На правах рукописи

Дюсекеев Канагат Абетович

УПРАВЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ВУЗА

05.13.10 –
Управление в социальных и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Волгоград – 2017

Работа выполнена на кафедре информационных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Астраханский государственный университет»

Научный руководитель	доктор технических наук, профессор **Шикульская Ольга Михайловна.**
Официальные оппоненты:	**Подольский Владимир Ефимович** доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбовский областной Центр новых информационных технологий, директор; **Квятковская Ирина Юрьевна** доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Институт информационных технологий и коммуникаций, директор.
Ведущая организация	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет».

Защита состоится «18» мая 2017 г. в 12:00 на заседании диссертационного совета Д 212.028.08, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» по адресу: Россия, 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д. 28. ауд. 209.

С диссертацией можно ознакомится в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» по ссылке: http://www.vstu.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Орлова Юлия Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Непрерывно возрастающие требованиями к качеству предоставляемого высшего образования, как со стороны абитуриентов, так и государства, снижение качества среднего образования, расширение возможностей абитуриентов при выборе вуза, увеличение количества негосударственных вузов и другие факторы обуславливают обострение конкурентной борьбы между вузами.

Одним из важнейших условий повышения качества образования, предоставляемого вузом, является его финансирование. Оно обеспечивает возможность привлечения высоко квалифицированных преподавателей, создание развитой инфраструктуры вуза, включающей как современную материально-техническую базу для учебного и научного процессов, так и обеспечение условий для проживания и досуга студентов и профессорско-преподавательского состава.

В свою очередь высокие показатели эффективности деятельности вуза являются источником привлечения новых бюджетных и внебюджетных финансовых вложений. А положение вузов со средним и низким уровнем значений этих критериев катастрофически ухудшается. Признание вуза неэффективным вообще приводит к прекращению его финансирования государством и реорганизации. При проведении мониторинга вузов Минобрнауки РФ в 2014 г. низкие показатели были выявлены у 62 государственных вузов, 478 филиалов государственных вузов и 442 частных вузов и филиалов. В 2015 г. была собрана информация о 900 вузах и 1232 филиалах. 57 вузов и 142 филиала выполнили менее четырех основных показателей мониторинга, из них государственных образовательных организаций – 25 вузов и 134 филиала, негосударственных – 32 вуза и 8 филиалов. В период с 2014 по 2015 год Минобрнауки России как учредителем изданы приказы о реорганизации 17 подведомственных государственных вузов, реорганизовано 190 филиалов вузов.

В связи с этим в условиях острой конкурентной борьбы перед администрацией большинства вузов встает сложнейшая задача рационального распределения материальных ресурсов с целью повышения эффективности образовательной и научной деятельности. Ключевую роль в этом процессе играют кадры, а механизмом управления является система материального стимулирования работников высшей школы.

Традиционные подходы к системе стимулирования труда работников вуза не обеспечивают высоких достижений в их профессиональной деятельности. Для реального повышения результативности их деятельности необходим эффективный инструментарий распределения стимулирующих выплат на основе комплексного учета всех показателей, отвечающий требованиям современных рыночных отношений.

Степень разработанности проблемы. Материальное стимулирование является наиболее изученной разновидностью стимулирования. По применяемым методам выделяют макроэкономический, микроэкономический и агентный подходы. При макроэкономическом подходе рынок труда находится в центре внимания (Адамчук В.В., Кокин Ю.П., Яковлев Р.А., Фишер С., Дорнбуш Р., Sapsford D., Tzannatos Z. и др.). При микроэкономическом подходе стимулирование рассматривается в рамках организации (Верховцев А.В., Маленво Э., Пиндайк Р., Рубинфельд Д. и др.). При агентном подходе человек, коллектив с их потребностями и интересами является центром рассмотрения (Автономов В.С., Мильнер Б.З., Мулен Э., Новиков Д.А., Петраков С.Н., Armstrong M., Hart O.D., Holmstrom B. и др.).

Применение математических моделей дает возможность оценить эффективность различных механизмов управления, выполнять игровое и имитационное иссле-

дование. Формальные (теоретико-игровые) модели стимулирования на основе агентного подхода исследуются в рамках разделов теории управления социально-экономическими системами: теория активных систем (Бурков В.Н., Новиков Д.А., Петраков С.Н.), теория иерархических игр (Гермейер Ю.Б., Горелик В.А., Горелов М.А. и др.), теория контрактов (Azariadis C., Baily M., Holmstrom B. и др.).

Модели управления организационными системами (ОС) на основе агентного подхода были применены и в сфере образования (Новиков Д.А., Глотова Н.П., Тукубаев З.Б., Умаров А.А.). Однако в них отсутствует учет критической необходимости выполнения определенного набора показателей в условиях мониторинга эффективности вузов, невыполнение которых может привести к реорганизации вузов. Этим обусловлена необходимость продолжения теоретических и прикладных исследований в области мотивирования научно-педагогического персонала (НПП) вуза на основе теории организационных систем.

Объект исследования – деятельность научно-педагогического персонала вуза.

Предмет исследования – модели, методы, алгоритмы оценки и управления эффективностью деятельности научно-педагогического персонала вуза.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности управления деятельностью научно-педагогического персонала вуза на основе применения специального математического и программного обеспечения.

Задачи исследования

Для достижения поставленной цели сформулированы и решены следующие задачи:

1. Анализ ретроспективной и текущей информации в области оценки эффективности НПП вузов и механизмов стимулирования работников.

2. Разработка концепции управления научно-педагогической деятельностью персонала вуза.

3. Разработка модели гибкой, динамически изменяемой сбалансированной системы показателей эффективности деятельности НПП вуза и инструментальных средств (методик и алгоритмов) формирования этой системы.

4. Разработка математического и алгоритмического обеспечения процесса управления эффективностью деятельности НПП вуза посредством эффективной системы стимулирования.

5. Разработка специализированного программного обеспечения процессов формирования системы показателей и стимулирования НПП.

6. Проведение имитационного эксперимента для уточнения параметров математической модели, проверки работоспособности предложенного механизма управления и расчета эффективности формируемой системы показателей.

Область исследования. Диссертационная работа выполнена в соответствии с Паспортом научной специальности 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах: п. 4.Разработка методов и алгоритмов решения задач управления и принятия решений в социальных и экономических системах; п. 5.Разработка специального математического и программного обеспечения систем управления и принятия решений в социальных и экономических системах; п. 9. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации экономических и социальных систем.

Методы исследования. В диссертационной работе для решения поставленных задач использовались методы системного анализа, теории управления, теории принятия решений, моделирования, теории игр, методологии сбалансированной системы показателей, проектирования и программирования.

Научная новизна основных результатов работы определяется следующими положениями:

- На основе системы показателей мониторинга эффективности вузов разработана концептуальная модель системы показателей эффективности деятельности научно-педагогического персонала, дополненная показателями деятельности, обеспечивающей дополнительное внебюджетное финансирование, и показателями деятельности, обеспечивающей развитие вуза в перспективе.

- На основе концептуальной модели разработана математическая модель гибкой, динамически изменяемой, сбалансированной системы показателей эффективности деятельности научно-педагогического персонала вуза с настраиваемыми обобщенными весовыми коэффициентами показателей иерархической структуры и системой ограничений, обеспечивающей баланс между требованиями мониторинга эффективности вуза, целями вуза и его ресурсами.

- На основе мультиагентного подхода разработана математическая модель модернизированной компенсаторной системы стимулирования научно-педагогического персонала вуза, отличающаяся целевой функцией центра, определяемой максимально точным выполнением системы показателей.

- Разработана имитационная модель управления деятельностью НПП, позволившая уточнить параметры математической модели модернизированной компенсаторной системы стимулирования, проверить работоспособность предложенного механизма управления и рассчитать эффективность формируемой системы показателей.

Теоретическая значимость работы состоит в решении задачи адаптации механизмов стимулирования к внешним условиям на основе теории управления организационными системами.

Практическая значимость работы состоит в создании комплекса методик, алгоритмов и программных средств для формирования гибкой, динамически изменяемой сбалансированной системы показателей эффективности деятельности НПП вуза и управления его деятельностью.

Положения, выносимые на защиту:

- концептуальная модель системы показателей эффективности деятельности НПП, разработанная на основе системы показателей мониторинга эффективности вузов и дополненная показателями деятельности, обеспечивающей дополнительное внебюджетное финансирование, и показателями деятельности, обеспечивающей развитие вуза в перспективе

- математическая модель гибкой, динамически изменяемой, сбалансированной системы показателей эффективности деятельности научно-педагогического персонала вуза с настраиваемыми обобщенными весовыми коэффициентами показателей иерархической структуры и системой ограничений, обеспечивающей баланс между требованиями мониторинга эффективности вуза, целями вуза и его ресурсами;

- разработанная на основе мультиагентного подхода математическая модель модернизированной компенсаторной системы стимулирования научно-педагогического персонала вуза, отличающаяся целевой функцией центра, определяемой максимально точным выполнением системы показателей;

- имитационная модель управления деятельностью научно-педагогического персонала вуза, позволившая уточнить параметры математической модели модернизированной компенсаторной системы стимулирования, проверить работоспособность предложенного механизма управления и рассчитать эффективность формируемой системы показателей;

- разработанный на основе теоретических исследований комплекс методик, алгоритмов и программных средств для формирования гибкой, динамически изменяемой сбалансированной системы показателей эффективности деятельности НПП вуза и эффективного механизма стимулирования персонала.

Достоверность проведенных исследований и полученных результатов обеспечивается аргументацией выдвигаемых положений, обоснованным и корректным применением математического аппарата, результатами имитационного эксперимента, а также результатами использования разработок.

Реализация и внедрение результатов работы

Разработано прикладное программное обеспечение, предназначенное для поддержки принятия решений по управлению научно-педагогической деятельностью вуза посредством использования эффективного механизма стимулирования сотрудников. Внедрено в управленческую деятельность Научно-исследовательский института новой экономики и системного анализа Карагандинского экономического университета, ГАОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, в учебный процесс Карагандинского экономического университета Казпотребсоюза и в АНО ВО "Институт менеджмента, экономики и инноваций".

Апробация работы. Результаты работы докладывались на научно-технических семинарах и конференциях: Международной научно-практической конференции (г. Тамбов, 2013г.), Международной дистанционной научной конференции «Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения» (г. Липецк, 10 ноября 2014г.), XL международной научно-практической конференции (г. Новосибирск, 2014г.), X International scientific and practical conference, «Conduct of modern science» (Великобритания, 2014г.), 2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) (Baku, 2-14 Oct 2016), I Международная молодёжная школа-конференция «Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях» (Астрахань, 15-17 декабря 2016г.).

Публикация результатов работы. Результаты исследований по теме диссертации изложены в 19 опубликованных работах, в том числе в 6 статьях в рецензируемых научных, рекомендованных ВАК Минобрнауки России), 1 в издании, индексируемом в международных базах цитирования Scopus и WOS, 3 свидетельства о гос. регистрации программ для ЭВМ.

Личный вклад автора состоит в разработке теоретических и прикладных методов решения поставленных задач, обработке, анализе, обобщении полученных результатов и формулировке выводов. В публикациях с соавторами авторский вклад распределяется пропорционально.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы –162 страницы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность диссертационной работы, излагаются цели и задачи исследования, формулируются основные научные положения и научная новизна, а также практическая значимость полученных результатов.

В первой главе выполнен обзор работ в области оценки эффективности вузов и основных методов стимулирования персонала.

Выполнен сравнительный анализ систем аккредитационных показателей вузов Российской Федерации, рейтинговых показателей вузов, учитываемых Независимым

Казахстанским агентством по обеспечению качества в образовании (НКАОКО), рейтинговых показателей вузов, предъявляемых Национальным аккредитационным центром Министерства образования и науки Республики Казахстан, показателей, используемых различными зарубежными составителями (Asiaweek, TheCente, CHE/Stern, Good Guides, The Guardian, Maclean's, Melbourne Index, Perspektywy, TheTimes, U.S. News), показателей различных рейтинговых организаций («Эксперт РА» - РФ, «QS-THES» - Великобритания, ARWU - Китай). Сделан вывод о том, что при построении системы показателей эффективности конкретного вуза необходимо очень скрупулёзно подходить к подбору показателей: рассматривать рейтинговые и аккредитационные системы показателей применительно к конкретному вузу с учетом его возможностей, целей и национально-региональных факторов.

Важнейшим фактором в решении проблемы повышения эффективности вуза является подбор и организация деятельности персонала. Эффективным механизмом управления деятельностью сотрудников по достижению требуемых показателей является система стимулирования. Проанализированы методы стимулирования персонала. Показана эффективность применения моделей управления организационными системами на основе агентного подхода. Рассмотрены модели стимулирования, разработанные на основе агентного подхода для сферы образования. Наряду с достоинствами этих моделей, имеются недостатки: фиксированный набор показателей не обеспечивает требуемой условиями рынка динамичности системы; отсутствует учет критической необходимости достижения заданного набора показателей в условиях мониторинга эффективности вуза.

Проанализировано более 200 показателей. Сопоставление различных систем критериев показало, что показатели неоднородны, частично различаются в различных системах. Сделан вывод о необходимости разработки новой гибкой системы критериев, адаптируемой к изменяющимся требованиям потребителей образовательных услуг, и динамической модели механизма стимулирования НПП на основе этой системы критериев. Сделана постановка задачи.

Во второй главе представлены базовые понятия теории управления организационными системами, описаны базовые системы стимулирования и классификация ОС по Новикову Д.А., даны понятия эффективности деятельности вуза, системы показателей, системы стимулирования применительно к условиям задачи.

Разработана концепция управления эффективностью деятельности НПП вуза, включающая в себя концептуальные модели системы показателей и управления эффективностью деятельности НПП вуза.

Концептуальная модель управления эффективностью деятельности НПП вуза представлена на рисунке 1. Объектом управления является деятельность НПП, направленная на повышение эффективности деятельности вуза в целом. Управление осуществляется на основе поступающих из внешней среды воздействий: требований и финансирования. Объектами внешней среды являются государственные и правительственные организации, в частности, Минобрнауки России, внебюджетные фонды, абитуриенты, студенты, работодатели. Управление осуществляет администрация вуза. Оно включает в себя два базовых процесса: формирование управляющей информации и непосредственно контроль и управление деятельностью НПП.

На основе поступающих в систему требований с учетом размеров финансировании вуза формируется система показателей эффективности вуза, выявляются показатели эффективности деятельности НПП вуза, которые влияют на выполнение показателей эффективности вуза в целом.

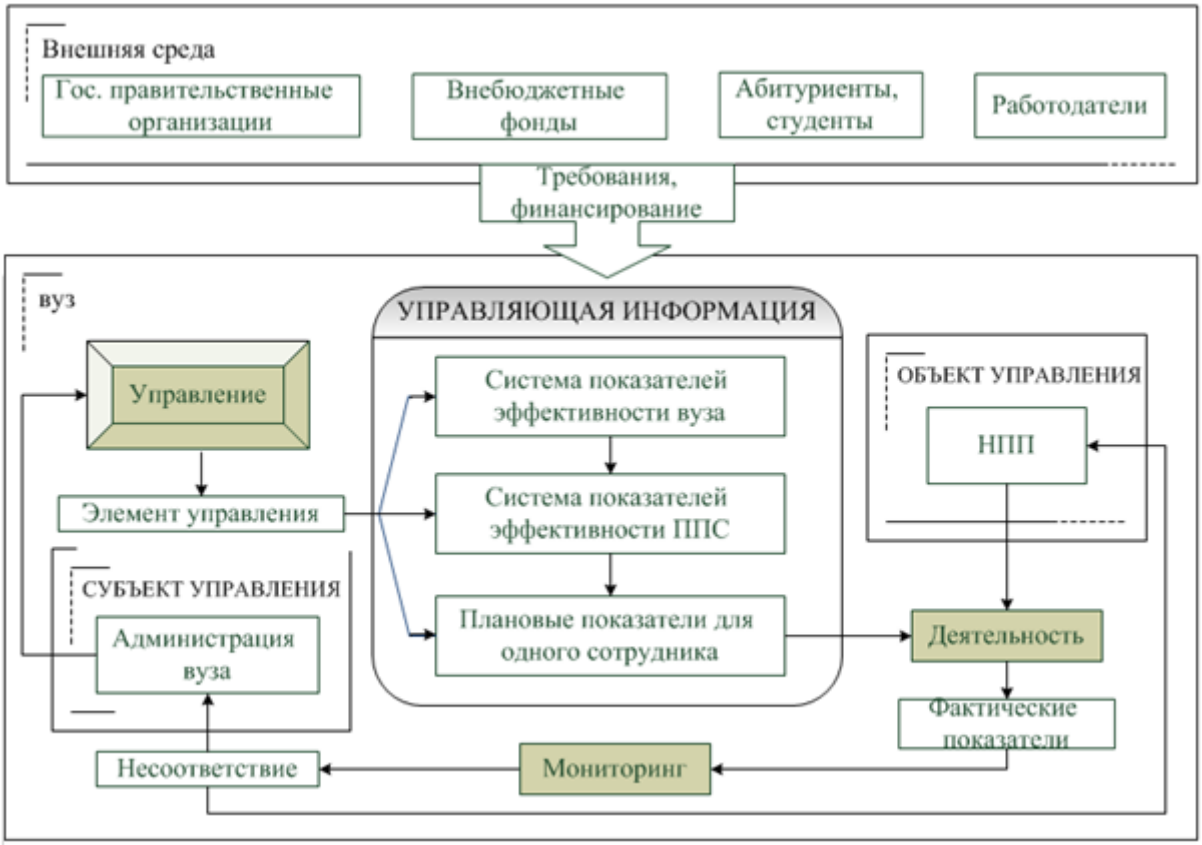

Рисунок 1. Концептуальная модель управления эффективностью деятельности НПП

Затем рассчитывается план деятельности научно-педагогических работников по выполнению показателей, который включает обязательные для выполнения показатели, оплачиваемые из тарифной составляющей заработной платы, и показатели, оплачиваемые из премиального фонда, план по которым носит рекомендательный характер. При невыполнении обязательных показателей стимулирующие выплаты за выполнение рекомендуемых показателей не производятся.

В установленные периоды времени осуществляется промежуточный мониторинг по выполнению показателей. На основании выявленных несоответствий администрация вуза осуществляет управляющие воздействия. Цель управления — обеспечить суммарное выполнение каждого показателя в заданном диапазоне. Недовыполнение ряда показателей может привести к неподтверждению эффективности вуза при мониторинге Минобрнауки РФ, перевыполнение — к перерасходу средств (ресурсов). Управляющие воздействия состоят в корректировке системы показателей таким образом, чтобы повысить финансовую привлекательность недовыполняемых показателей (их «цену») и понизить «цену» перевыполняемых показателей. Механизм управления аналогичен рыночному. Управляющими элементами являются параметры системы показателей, определяющие их «цену». Преподаватели постоянно информируются о состоянии суммарного выполнения показателей и в промежутках времени между управляющими воздействиями руководства, прогнозируя вероятные изменения «цен» показателей на основе имеющейся информации, сами могут корректировать свою деятельность по выполнению показателей, т.е. осуществляется самоуправление. Таким образом, данная концептуальная модель предполагает разработку механизмов управления и самоуправления эффективностью деятельности НПП.

Основой результативного управления является сформированная система критериев эффективности деятельности НПП. С целью формирования системы управления, обеспечивающей не только повышение эффективности вуза, но и его дальнейшее

развитие, введено понятие вида эффективности направлений деятельности вуза, показателей эффективности деятельности вуза в целом и его научно-педагогического персонала. Предложено три вида эффективности:

1. – относится к показателям и направлениям деятельности, используемых Минобрнауки РФ при мониторинге эффективности вузов, аккредитации и аттестации вузов, влияет на его бюджетное финансирование;
2. – относится к показателям и направлениям деятельности, влияющих на внебюджетное финансирование;
3. – относится к показателям и направлениям деятельности, влияющих на выполнение других показателей (цепная зависимость), работающих на перспективу – потенциальная прибыль.

Система показателей имеет пять уровней (от нулевого до четвертого). Нулевой уровень (вершину иерархии) образует сама система, первый уровень – вид эффективности, второй уровень – направления деятельности вуза, третий — показатели эффективности вуза, четвертый — показатели эффективности НПР. Выявлены взаимосвязи между показателями эффективности вуза и НПП, т.е. установлено, какие именно показатели эффективности деятельности сотрудников на достижение каких показателей эффективности вуза влияют. Это позволило упростить систему критериев, исключив из нее уровень показателей эффективности вуза. Концептуальная модель системы показателей представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Концептуальная модель системы показателей эффективности деятельности НПП

Целесообразно систему показателей эффективности вуза формировать на основе стратегической карты вуза, построенной по методологии сбалансированной системы показателей.

Третья глава посвящена разработке математической модели гибкой системы критериев оценки эффективности деятельности НПП вуза и разработке математической модели системы его стимулирования.

Математическая модель показателя была представлена в виде совокупности двух кортежей: $Q = \langle Q^0, Q^d \rangle$. Элементы кортежа Q^0 содержат статические характеристики показателя $Q^0 = \langle inQ, il, mu, uQ, lu, efQ_1, efQ_2, efQ_3 \rangle$, элементы кортежа Q^d — динамические (настраиваемые в системе показателей) $Q^d = \langle wQ, kt, psQ, KQ_{\min}, KQ_{\max}, KQ_p, pQ, lpQ \rangle$. Описание элементов кортежей показателей представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Элементы кортежей показателя и направления деятельности

Тип	Пок.	НД	Наименование
Статические	*inQ*	*inAD*	наименование соответственно показателя и направления деятельности (indicator name)
	il		уровень показателя (indicator level)
	mu		единица измерения (measurement unit)
	uQ		единица услуги (номинальное количество единиц измерения, включенных в единичную услугу – nominal quantity of measurement units *nqmu*), по которой рассчитывается оплата
	lu		Трудоемкость единицы услуги в аудиторных часах (labour intensity of measurement unit)
	efQ_1, efQ_2, efQ_3	$efAD_1$, $efAD_2$, $efAD_3$	наличие признака степени эффективности показателя, относящегося соответственно к первой, второй или третьей группе
Динамические	*wQ*	*wAD*	Весовые коэффициенты
	kt		коэффициент сложности выполнения показателя
	psQ	*psAD*	источник оплаты соответственно для показателя и направления деятельности (payment source)
	$KQ_{\min}$		минимальный спрос (количество нормируемых единиц услуги)
	$KQ_{\max}$		максимальный спрос (количество нормируемых единиц услуги),
	KQ_p		планируемое количество нормируемых единиц услуги
	pQ		вероятность выполнения показателя,
	lpQ	*lpAD*	условная трудоемкость планируемого количества единиц услуги с учетом повышающих коэффициентов (в аудиторных часах)
	vQ	*vAD*	признак вероятного удовлетворения требованиям показателя/направления деятельности,

Для облегчения эксперту простановки весов при большом количестве критериев предложена модель иерархической структуры весового коэффициента *wQ* (рисунок 3).

Рисунок 3. Иерархическая структура весового коэффициента

Обобщенный весовой коэффициент *j*-го критерия равен произведению соответствующих весовых коэффициентов каждого уровня $w_j = \prod_{l=1}^{3} w_{lj}$.

Для системы показателей разработана система ограничений. Все ограничения подразделяются на финансовые и нефинансовые. В соответствии со структурой системы показателей (см. рисунок 2.) ограничения подразделяются на 4 группы: ограничения на показатели — нижний уровень; ограничения на направление деятельности; ограничения на вид эффективности и ограничения на систему показателей.

Таблица 2

Таблица ограничений

№	Тип ограничений	Формулировка ограничения	Уровень проверки выполнения ограничений			
			Показатель	**Направление деятельности (НД)**	**Вид эффективности**	**Система показателей**
1.	Нефинансовые	Эффективность показателя	$Q_i \in Q_i^+$, если $\sum_{i-1}^{N} kq_{ij} \geq KQ_{\min j}$			
2.		Эффективность НД		$AD_i \in AD_i^+$ если $KQ^+ \geq \varphi \cdot KQ$ для $nf = 1$		
3.		Максимально допустимое количество неэффективных НД			$KAD^-_{\max} = 3$ для $nf = 1$	
4.		Суммарная трудоемкость выполнения «неэффективных» показателей (ps=1)				$\frac{\sum_{i-1}^{N} kq_{ij}}{AN} = 1$ для $ps = 1$
5.	Финансовые	Размер премиального фонда			PF_{nf}	PF
6.		Минимальная стоимость часа				$hc_{\min}$
7.		Максимальная стоимость часа				$hc_{\max}$

Обозначения: Q — показатель эффективности деятельности вуза; Q^+ — показатель эффективности деятельности вуза, соответствующий требованиям мониторинга (эффективное направление); Q^- — показатель эффективности деятельности вуза, не соответствующий требованиям мониторинга (неэффективное направление); φ — доля показателей направления деятельности, соответствующих требованиям от общего количества показателей направления деятельности (рекомендуется $\varphi = 0{,}75$); $KAD^-_{\max}$ — максимально допустимое количество направлений деятельности вуза, рассматриваемых при внешнем мониторинге его эффективности, не соответствующих требованиям мониторинга (непроходных направлений) $KAD^-_{\max} = 3$; AD — направление деятельно-

сти вуза; AD^+ —направление деятельности вуза, соответствующее требованиям мониторинга (эффективное направление); AD^- — направление деятельности вуза, не соответствующее требованиям мониторинга (неэффективное направление); KAD^- — количество направлений деятельности вуза, рассматриваемых при внешнем мониторинге его эффективности, не соответствующих требованиям мониторинга (непроходных направлений); $KAD^-_{\max}$ — максимально допустимое количество направлений деятельности вуза, рассматриваемых при внешнем мониторинге его эффективности, не соответствующих требованиям мониторинга (непроходных направлений); AN — аудиторная нагрузка (в академических часах).

Математическая модель системы стимулирования вуза базируется на работе Тукубаева З. Б., Умарова А. А., но имеет свои отличия. Система управления деятельностью вуза представлена в виде модели n – агентной ОС. Будем называть администрацию вуза центром, а научно-педагогических работников – агентами. i-го агента системы можно охарактеризовать типом (t_i) и совершаемым им действием $d_i \geq 0, i \in N = \{1,2,...,n\}$. Тип агента определяется его квалификационным уровнем и стажем. $t = \{t_1, t_2, ..., t_n\}$ – вектор типов агентов, $d = (d_1, d_2, ..., d_n) \in D_+^n$ — вектор действий агентов. Вознаграждение i-го агента (σ_i) имеет две составляющие: тарифную (tr_i) и премиальную (π_i).Тарифная составляющая заработной платы $tr_i(t, d')$ зависит от типа агента, учебной нагрузки и действий агента, направленных на выполнение части показателей.. Премиальная составляющая заработной платы i-го агента $\pi(d_i)$зависит от совершаемых им действий, направленных на повышение эффективности вуза. Премиальный фонд $PF \geq 0. \sum_{i=1}^{n} \pi_i \leq PF$. RF — резервный фонд оплаты труда.

Наиболее подходит компенсаторная система стимулирования. Однако, т.к. для центра крайне важно суммарное выполнение показателей плана и недопустимо их недовыполнение, то при условии выполнения плана агенту гарантируется определенная центром компенсация затрат агента, но за перевыполнение показателей плана агент не имеет никаких гарантий оплаты: он получать также, как и за плановые значения показателей, выше, ниже и совсем не получать компенсацию в зависимости от действий других агентов. Модернизированная компенсаторная система стимулирования будет описываться выражением: $\sigma_{MK} = \begin{cases} c(y), & y \leq x \\ c_1(y) & y > x \end{cases}$.

В исследовании Тукубаева З. Б., Умарова А. А. координаты вектора полезных действий агентов $d = (d_1, d_2, ..., d_n) \in D_+^n$ определяются заданной ими системой фиксированных показателей. Но в условиях рынка востребованность в выполнении конкретных показателей быстро изменяется, и необходим механизм для настройки системы показателей в зависимости от ситуации на рынке и возможностей вуза, а также с учетом критичности выполнения определенного набора показателей. Отличительной особенностью данной работы является гибкость системы показателей и обеспечение управлением центра сбалансированности полезных действий агентов по выполнению заданных показателей, что определяет целевую функцию центра. Исключим из рассмотрения преподавательскую деятельности, оплачиваемую по утвержденным тарифным ставкам. Функция затрат i-го агента $c(t_i, d_i)$ будет включать только деятельность агентов, направленную на достижение показателей. Полезные действия агентов d_i подразделяются на выполняемые во «второй половине» дня, оплачиваемые из тарифной составляющей заработной платы

d'_i, и оплачиваемые из премиальной составляющей заработной платы d''_i: $d = d' + d''$. Соответственно целевая функция агента $f(t_i, tr(\cdot), d_i, \pi(\cdot)) = tr_i(t, d') + \pi_i(d'') - c_i(t, d)$.

$Q = \{Q_1, Q_2, ..., Q_m\}$ – множество показателей системы стимулирования, m – количество показателей. $KQ_{\min j}$, $KQ_{\max j}$ и KQ_j^0 соответственно минимально необходимое, максимально необходимое и планируемое суммарное значение j-го показателя (количество нормируемых единиц j-ой услуги агента). Вектор плановых показателей на одного сотрудника:

$KQ^0 = \left\{ KQ_1^0, KQ_2^0 ..., KQ_j^0 \right\} j = \overline{1,m} \left| \; KQ_{j\min} \le KQ_j^0 \cdot n \le KQ_{j\max} \right.$, где n — количество агентов, m — количество показателей.

$RN(d_i, \pi(\cdot))$ – множество равновесий Нэша игры агентов при заданной тарифно-премиальной системе стимулирования. Для обеспечения сбалансированности выполнениям показателей стратегия центра формируется таким образом, что равновесия Нэша достигаются при выполнении ограничения $KQ_{j\min} \le \sum_{i=1}^{n} kq_{ij} \le KQ_{j\max} \;\; j = \overline{1,m}$.

Целевая функция центра:

$$\Phi(t_i, tr(\cdot), d_i, \pi(\cdot)) = \sum_{j=1}^{m} \frac{\max(KQ_j - KQ_{j\max}, KQ_{j\min} - KQ_j, 0)}{KQ_j}, \quad \Phi(t_i, tr(\cdot), d_i, \pi(\cdot)) \to 0$$

Исходя из этого вектор полезных действий агента при для равновесной системы определяется по формуле: $d \in RN(d, \pi(\cdot)) \leftrightarrow kq_{ij} = KQ_j^0 \;\forall j,\; j = \overline{1,m}$

$$S(d, PF) = \left\{ \pi(\cdot) \left| \forall d \in RN(d, \pi(\cdot)) \right| \begin{cases} KQ_{j\min} \le KQ_j \le KQ_{j\max} \quad j = \overline{1,m} \\ \sum_{i=1}^{n} \pi(d_i) = \le P \end{cases} \right\} -$$ множество

премиальных систем стимулирования, таких, что для любого соответствующего равновесного вектора действий агентов суммарное премиальное стимулирование не превышает премиального фонда.

Для агента нужно выбрать стратегию игры, обеспечивающую максимальное значение целевой функции агента. Рассмотрим структуру полезных действий i-го агента $d_i = \sum_{j=1}^{m} kq_{ij}$, где kq_{ij} – количество нормируемых единиц j-го показателя, выполненных i-ым агентом. Целевая функция агента: $f(d_i) = hc_{\min} \cdot \sum_{j=1}^{m} (lpQ_j - lpq_{ij}) \cdot kq_{ij}$, $f(d_i) \to \max$, где $hc_{\min}$ – минимальное значение стоимости 1 часа (руб.), затраченного агентом на выполнение услуги, ниже которого для агента выполнение показателя становится экономически нецелесообразным; lpq_{ij} — трудозатраты i-го агента на выполнение единицы j-ой услуги (показателя) с учетом повышающих коэффициентов (в аудиторных часах); lpQ — условная трудоемкость единицы услуги (показателя) с учетом повышающих коэффициентов (в аудиторных часах). $hc_{\min} \cdot lpq_{ij}$ — себестоимость единичной услуги по выполнению j-ого показателя i-го агентом, а $hc_{\min} \cdot lpQ_j$ — цена единичной услуги по выполнению j-ого показателя, определяемая центром. Агенту выгодно выполнять только те показатели, для которых верно неравенство: $lpq_{ij} < lpQ$. А центру необходимо, чтобы все запланированные показатели в целом были выполнены. Влиять на значения целе-

вых функций агентов $\{f(d_1), f(d_2),..., f(d_i),..., f(d_n)\}$ центр может только через совокупность условных трудоемкостей каждой единицы услуги $lpQ = \{lpQ_1, lpQ_2,..., lpQ_M\}$, которая зависит от совокупности весовых коэффициентов показателей. Таким образом элементом управления для центра является совокупности весовых коэффициентов показателей, а ядром системы стимулирования ППС является система показателей.

В четвертой главе представлен комплекс методик, алгоритмов и программного обеспечения для формирования гибкой, динамически изменяемой сбалансированной системы показателей эффективности деятельности НПП вуза и управления его деятельностью посредством материального стимулирования. Для формирования системы показателей разработан алгоритм (рисунок 4).

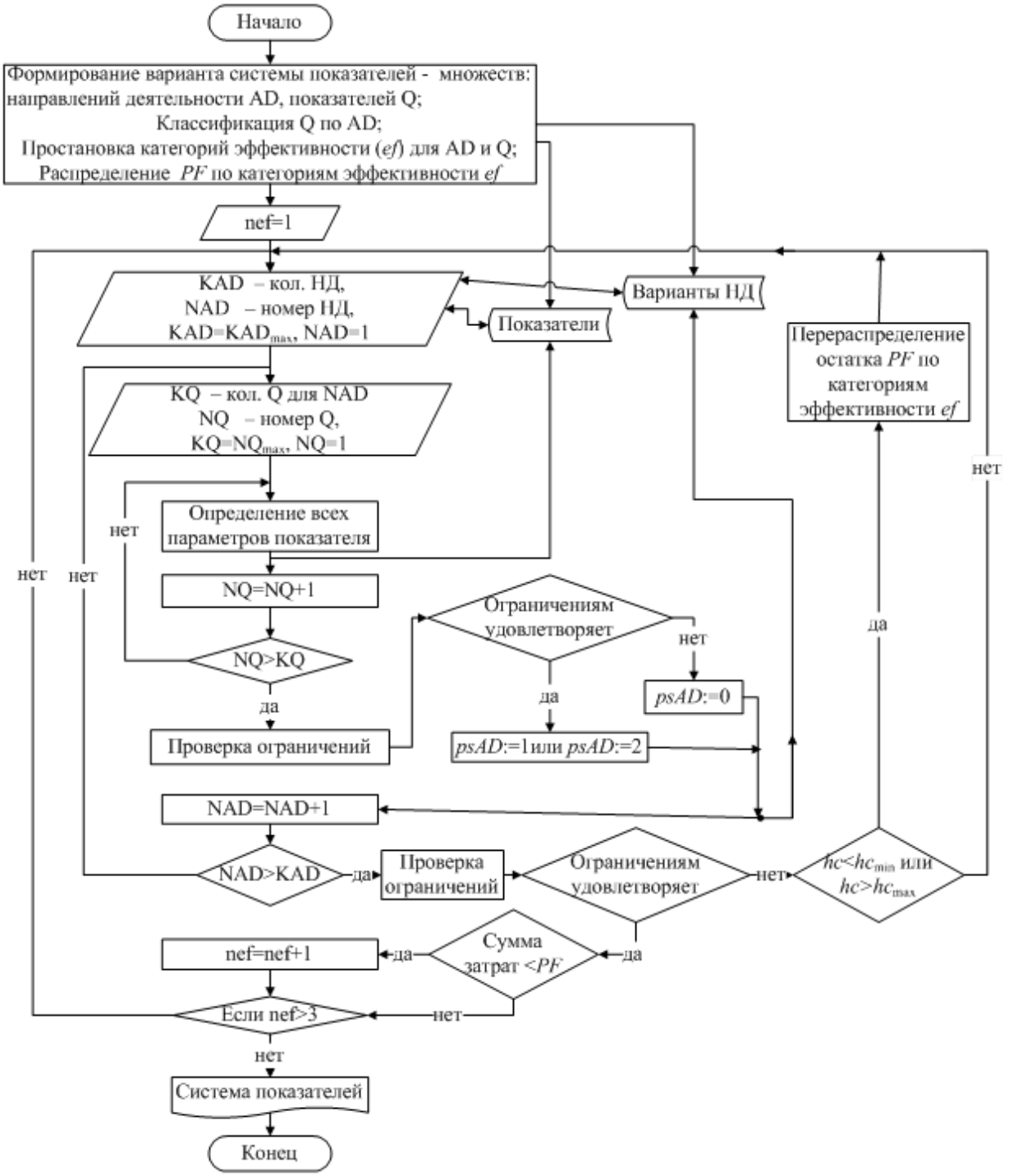

Рисунок 4. Блок-схема алгоритма формирования системы показателей

Необходимо сформировать систему критериев SQ, отвечающую следующим требованиям:

1. Условие, обеспечивающее признание вуза эффективным по результатам внешнего мониторинга (условие существования вуза) $KAD^{-} \le 3$ для $NAD = 1$.

2. Условие, обеспечивающее агентам резервную полезность $hc \ge hc_{\min}$

3. Условие, обеспечивающее центру целесообразность финансирования $hc < hc_{\max}$.

4. Планируемая сумма премиальных выплат не должна превосходить премиальный фонд: $\sum lpAD \le PF$ или $\sum lpQ \le PF$

5. Приоритетными являются показатели и направления деятельности, обладающие признаками нескольких видов эффективности, причем приоритет $ef1$ выше, чем приоритет $ef2$, а приоритет $ef2$ выше, чем приоритет $ef3$.

6. Премиальный фонд должен быть распределен так, чтобы его хватило на стимулирование показателей максимального количества видов эффективности с учетом их приоритетности $kef = \max$

$$hc_{nef} = PF_{nef} \Big/ \sum lpAD_{nef}$$

Рассмотрены действия для трех возможных вариантов: $hc_{\min} \le hc_{nef} \le hc_{\max}$, $hc_{nef} \ge hc_{\max}$ и $hc_{nef} \le hc_{\min}$.

Разработана модель бизнес-процессов многоэтапной стратегии стимулирования. Она представлена диаграммой дерева узлов (рисунок 5).

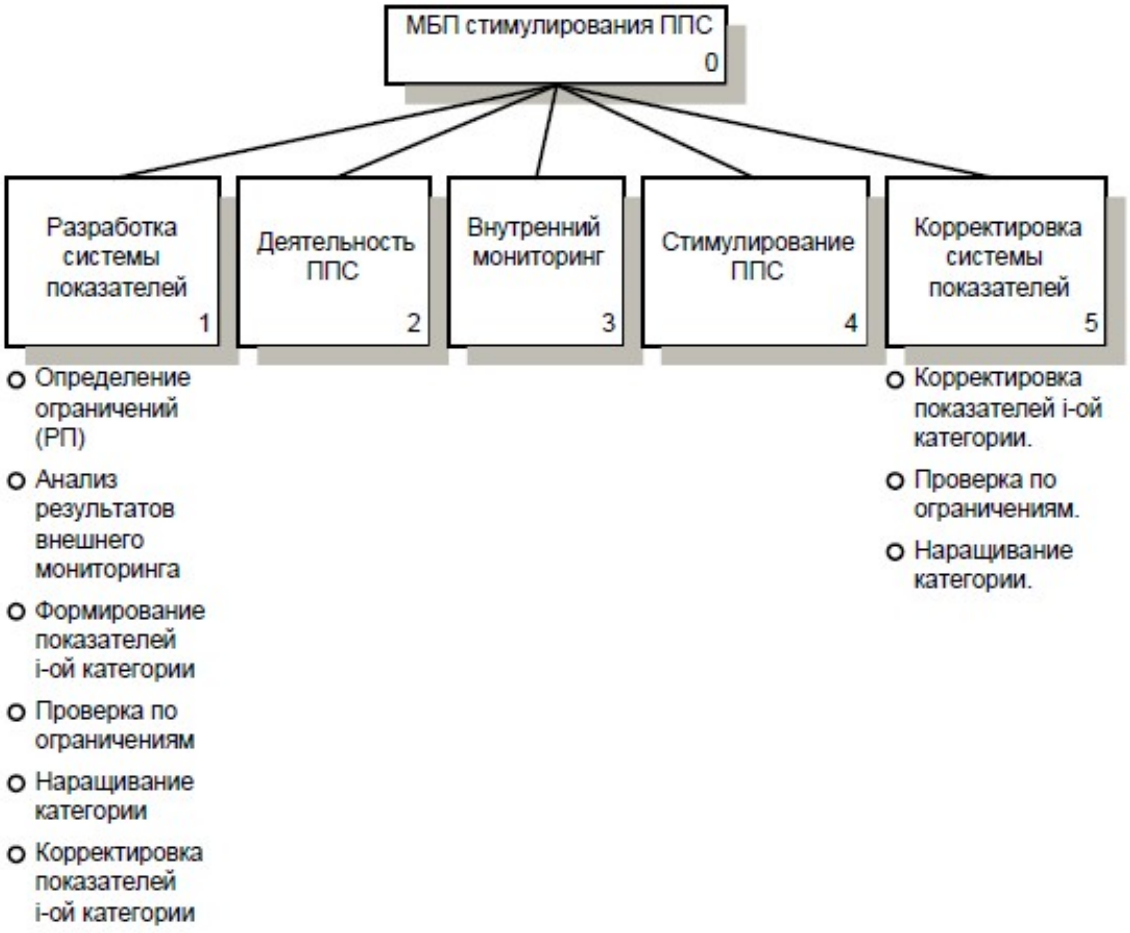

Рисунок 5. Диаграмма дерева узлов модели бизнес-процессов стимулирования ППС

Стратегия включает в себя следующие процессы: Разработка системы показателей, деятельность ППС, внутренний мониторинг, стимулирование ППС, корректировка системы показателей. Ключевым процессом является «Разработка системы показателей». Его декомпозиция в виде диаграммы SwimLane представлена на рисунке 6.

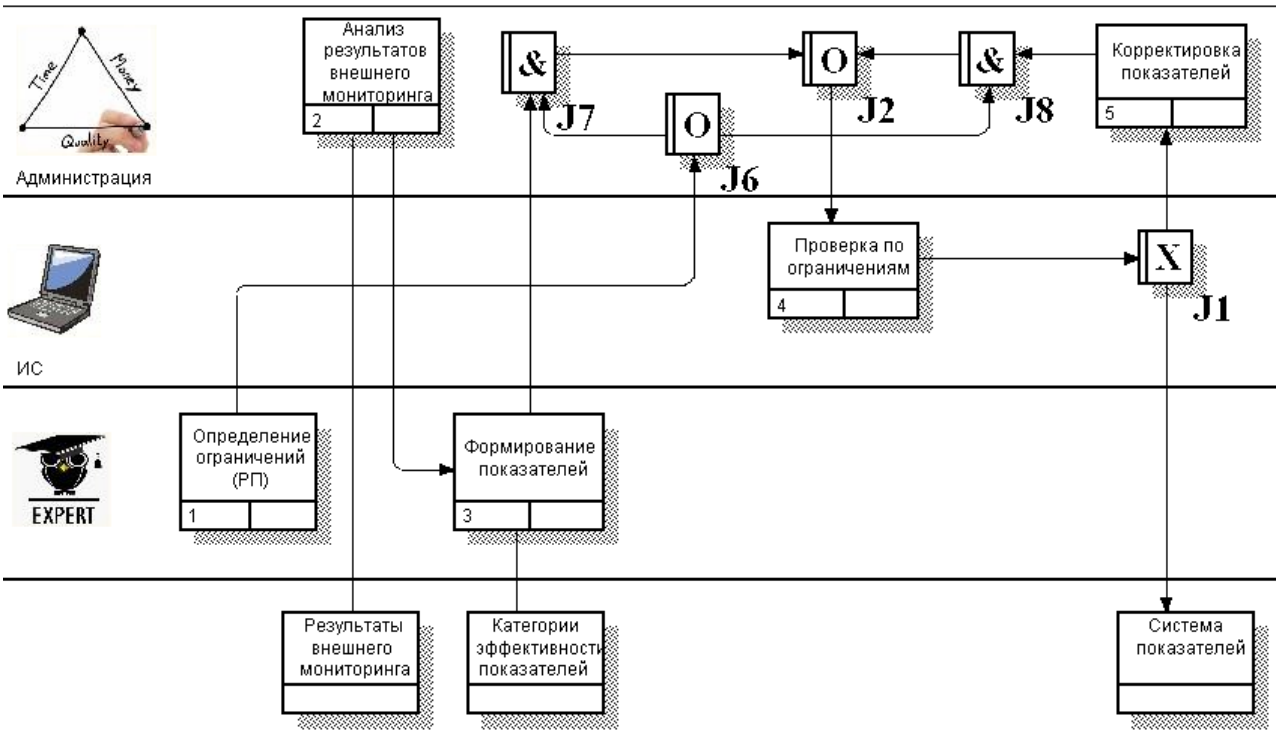

Рисунок 6. Диаграмма SwimLane разработки системы показателей

Разработана информационно-логическая модель системы. На базе функциональной и информационно-логической модели создан прототип комплекса программных разработок по контролю и управлению эффективностью вуза. Комплекс программных разработок по контролю и управлению эффективностью вуза включает в себя программу учета результатов научно-исследовательской деятельности, программу внутреннего мониторинга эффективности вуза, базу данных и программу формирования системы показателей эффективности деятельности преподавателей вуза. Получены 3 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ.

Назначение комплекса разработок:

1. Учет результатов научно-исследовательской деятельности; ввод и редактирование справочной информации, регистрация объектов научно-исследовательской деятельности, соглашений, формирование журналов и отчетов.
2. Выявление несоответствий показателей вуза при внутреннем мониторинге его эффективности, формирование отчетов о несоответствиях.
3. Ввод и редактирование справочной информации, установление соответствия между показателями эффективности вуза, деятельности преподавателей и направлениями деятельности вуза, ввод экспертных оценок, формирование гибкой настраиваемой системы показателей эффективности деятельности преподавателей вуза с целью их стимулирования и отчетов.

Для уточнения и проверки математической модели разработана имитационная агентная модель в среде AnyLogic 7.3.6., в которой НПП и система показателей представлены как два типа агентов, а администрация – как внешняя среда. Модель имитирует рыночные отношения. Каждый показатель – это услуга, оказываемая агентом

центру, на которую меняется цена в зависимости от насыщения «рынка». Изменение цены осуществляется посредством изменения весового коэффициента.

Для вычислительного эксперимента использована информация Научно-исследовательского института новой экономики и системного анализа Карагандинского экономического университета.

На основании имитационного эксперимента получены следующие результаты:

- доказана работоспособность предложенного механизма управления;
- подобран настроечный коэффициент пропорциональности k=1,5 для пересчета весовых коэффициентов показателей по результатам промежуточного мониторинга;
- сделан вывод о том, что ошибки экспертов при предварительном определении весовых коэффициентов существенного влияния не оказывают на полученные результаты при условии автоматического пересчета весовых коэффициентов по результатам мониторинга (воспроизводимость результатов при изменении начальных параметров – 91%);

Сравнение результатов эксперимента с реальным данным по количеству выполненных показателей показало повышение эффективности разработанной системы показателей в среднем на 73%.

Результаты диссертационного исследования внедрены в Научно-исследовательский институт новой экономики и системного анализа Карагандинского экономического университета и Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Их использование позволило повысить эффективность формирования системы показателей эффективности деятельности ППС и сокращение времени на ее формирования в 2 раза, снизить влияние субъективных факторов на выбор показателей, повысить эффективности контроля деятельности ППС.

Кроме того, результаты данного исследования используются в учебном процессе в трех вузах: в Карагандинском экономическом университете Казпотребсоюза, Карагандинском государственном техническом университете и в АНО ВО "Институт менеджмента, экономики и инноваций" (г. Москва).

В заключении приведены основные теоретические и практические результаты диссертации

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. Разработана на основе системы показателей мониторинга эффективности вузов концептуальная модель системы показателей эффективности деятельности НПП, дополненная показателями деятельности, обеспечивающей дополнительное внебюджетное финансирование, и показателями деятельности, обеспечивающей развитие вуза в перспективе.
2. Разработана математическая модель гибкой, динамически изменяемой, сбалансированной системы показателей эффективности деятельности научно-педагогического персонала вуза с настраиваемыми обобщенными весовыми коэффициентами показателей иерархической структуры и системой ограничений, обеспечивающей баланс между требованиями мониторинга эффективности вуза, целями вуза и его ресурсами.
3. На основе мультиагентного подхода разработана математическая модель модернизированной компенсаторной системы стимулирования научно-педагогического персонала вуза, отличающаяся целевой функцией центра, определяемой максимально точным выполнением системы показателей.
4. На основе теоретических исследований разработан комплекс методик, алгоритмов и программных средств для формирования гибкой, динамически изменяемой сба-

лансированной системы показателей эффективности деятельности НПП вуза и эффективного механизма стимулирования персонала, который включает систему ограничений к системе показателей эффективности деятельности НПП вуза, методику и алгоритм формирования системы показателей, модель бизнес-процессов управления эффективностью деятельности НПП вуза, информационно-логическую модель системы, базу данных и три программы для ЭВМ.

5. Разработана имитационная модель управления деятельностью научно-педагогического персонала вуза, позволившая уточнить параметры математической модели модернизированной компенсаторной системы стимулирования, проверить работоспособность предложенного механизма управления и рассчитать эффективность формируемой системы показателей
6. Выполнен имитационный эксперимент, который доказал работоспособность предложенного механизма управления, позволил подобрать настроечный коэффициент пропорциональности для пересчета весовых коэффициентов показателей по результатам промежуточного мониторинга, показал, что что ошибки экспертов при предварительном определении весовых коэффициентов не оказывают существенного влияния на полученные результаты при условии автоматического пересчета весовых коэффициентов по результатам мониторинга, воспроизводимость результатов при изменении начальных параметров – 91%, эффективность разработанной системы показателей по сравнению с ранее действующими повысилась в среднем на 73%.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные результаты исследования направлены на управление эффективностью научно-педагогической, т.е. основной, деятельности сотрудников вуза, однако эффективность вуза зависит также от деятельности вспомогательных служб, осуществляющих управляющие и обеспечивающие процессы. Поэтому целесообразно продолжить исследования в направлении разработки эффективных механизмов стимулирования сотрудников и руководителей вспомогательных подразделений.

Целесообразным также является усовершенствование имитационной модели за счет учета внешних вакансий, квалификации сотрудников, вероятности их увольнения, а также взаимодействия сотрудников по выполнению показателей, работу в проекте. Кроме того, представляет интерес рассмотрение различных функциональных зависимостей настроечного коэффициента от отклонений результатов достижения показателей от запланированного диапазона и проведения, соответственно, дополнительных имитационных экспериментов.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России:

1. Шикульская, О.М. Модель совершенствования системы дифференцированной оплаты труда сотрудников вуза [текст] / Шикульская О.М., Дюскеев К.А. / /Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 2-1. - С. 44-49.
2. Дюсекеев, К.А. Иерархическая система показателей оценки эффективности деятельности сотрудников вуза [текст]/ Дюсекеев К.А., Шикульский М.И., Шикульская // Фундаментальные исследования. - 2016. - №5-1. - С. 33-37.
3. Дюсекеев, К.А. Анализ эффективности управления подразделениями вуза с использованием метода оболочки данных [текст] / Дюсекеев К.А., Шикульская О.М. // Успехи современной науки. – 2016. - № 6. Т. 5. - с. 82-85
4. Дюсекеев, К.А. Моделирование бизнес-процессов стимулирования эффектив-

ности деятельности работников вуза с использованием многоэтапной стратегии [текст]. / Дюсекеев К.А., Шикульская О.М. // Успехи современной науки и образования.2016. - №8. Том 3. - с. 64-67. - ISSN 2412-9631

5. Дюсекеев, К.А. Информационно-логическое моделирование системы стимулирования научно-педагогического персонала вуза [текст]/ Дюсекеев К.А. // Успехи современной науки и образования 2016. - Т. 5. № 12. - С. 36-39

6. Дюсекеев, К.А. Модели оценки эффективности деятельности сотрудников вуза [текст] / Дюсекеев К.А., Шикульская О.М. //Вестник ВГУИТ. - 2016. - № 4. - С. 446–452.

В изданиях, индексируемых в реферативных базах данных Scopus и WOS:

7. Anufriev, Dmitriy. Management of higher education institution staff activity efficiency on the basis of flexible stimulation system [текст] / Dmitriy Anufriev, Olga Shikulskaya, Kanagat Dyusekeyev, Mikhail Shikulskiy // 2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), 12-14 Oct 2016. - Baku, Azerbaijan. - P. 619-623 - IEEE Catalog Number: CFP1656H-PRT, ISBN: 978-1-5090-1840-6

В других изданиях:

8. Дюсекеев, К.А. Анализ систем стимулирования сотрудников вуза [текст]/ Дюсекеев К.А., Шикульская О.М. //Технические науки - от теории к практике. -2014. - № 40. - С. 28-33.

9. Дюсекеев К.А. Анализ эффективности систем оплаты труда работников вуза в России и Казахстане [текст] / Дюсекеев К.А., Шикульская О.М.// Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. - 2014. - № 12. - С. 76-78.

10. Дюсекеев, К.А. Обзор моделей финансирования государственных вузов в различных странах [текст] / Дюсекеев К.А., Шикульская О.М. // Materials of the X International scientific and practical conference, «Conduct of modern science». - 2014. - Volume 24. Technical sciences. Physical culture and sport. Sheffield. Science and education LTD - pp.31-34.

11. Дюсекеев, К. А. Исследование проблемы управления эффективностью труда преподавателей высшей школы на основе системы дифференцированной оплаты труда [текст]. / К. А. Дюсекеев // Фундаментальные научные основы систем жизнедеятельности и информационно-строительного инжиниринга в условиях прибрежных зон [Текст]: материалы IV Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников (13–15 мая 2015 г.) / под общ. ред. Д. П. Ануфриева. – Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015.С.192-195.

12. Дюсекеев, К.А. Проблемы планирования показателей научно-исследовательской работы в вузе [текст] / Дюсекеев К.А. // Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург, 2016 № 2 (44), Часть 2 Февраль, с. 11-12 , - ISSN 2303-9868 PRINT, ISSN 2227-6017 ONLINE, - DOI: 10.18454/IRJ.2016.44.036

13. Дюсекеев, К.А. Совершенствование системы оплаты труда в вузе [текст] / Дюсекеев К.А. //Актуальные вопросы образования и науки: сб. науч. тр. по мат-лам Междунар. науч.-практ. конф. 30 декабря 2013 г.: Часть 6. - Тамбов. - 2013.

14. Dusekeev, K.A. Analysis of global systems of the world universities ranking [текст] / Dusekeev K.A., GaberJ., Shikulskaya O.M.// Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования Материалы V Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников. Под общей редакцией Д. П. Ануфриева. - 2016. - С. 120-124.

15. Дюсекеев, К. А.Методика формирования требований к системе показателей

эффективности деятельности сотрудников вуза [текст] / Дюсекеев К. А., Нань Фэн, Шикульская О. М. // Материалы X Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-технического сотрудничества стран – участниц Евразийского экономического союза» - г. Астрахань, 9–11 ноября 2016 г., с. 278-283.

16. Дюсекеев, К.А. Имитационное моделирование управления эффективностью деятельности сотрудников вуза [текст] / К.А. Дюсекеев, О.М. Шикульская // Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях: Материалы I Международной молодёжной школы-конференции «Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях» (15-17 декабря 2016г.) / под общ. ред. Д. П. Ануфриева. – Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. с.71-75.

Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ

17. Шикульская О.М., Дюсекеев К.А. Программа учета результатов научно-исследовательской деятельности. Св. о гос. рег. прогр. для ЭВМ № 2016614323 Россия, ГАОУ АО ВПО «Астраханский инженерно-строительный университет» – Заяв. № 2016610120 от 28.12.2015, зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ 20.04.2016.

18. Шикульская О.М., Дюсекеев К.А. Программа внутреннего мониторинга эффективности вуза. Св. о гос. рег. прогр. для ЭВМ № 2016617059 Россия, ГАОУ АО ВПО «Астраханский инженерно-строительный университет» – Заяв. № 20166100091 от 12.01.2016, зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ 23.06.2016.

19. Шикульская О.М., Дюсекеев К.А. Программа формирования системы показателей эффективности деятельности преподавателей вуза. св. о гос. рег. прогр. для ЭВМ № 2017610540 Россия, ГАОУ АО ВПО «Астраханский инженерно-строительный университет» – Заяв. № 2016662423 от 17.11.2016, зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ 12.01.2017.