимулами», результаты которых автор статьи применяет в своих публикациях для изучения системы материального стимулирования преподавателей вуза. Вопросы трансферабельной полезности рассмотрены в трудах Г. Л. Сидельникова, А. В. Комарова [7], в которых отмечается, что трансферабельная полезность — это частный случай сильносвязанной системы, критерии которой выражены в одном измерителе. Например, такая ситуация возникает при оптимизации производительности однородных технологий.

Алгоритм распределения трансферабельной полезности при многокритериальном управлении в сильно связанных системах с приоритетами разработан М. И. Гераськиным [4] и применен другими авторами, например, для технических и организационных систем, критерии эффективности которых количественно измеримы и определены их отношения предпочтения, как считают В. Д. Богатырев, К. Б. Герасимов [8].

Алгоритм включает следующие шаги:

1. Ввод исходных данных: функций критериев и ограничений, задающих области допустимых управлений.
2. Определение скалярных оптимумов критериев и минимумов критериев.
3. Определение оптимумов критериев в системе и полезности системы.
4. Задание вектора приоритетов.
5. Расчет распределения полезности и вектора оптимальных критериев.

Результат, который дает алгоритм, — оптимальное распределение агрегированной полезности системы при неравнозначных критериях эффективности, что показано в работе И. О. Гарина и П. А. Дроговоза при анализе

функциональности и теоретико-игровом моделировании смарт-контрактов [9].

Некоторые концептуальные предпочтения нашего исследования были заимствованы из выводов публикаций А. С. Шведова. Он изучал возможности применения аппарата теории игр с нечеткими выигрышами. Им показана возможность построения вычислительной процедуры, сходной с вычислительной процедурой для игр с трансферабельной полезностью применительно к нетривиальным сетевым структурам взаимодействия агентов, которые можно трактовать как структуры возможных трансферов полезности [10]. При трансферабельной полезности допустимо перераспределение (трансфер) значений вектора критериев элементов системы (трансфер знаний).

В результате задача многокритериального управления сводится к задаче оптимального распределения полезности между элементами системы по агрегированному критерию, что отражено в работе Ю. С. Мунировой и Е. П. Ростовской [11] при построении концептуальной модели разработки системы материального стимулирования преподавателей вуза в процессе заключения эффективного контракта своей профессиональной деятельности. Также трансферабельные полезности рассматриваются в контексте кооперативных игр. Это простая и популярная модель экономических ситуаций, участники которых, объединяя свои ресурсы, капиталы, возможности, могут получить дополнительную прибыль. Конфликт в таких играх не антагонистический: каждый агент стремится максимизировать свою долю совместного дохода, что показано в работе Д. А. Новикова и А. В. Цветкова, изучающих согласованность взаимодействия активных элементов в задачах стимулирования [12].

Таким образом, методами теории игр сегодня исследуются особенности взаимодействия игроков коалиций с различным статусом и оценивается влияние внутригрупповой иерархии на эффективность принятия коллективных стратегий, что показано при управлении эффективностью деятельности научно-педагогических работников, например С. С. Чернова [13], или в работе А. В. Гурина, который рассматривает возможность формализации контрактов как основа эффективной командной разработки в процессе разработки мобильной версии для IOS [14], или в работе С. В. Янкевича, который рассматривает вопросы правового регулирования при внедрении в образовательных системах этот инструмент для управления эффективными контрактами [15]. В результате появляется возможность повысить мотивацию инновационной и научно-исследовательской деятельности преподавателей вуза путем применения аппарата теории игр, позволяющего сформировать трансферабельную полезность от усовершенствованной системы стимулирования.

Анализ зарубежных источников также показал значительный интерес к теме исследования. Так, авторы из Южно-Иллинойского университета предлагают использовать специальные программы стимулирования преподавателей при разработке ими специальных открытых образовательных ресурсов (далее — *OER*), которые можно считать инновационными интеллектуальными продуктами [16]. Отмечают важность разработки открытых образовательных ресурсов и авторы из Пакистана [17], которые считают, что показатель разработки *OER* должен также учитываться в вузах при стимулировании труда преподавателей.

В работах [18; 19] акцентируется внимание на возможностях повышения мотивации преподавателей вуза для стимулирования их труда через разработку *OER* и доступности к ним.

Целесообразность разработки темы. Следует обеспечить в вузах высокий уровень инновационной и научно-исследовательской деятельности научно-педагогических работников в условиях динамичности внешней среды и повышенной нестабильности [11; 13; 15]. Поэтому необходимо изучать имеющиеся инструменты для адаптации традиционных методов формирования эффективного контракта, который администрация вуза заключает с преподавателями к новым вызовам, например через создание в высшей школе пула *OER* [16—19].

Таким образом, **цель** исследования состоит в подтверждении гипотезы о необходимости изменения эффективного контракта с преподавателями вуза на основе инструментов экономико-математического моделирования, направленных на формировании трансферабельной полезности коллективного сотрудничества преподавателей вуза при решении задач повышения уровня инновационной активности.

Задачи исследования:

1. Определить концептуальную модель оценки интегрального показателя трансферабельной полезности инновационной активности ППС в вузе.
2. Определить механизм согласованного взаимодействия преподавателей вуза и его формализованную модель для управления процессами согласованности;
3. Предложить структуру системы поддержки принятия решений (далее — СППР) о возможностях стимулирования преподавателей на основе эффективного контракта, рекомендации в которой сформированы на основе аппарата нечеткой логики, методов нейросетевого моделирования и SCADA системы вуза, предназначенной для сбора критерийных показателей трансферабельной полезности каждого преподавателя.
4. Разработать методику формирования управляющих воздействий на результативность формирования системы стимулирования преподавателей вуза.

Научная новизна предлагаемых решений состоит в том, что уточнена сущность эффективного контракта за счет классификации и ранжирования работников вуза по возрастным и операционным характеристикам деятельности на основе функционального подхода, что позволило привести в соответствие совокупный вклад показателей согласованного взаимодействия преподавателей вуза и расширить механизм управления системой стимулирования, учитывающей показатели трансферабельной полезности каждого преподавателя.

Теоретическая значимость полученных результатов состоит в уточнении дефиниции трансферабельной полезности для преподавателей вуза.

Практическая значимость полученных результатов состоит в возможности внесения изменений в структуру эффективного контракта, что повлечет устойчивый рост мотивационной составляющей преподавателей вуза для всех возрастных групп.

Основная часть

Методы и материалы исследования. Основу исследования возможностей стимулирования инновационной и научной деятельности преподавателей вуза на основе эффективного контракта как базового элемента понятийного аппарата теории полезности составили методы системного и процессного подходов в интеграции с методами экономико-математического моделирования, в частности, с методами теории игр и механизмов стимулирования в динамических и многоэлементных социально-экономических системах.

При обосновании гипотезы применялись системный, целевой, функциональный, комплексный и инструментальный подходы. В соответствии с гипотезой, для формулировки определения дефиниции «трансферабельной полезности преподавателей вуза» применялись методы искусственного интеллекта и нечеткой логики, а также методы классификации, сравнения, регрессионного анализа.

Что касается архитектуры нейросетей, то следует добавить, что концептуальное видение архитектуры нейросетевого блока опирается на а) адаптивную резонансную сеть (ART); б) сеть прямого резонанса; в) сеть Джордана; г) сеть Элмана. Их выбор и особенности интеграции здесь подробно не рассматривались.

Ниже описано назначение их функционирования (табл. 1).

Таблица 1

Анализ функционального назначения интеграции нейросетевых архитектур

Название сетевой архитектуры	Функциональное назначение	Решаемые задачи
Нейронная сеть адаптивного резонанса (ART)	ART используется для кластеризации данных и выявления паттернов в больших объемах информации. Она может помочь в идентификации групп акторов с похожими характеристиками или поведением	Сеть адаптируется к новым данным, что позволяет ей обновлять свои модели без необходимости полного переобучения. Это важно в контексте динамичных образовательных процессов
Нейронная сеть прямого резонанса	Эта сеть может использоваться для обработки временных зависимостей и выявления закономерностей в последовательностях данных	Сеть может анализировать временные ряды данных о взаимодействиях акторов (преподавателей разных групп), помогая выявлять тренды и предсказывать будущие взаимодействия
Нейронная сеть Джордана	Эта сеть является рекуррентной и подходит для задач, где важно учитывать предыдущие состояния. Она может использоваться для предсказания результатов взаимодействия на основе прошлых данных	Сеть Джордана будет хранить информацию о предыдущих взаимодействиях и использовать ее для формирования более точных прогнозов о будущем взаимодействии
Нейронная сеть Элмана	Эта сеть используется для анализа последовательных данных и может эффективно обрабатывать временные зависимости.	Она будет получать данные о текущем состоянии взаимодействия групп преподавателей эффективного контракта и учитывать информацию о предыдущих состояниях для улучшения предсказаний

Результаты и обсуждение исследования. Первый этап исследования был связан с анализом существующих структур эффективных контрактов в сфере высшего образования.

На рис. 1 представлена концептуальная модель системы показателей инновационной активности ППС в соответствии с требованиями программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».



Рис. 1. Концептуальная модель системы показателей трансферабельной полезности инновационной активности ППС

Механизм согласованного воздействия сильно связанных систем, таких как преподаватели вуза, можно объяснить через концепцию взаимозависимости и координации действий, где полезность каждого участника

(в данном случае, преподавателя) зависит не только от его собственных усилий и результатов, но и от действий других участников, формируя показатель общей трансферабельной полезности.

На втором этапе исследования выявлялись особенно-сти формирования трансферабельной полезности каждой из групп преподавателей, классифицированных и ранжированных по возрастному цензу и направлению профессиональной деятельности. Для реализации перераспределения трансферабельной полезности в системе стимулирова-

ния преподавателей вуза можно рассмотреть следующие параметры функционирования (табл. 2).

Эти параметры могут быть использованы для создания комбинированной системы стимулирования, которая будет учитывать индивидуальные потребности и мотивацию преподавателей, а также общие цели образовательного учреждения.

Таблица 2

Параметры функционирования для реализации перераспределения трансферабельной полезности в системе стимулирования преподавателей вуза

Параметры функционирования	Содержание
Заработная плата и премии	Основной параметр, который можно регулировать для перераспределения полезности. Это может включать базовую зарплату, бонусы за достижения в научной деятельности, преподавательской работе и участии в проектах
Нагрузка и распределение курсов	Изменение объема учебной нагрузки, а также распределение курсов между преподавателями может повлиять на их удовлетворенность работой и мотивацию. Например, более сложные или востребованные курсы могут быть вознаграждены дополнительными выплатами
Доступ к ресурсам	Предоставление преподавателям доступа к исследовательским грантам, лабораториям, оборудованию и другим ресурсам может стать важным параметром. Увеличение доступа к таким ресурсам может повысить их полезность
Финансирование научных проектов	Объем финансирования, выделяемого на научные исследования преподавателей, может быть изменен в зависимости от их вклада в образовательный процесс и научную деятельность
Условия труда	Улучшение условий труда (например, предоставление современных рабочих мест, возможность удаленной работы) также может служить важным параметром для перераспределения полезности
Образовательные программы и курсы повышения квалификации	Возможности для профессионального роста и развития, такие как участие в семинарах, конференциях и курсах повышения квалификации, могут быть важными факторами мотивации
Степень вовлеченности в управление	Участие преподавателей в принятии решений на уровне факультета или вуза может повысить их удовлетворенность и ощущение полезности
Система оценки и обратной связи	Разработка прозрачной системы оценки работы преподавателей и предоставление обратной связи могут способствовать повышению их мотивации и вовлеченности
Включение социальных программ	Например, медицинское страхование, помощь с жильем могут улучшить общую удовлетворенность работой

Показатель общей трансферабельной полезности деятельности преподавателей вуза в разрезе инновационной активности ППС, на основании концептуальных идей рис. 1 можно отразить в виде функционала:

$$F < I_{\text{оп}}, I_{\text{мп}}, I_{\text{пн}}, I_{\text{нн}} >, F \rightarrow \max. \quad (1)$$

Чтобы максимизировать общую трансферабельную полезность в вузе, необходимо развивать культуру сотруд-

ничества, создавать платформы для обмена знаниями и внедрять системы оценки, которые учитывают вклад каждого преподавателя в общий успех. Это может включать совместные исследовательские проекты, междисциплинарные курсы и другие формы взаимодействия.

Механизм согласованного воздействия сильно связанных систем требует активного управления взаимодействиями и создания условий для эффективного сотрудничества между участниками (табл. 3).

Таблица 3

Механизм согласованного взаимодействия преподавателей вуза

Основные аспекты механизма	Содержание
Взаимозависимость	Преподаватели могут работать над общими проектами, участвовать в научных исследованиях или обмениваться знаниями. Успех одного преподавателя может способствовать успеху других, создавая синергетический эффект
Совместные цели	Вуз может иметь общие цели, такие как повышение уровня инноваций, улучшение качества образования или увеличение публикационной активности. Преподаватели должны координировать свои усилия для достижения этих целей
Обмен информацией	Эффективная коммуникация и обмен знаниями между преподавателями позволяют им учиться друг у друга, делиться лучшими практиками и избегать дублирования усилий
Стимулы и награды	Система оценки и вознаграждения может быть настроена таким образом, чтобы поощрять сотрудничество. Например, если преподаватели работают вместе над проектом и достигают хороших результатов, все они могут получить бонусы или признание
Инновационные экосистемы	Преподаватели могут создавать инновационные экосистемы, где идеи и ресурсы свободно циркулируют, что увеличивает общую полезность инновационной экосистемы
Обратная связь и адаптация	Сильные связи между преподавателями позволяют быстро реагировать на изменения требований внешней среды и адаптироваться к новым условиям, что также способствует повышению общей полезности

Тогда для реализации предложенного автором механизма необходимо выбрать систему стимулирующих воздействий, чтобы суммарная полезность действий всего ППС была максимальной. Данную задачу можно представить в формализованном виде. Создание системы стимулирования преподавателей вуза с учетом их инновационной активности и возрастных показателей может быть реализовано через разработку многокритериальной модели, которая будет учитывать различные аспекты их деятельности. Ниже представлен один из возможных алгоритмов формирования математических вариантов описания такой системы. Алгоритм состоит из 6 шагов:

1. Определение критериев. Для начала необходимо определить критерии, по которым будет оцениваться инновационная активность и возрастные показатели преподавателей. Это могут быть:

- индекс инновационной активности (I): включает количество публикаций, патентов, участие в конференциях и проектах;

- возрастной коэффициент (A): может быть рассчитан как функция от возраста преподавателя, например, в виде нормализованного значения (где 0 — минимальный возраст, 1 — максимальный);

- качество научных работ (Q): может оцениваться по количеству цитирований, рецензированным журналам и т. д.

2. Математическая модель. Пусть P — общая сумма стимулирования для преподавателя. Тогда можно записать:

$$P = k_1 \times I + k_2 \times Q + k_3 \times A, \quad (2)$$

где k_1, k_2, k_3 — коэффициенты, отражающие значимость каждого из критериев, которые определяются на основе экспертных оценок.

3. Нормализация данных. Для обеспечения сопоставимости различных критериев необходимо нормализовать данные:

$$I_{\text{norm}} = (I - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min}), \quad (3)$$

$$Q_{\text{norm}} = (Q - Q_{\min}) / (Q_{\max} - Q_{\min}), \quad (4)$$

$$A_{\text{norm}} = (A - A_{\min}) / (A_{\max} - A_{\min}). \quad (5)$$

4. Аккумуляция данных. Тогда итоговая формула для расчета стимулирования может выглядеть следующим образом:

$$P = k_1 \times I_{\text{norm}} + k_2 \times Q_{\text{norm}} + k_3 \times A_{\text{norm}}. \quad (6)$$

5. Применение модели. Применение модели выполняется поэтапно и включает этапы сбора информации, ее классификации и ранжирования в разрезе выбранных и обоснованных критериев, определение ценности (значимости) каждого критерия и выполнения расчетов финансовых эквивалентов стимулирования:

- предварительный анализ существующей системы стимулирования и выявление оцениваемых критериев для финансового стимулирования со стороны администрации вуза;

- сбор данных — на этом этапе выполняется сбор данных по каждому преподавателю в разрезе выбранных критериев оценки;

- определение коэффициентов — на этом этапе экспертным путем устанавливается «значимость каждого критерия» посредством определения весовых коэффициентов;

- расчет стимулирования — выполняется экономико-математическое моделирование расчета суммы стимулирования для каждого преподавателя.

6. Варианты доработки. Введение дополнительных факторов необходимо в случае адаптации системы стимулирования к определенной ситуации. Например, можно добавить дополнительные факторы, такие как уточнение возрастных характеристик ППС и наставничество студентов.

Ниже представлена модель, которая учитывает возрастные характеристики преподавателей (распределение их соответственно по четырем группами) их деятельность.

Определяем переменные и параметры модели.

1. Группы преподавателей:

- G_1 — ассистенты (возраст до 29 лет);
- G_2 — старшие преподаватели (возраст 30—39 лет);
- G_3 — доценты (возраст 40—60 лет);
- G_4 — профессора (возраст 61 год и старше).

2. Показатели деятельности:

- $P_{\text{(org)}}$ — баллы за организационно-преподавательскую деятельность;

- P_{met} — баллы за методическую и педагогическую деятельность;

- $P_{\text{(ped)}}$ — баллы за педагогическую деятельность;

- P_{nau} — баллы за научную деятельность;

- P_{inn} — баллы за инновационную активность (гранты, публикации и т. д.).

3. Математическая модель. Для каждой группы можно использовать следующую формулу для расчета общего количества баллов:

$$B_i = w_{\text{(org)}} \times P_{\text{(org)}} + w_{\text{met}} \times P_{\text{(met)}} + w_{\text{(ped)}} \times P_{\text{(ped)}} + w_{\text{nau}} \times P_{\text{(nau)}} + w_{\text{inn}} \times P_{\text{(inn)}}, \quad (7)$$

где B_i — общий балл для группы G_i ; $w_{\text{(org)}}$, w_{met} , $w_{\text{(ped)}}$, w_{nau} , w_{inn} — веса, отражающие значимость каждого типа деятельности (на основе экспертной оценки).

Пример весов:

- для группы G_1 : $w_{\text{(org)}} = 0,6$; $w_{\text{met}} = 0,1$; $w_{\text{(ped)}} = 0,1$; $w_{\text{nau}} = 0,1$; $w_{\text{inn}} = 0,1$;

- для группы G_2 : $w_{\text{(org)}} = 0,2$; $w_{\text{met}} = 0,2$; $w_{\text{(ped)}} = 0,2$; $w_{\text{nau}} = 0,2$; $w_{\text{inn}} = 0,2$;

- для группы G_3 : $w_{\text{(org)}} = 0,1$; $w_{\text{met}} = 0,1$; $w_{\text{(ped)}} = 0,2$; $w_{\text{nau}} = 0,3$; $w_{\text{inn}} = 0,3$;

- для группы G_4 : $w_{\text{(org)}} = 0$; $w_{\text{met}} = 0$; $w_{\text{(ped)}} = 0$; $w_{\text{nau}} = 0,6$; $w_{\text{inn}} = 0,4$.

Для учета наставничества преподавателей из групп G_3 и G_4 , можно добавить дополнительные баллы за успешное взаимодействие с молодыми преподавателями:

$$B_i^{\text{mentorship}} = B_i + k \times M_i, \quad (8)$$

где M_i — количество наставляемых преподавателей из групп G_1 и G_2 ; k — коэффициент, отражающий значимость наставничества.

Итоговая формула для расчета общего количества баллов для каждой группы преподавателей будет выглядеть следующим образом:

$$B_i^{\text{total}} = B_i + B_i^{\text{mentorship}}. \quad (9)$$

Математическая модель может быть использована для оценки и сравнения эффективности преподавателей в разных группах, а также для определения системы стимулирования

на основе полученных баллов. Важно периодически пересматривать веса и параметры модели на основе обратной связи и изменений в образовательной среде. Для реализации системы стимулирования преподавателей вуза с учетом их инновационной активности и возрастных показателей с исполь-

зованием нейронной сети, можно предложить следующую структуру. Нейронная сеть будет принимать на вход различные параметры, связанные с деятельностью преподавателей, и выдавать оценку в виде общего балла (здесь не показана).

Структурная схема СППР представлена на рис. 2.



Рис. 2. Концептуальная модель СППР

Базовым здесь является нейросетевой блок, который на основе интегративного аппарата комплекса нейронных сетей (в настоящее время проходит апробацию и оптимизацию за счет обучения) передает управляющие сигналы в управляющую подсистему поддержки принятия управленческих решений. Этот блок реализован на основе вышеописанной опытной авторской модели (табл. 2).

Третий этап исследования предполагает встраивание предложенной экспертной системы в деятельность SCADA системы вуза. В настоящее время вместо этих блоков [они выделены в нижней части структурной схемы (рис. 2)] стоят «заглушки», имитируя процесс поступления сигналов из внешней среды.

На четвертом этапе была разработана методика, успешно прошедшая апробацию.

Методика состоит из семи этапов, показанных на рис. 3.

На первом этапе происходит классификация показателей инновационной активности для каждой из возрастных групп.



Рис. 3. Методика повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза

На втором этапе для каждой группы показателей, в разрезе каждой возрастной группы ППС формируется область критериальных значений, в рамках которой можно судить об устойчивом формировании интегрального показателя инновационности для конкретной возрастной группы.

На третьем этапе обосновывается сбор текущих показателей инновационности, относящихся к статическим характеристикам, формирующим интегральный показатель.

На четвертом этапе обосновывается сбор текущих показателей инновационности, относящихся к динамическим характеристикам, формирующим интегральный показатель. В результате четырех этапов происходит формирование таблицы, в которой отражено сущность инновационной деятельности в разрезе вуза и каждой возрастной группы преподавателей.

На пятом этапе формируется сравнительная характеристика оценок попадания каждой возрастной группы в зону устойчивости инновационных характеристик (по направлению деятельности и по показателям активности ППС).

На шестом этапе формируется аналитическая таблица общей информационной матрицы в разрезе групп и направ-

лений развития с учетом весовых коэффициентов влияния каждой из возрастных групп на итоговый интегральный показатель качества инновационной деятельности вуза.

На седьмом этапе формируется управленческое решение о необходимых мероприятиях по повышению уровня инновационной активности ППС вуза.

В настоящее время можно конкретизировать, что для того, чтобы довести до сведения администрации вуза существенные характеристики предлагаемой модели, необходимо проведение научного семинара в минимальном объеме 16 часов, в котором будут охвачены тематики (табл. 4).

Учитывая, что в подготовке и проведении семинара принимал участие научный руководитель (доктор экономических наук, профессор) и учитывая время на подготовку семинара и его проведение (не расписывая здесь подробную калькуляцию), можно резюмировать, что минимальная стоимость этого вида работ могла бы быть оценена в 29,8 тыс. руб. (учтена коммерческая стоимость часа работы ППС, экспертная оценка количества часов на подготовку и тиражирование программы научного семинара и внешнюю рецензию).

Таблица 4

Структурное содержание научного семинара, проводимого для администрации вуза

Тема	Краткое пояснение	Количество часов	Докладчик/содокладчик
Особенности формирования эффективных контрактов в современном вузе: проблемы и инициативы	Показан обзор нормативной базы, на основе которой выстраиваются отношения между администрацией вуза и ППС. Выявление проблем, причины их появления, возможные последствия	2	Аспирант / научный руководитель (доктор экономических наук, профессор)
Концептуальная идея формирования новой модели согласованного взаимодействия участников эффективного контракта	Показана необходимость классификации участников в разрезе групп, решаемых задач, видов деятельности. Показана существующая аналитика результативности этих классификационных групп в условиях существующего контракта (открытые источники)	2	Аспирант
Обзор применяемых экономико-математических методов и моделей для реализации эффективного взаимодействия участников контракта	Показаны основы математического аппарата «Теория игр». Раскрыты особенности метода «коалиционные игры». Показана возможность применения аппарата коалиционных игр при оценке взаимодействия «Центр» — «Агенты»	4	Аспирант / научный руководитель (доктор экономических наук, профессор)
Моделирование взаимодействия участников эффективного контракта «Администрация вуза (ЦЕНТР) — ППС (Агенты) в разрезе	Рассмотрены частные математические модели организационного взаимодействия с максимальными выигрышными стратегиями в разрезе каждой группы	4	Аспирант / научный руководитель (доктор экономических наук, профессор)
Понятие трансферабельной полезности каждой группы ППС, вовлеченных в эффективный контракт нового вида	Демонстрация формирования понятия трансферабельной полезности при взаимодействии ППС вуза в разрезе оценки достижений инновационной и научной деятельности	2	Аспирант
Обсуждение возможных результатов	Обсуждение возможных условий эффективного контракта нового виде. Дискуссия. Выводы о возможности внедрения результатов диссертационного исследования в деятельность вуза	2	Аспирант / научный руководитель (доктор экономических наук, профессор)
Итого		16	

Выводы

В работе предложен к обсуждению оригинальный подход формирования эффективных контрактов администрацией вуза с преподавателями. Особенностью предложенного решения является то, что в результате появляется возможность учитывать совокупный вклад каждого преподавателя в целевые показатели развития вуза как инновационной экосистемы.

Показана необходимость применения подходов многокритериальной оптимизации, на основе разработанной модели, которая будет учитывать различные аспекты их деятельности и формировать интегральный показатель общей трансферабельной полезности деятельности преподавателей вуза в разрезе инновационной активности. Этот показатель позволит управлять устойчивостью инновационного развития вуза.

В качестве дальнейших шагов следует отметить, что сейчас автором дорабатывается SCADA система вуза и подготавливаются документы на выдачу авторского свидетельства. Также, продолжается настройка нейросетевого блока и обучение системы для прогнозирования

блока критериальных значений оценки стимулирующих воздействий для каждой группы преподавателей с учетом полезности их труда.

Полученные выводы продолжают развитие концептуальных идей, опубликованных в работе автора [11].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Белов М. В., Новиков Д. А. Модели адаптации в динамических контрактах в условиях вероятностной неопределенности // Управление большими системами. 2017. № 68. С. 100—136.
2. Богатырев В. Д. Механизм управления взаимодействием в одноуровневой организационной системе // Автоматика и телемеханика. 2005. № 5. С. 156—174.
3. Богатырев В. Д., Экономико-математические модели управления взаимодействием в одноуровневой организационно-экономической системе и перспективные направления разработки инструментария // Управление большими системами. 2006. № 15. С. 5—19.
4. Гераськин М. И. Оптимальный механизм распределения эффекта в интегрированной сильносвязанной системе анонимных агентов с трансферабельной полезностью // Проблемы управления. 2017. № 2. С. 27—41.
5. Зинченко А. Б. Эффективно вычисляемое значение кооперативной ТП-игры // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2018. № 1(197). С. 20—25.
6. Бурков В. Н., Еналеев А. К., Коргин Н. А. Согласованность и неманипулируемость механизмов организационного управления: текущее состояние проблемы, ретроспектива, перспективы развития теоретических исследований // Автоматика и телемеханика. 2021. № 7. С. 5—37. DOI: 10.31857/S0005231021070023.
7. Сидельников Г. Л., Комарова А. В. Оптимальное распределение трансферабельной полезности // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2019. № 3(76). С. 23—31.
8. Богатырев В. Д., Герасимов К. Б. Моделирование инновационного потенциала процесса управления операциями предприятия : моногр. Самара : Самар. науч. центр РАН, 2021. 228 с.
9. Гарина И. О., Дроговоз П. А. Анализ функциональности и теоретико-игровое моделирование смарт-контрактов // Технологии разработки и отладки сложных технических систем : VII Всерос. науч.-практ. конф. : сб. тр. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. С. 71—74.
10. Шведов А. С. Критерий непустоты эpsilon-ядер для нечетких игр с нетрансферабельной полезностью и вычислительные процедуры // Информатика и ее применения. 2022. Т. 16. № 3. С. 2—6. DOI: 10.14357/19922264220301.
11. Мунирова Ю. С., Ростова Е. П. Управление процессом формирования эффективного контракта для преподавателей в вузе // Вестник Волжского университета имени В. Н. Татищева. 2024. № 3. Т. 2. С. 68—77.
12. Новиков Д. А., Цветков А. В. Декомпозиция игры активных элементов в задачах стимулирования // Автоматика и телемеханика. 2001. № 2. С. 163—169.
13. Чернова С. С. Показатели эффективности научной деятельности научно-педагогических работников как один из элементов эффективного контракта // Вестник Уфимского юридического института МВД России. 2020. № 1(87). С. 115—121.
14. Гурин А. В. Компонентно-ориентированное проектирование в IOS: формализация контрактов как основа эффективной командной разработки // Вестник науки. 2025. № 3(84). Т. 1. С. 485—498.
15. Янкевич С. В. Эффективный контракт с научно-педагогическими работниками образовательных организаций высшего образования: правовые аспекты // Журнал российского права. 2018. № 2. С. 112—122. DOI: 10.12737/art_2018_2_11.
16. Burtis A. T., Horton J. J., Taylor M. K. Faculty Incentive Programs for Open Educational Resources: A Scoping Review // Journal of Library Administration. 2024. Vol. 64. Iss. 5. Pp. 562—582. DOI: 10.1080/01930826.2024.2351246.
17. Open education resources' benefits and challenges in the academic world: A systematic review / H. M. Adil, S. Ali, M. Sultan et al. // Global Knowledge, Memory and Communication. 2022. Vol. 73. Iss. 3. Pp. 274—291. DOI: 10.1108/GKMC-02-2022-0049.
18. Mullens A. M., Hoffman B. The affordability solution: A systematic review of open educational resources // Educational Psychology Review. 2023. Vol. 35. Iss. 3. Art. 72. DOI: 10.1007/s10648-023-09793-7.

REFERENCES

1. Belov M. V., Novikov D. A. Models of adaptation in dynamic contracts under stochastic uncertainty. *Upravlenie bol'shimi sistemami = Large-Scale Systems Control*. 2017;68:100—136. (In Russ.)
2. Bogatyrev V. D. The Control Mechanism of Interaction in a One-Level Organization System. *Automation and Remote Control*. 2005;66(5):819—836. DOI: 10.1007/s10513-005-0126-x
3. Bogatyrev V. D. Economic and mathematical models of interaction management in a one-level organizational-economic system and perspective directions of tool development. *Upravlenie bol'shimi sistemami = Large-Scale Systems Control*. 2006;15:5—19. (In Russ.)
4. Geras'kin M. I. Optimal mechanism of effect distribution in the integrated strongly coupled system of anonymous agents with transferable utility. *Problemy upravleniya = Control Sciences*. 2017;2:27—41. (In Russ.)
5. Zinchenko A. B. Effectively computed value for cooperative TU-game. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Seriya: Estestvennye nauki = Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Natural Sciences*. 2018;1(197):20—25. (In Russ.)
6. Burkov V. N., Enaleev A. K., Korgin N. A. Incentive Compatibility and Strategy-Proofness of Mechanisms of Organizational Behavior Control: Retrospective, State of the Art, and Prospects of Theoretical Research. *Automation and Remote Control*. 2021;82(7):1119—1143. DOI: 10.1134/S0005117921070018.

7. Sidelnikov G. L., Komarova A. V. Optimal transferable utility distribution. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava*. 2019;3(76):23—31 (In Russ.)
8. Bogatyrev V. D., Gerasimov K. B. Modeling of innovation potential of the process of enterprise operations management. Monograph. Samara, Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences publ., 2021. 228 p. (In Russ.)
9. Garina I. O., Drogovoz P. A. Smart contracts functionality analysis and game-theoretic modeling. *Tekhnologii razrabotki i otladki slozhnykh tekhnicheskikh sistem = Technologies of development and debugging of complex technical systems. 7th All-Russia Scientific and Technical Conference. Collection of works*. Moscow, Bauman Moscow State Technical University (National Research University) publ., 2021:71—74. (In Russ.)
10. Shvedov A. S. A condition for non-emptiness of the epsilon-core of a nontransferable utility fuzzy game and computational schemes. *Informatika i ee primeneniya = Informatics and Applications*. 2022;16(3):2—6. (In Russ.) DOI: 10.14357/19922264220301.
11. Munirova Y. S., Rostova E. P. Management of the process of forming an effective contract for teachers in higher education institutions. *Vestnik Volzhskogo universiteta imeni V. N. Tatishcheva = Vestnik of Volzhsky University named after V. N. Tatishchev*. 2024;3-2:68—77. (In Russ.)
12. Novikov D. A., Tsvetkov A. V. Decomposition of the Game of Agents in Problems of Incentive. *Automation and Remote Control*. 2001;62(2):317—322. DOI: 10.1023/A:1002858609832
13. Chernova S. S. Indicators of effectiveness of scientific activity of research and teaching staff as one of the elements of an effective contract. *Vestnik Ufimskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii = Bulletin of Ufa Law Institute of MIA of Russia*. 2020;1(87):115—121. (In Russ.)
14. Gurin A. V. Component-based design in ios: formalization of contracts as basis for effective team development. *Vestnik nauki*. 2025;3(84)-1:485—498. (In Russ.)
15. Yankevich S. V. Effective contract with scientific and pedagogical workers of the higher educational institutions: legal aspects. *Zhurnal rossiiskogo prava = Journal of Russian Law*. 2018;2:112—122. (In Russ.) DOI: 10.12737/art_2018_2_11.
16. Burtis A. T., Horton J. J., Taylor M. K. Faculty Incentive Programs for Open Educational Resources: A Scoping Review. *Journal of Library Administration*. 2024;64(5):562—582. DOI: 10.1080/01930826.2024.2351246.
17. Adil H. M., Ali S., Sultan M. et al. Open education resources' benefits and challenges in the academic world: A systematic review. *Global Knowledge, Memory and Communication*. 2022;73(3):274—291. DOI: 10.1108/GKMC-02-2022-0049.
18. Mullens A. M., Hoffman B. The affordability solution: A systematic review of open educational resources. *Educational Psychology Review*. 2023;35(3):72. DOI: /10.1007/s10648-023-09793-7.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025; одобрена после рецензирования 30.05.2025; принята к публикации 02.06.2025.
The article was submitted 06.05.2025; approved after reviewing 30.05.2025; accepted for publication 02.06.2025.