

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗЕ

Тукубаев З.Б.¹, Умаров А.А.²

(Международный казахско-турецкий университет им. А. Ясауи, Казахстан, г. Туркестан)

Рассматривается проблема повышения качеством образования в высшей школе применительно к ВУЗам Казахстана. В данной работе предлагается один из путей решения поставленной задачи на основе системы стимулирования сотрудников ВУЗа. Работа предназначена для сотрудников управления образованием.

The problem of increase by quality of formation at the higher school with reference to HIGH SCHOOLS of Kazakhstan is considered. In the given work one of ways of the decision of a task in view on the basis of system of stimulation of employees of HIGH SCHOOL is offered. Work is intended for employees of management by formation.

Ключевые слова: Программа «Болашак», модель управления, автоматизированная система управления, человеко-машинная система, образовательное учреждение, управление качеством образования, многокритериальные задачи, комплексная оценка, On-Line analytical processing (OLAP), стимулирование труда профессорско-преподавательского состава (ППС), Structural analysis design techniques (SADT).

1. Введение

1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Проблема повышения качества образования – большая социальная проблема, решаемая на уровне государства. *Качество образования* не есть некое абстрактное свойство; высокое (достаточное) качество – это максимальное (достаточное) соответствие той задаче, которая должна быть решена в ходе подготовки специалиста данного уровня [3].

От уровня подготовки специалистов, их потребности в стране зависит, в большей степени, экономическое и социальное состояние государства в целом. В современном мире, в мире информационных технологий и глобализации общества требования к качеству образования значительно повышаются. И, в конечном счете, это – признание дипломов, полученных в одной стране международным сообществом, требование международных образовательных стандартов (требований участников Болонского процесса [9,10]) и т.д. Глава Государства Республики Казахстан Нурсултан Назарбаев придает большое значение вопросу образования; это обеспечивается созданием открытого экономического пространства в Европе и Азии [8], поддержка образовательной программы Темпус [11].

Важность решения данной проблемы на уровне государства подтверждается следующими Правительственными документами: Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года, утвержденный Указом Президента Республики Казахстан [5], Государственная программа развития образования Республики Казахстан на 2011-2020 годы [6] и другими источниками [1,2,3].

Большую роль в повышении качества образования играет Президентская международная образовательная программа «Болашак», направленная на подготовку специалистов в ведущих ВУЗах мира. Следует сказать, что один из авторов – Умаров Амантур Амангельдыевич прошел научную стажировку в Институте проблем управления РАН (ИПУ РАН) по программе «Болашак» [7].

¹ Тукубаев Зукурхан Бейсекович, кандидат технических наук, доцент (ibrahim19899@mail.ru).

² Умаров Амантур Амангельдыевич, магистр информатики, старший преподаватель (unix77@yandex.ru).

Одной из причин заметного понижения качества образования в высшей школе является **уход наиболее квалифицированных кадров** в другие области деятельности (в основном, в бизнес) из-за недостаточной социальной и финансовой оценки их труда. Другой причиной является **отсутствие связи ВУЗов с производством и наукой**. Для компенсации такого недостатка в Казахстане реализуется программа «Болашак» и организуются технопарки по различным направлениям.

В настоящее время идет процесс реализации Государственной Программы [6,11]. Разработка Программы вызвана необходимостью кардинальных преобразований, направленных на **повышение качества образования**, решение стратегических задач, стоящих перед казахстанской системой образования в новых экономических и социокультурных условиях.

ВУЗ, как и любая сложная кибернетическая система, имеет сложную структуру, функциональность и поведение. Характеристика поставленной задачи имеет многоцелевую, междисциплинарную природу, имеющую цель определения обобщенного критерия – показателя качества образования. Он состоит из социально-экономического фактора, технического и педагогического критерия. Здесь сложным является построение целевой функции оптимизации. Это обусловлено, во-первых, тем, что все эти три составляющие имеют различные измерения и природу. И к тому же, их невозможно оценить количественно. Тут целесообразно было бы применить нечеткую логику при оценке обобщенного критерия [23,24].

С социально-экономической точки зрения, это создание **эффективной системы стимулирования** труда профессорско-преподавательского состава (ППС), которое является важной задачей в современных условиях развития Высшего профессионального образования в Казахстане и адаптации вузов к требованиям международной образовательной системы.

С технической точки зрения, это разработка **автоматизированной системы управления** (АСУ) ВУЗа, позволяющей оперативно выполнять анализ состояния ВУЗа и в результате обработки данных, получать объективную оценку для принятия решений (принцип «прозрачного» управления).

С педагогической точки зрения, это создание **эффективной методики оценки знания** студентов, позволяющую повысить уровень заинтересованности к знаниям.

Применение системного подхода к решению проблемы позволяет обобщить все эти составляющие в одно целое и рассмотреть настоящую проблему с единой точки зрения.

1.2. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Сделаем небольшой обзор работ по системам оценки в образовании. Поскольку объект настоящего исследования - ВУЗ является одним из видов организационных систем (ОС), то, рассмотрение начнем с них. В России по управлению ОС известна школа академика В.Н. Буркова [14] (ИПУ РАН) в составе Д.А. Новикова, М.В. Губко, Н.А. Коргина, В.В. Кондратьева и др. Если сделать классификацию по исследованиям задач управления ОС; то, например, проблемами стимулирования организации занимается Д.А. Новиков [23,24], проблемами планирования Н.А. Коргин [14], построением иерархических структур А. А. Воронин, М.В. Губко, С.П. Мишин [19], вопросами информационного управления А.Г. Чхартишвили [38].

В работе Д.А. Новикова [24] четко определены главные направления модернизации системы управления образованием, это:

- управление качеством;
- управление доступностью;
- управление эффективностью.

Эти три ключевых направления и являются основными критериями эффективности управления. И, автором выдвигаются следующие важные подзадачи, решение которых должно обеспечить требуемое качество образования:

- изучение потребностей рынков труда и образовательных услуг;
- набор абитуриентов;
- формирование программ и методов обучения;
- обеспечение обучения ресурсами;

- организация процесса обучения;
- обеспечение обучения ресурсами;
- аттестация выпускников, присвоение квалификации выпускам;
- мониторинг трудоустройства выпускников;
- анализ результатов и начало нового витка «петли качества».

Приведем еще ряд трудов российских ученых по системам оценки качества образования в Высшей школе. Например, в [13] описывается рейтинговая система оценки знаний студентов, деятельности преподавателей и подразделений вуза. В работе [27] качество образовательной деятельности характеризуется следующими требованиями, как: наличие государственного стандарта высшего профессионального образования и качество его реализации; качество профессионально-преподавательского состава вуза; качество организации процесса обучения; качество методического обеспечения учебного процесса, а также качество субъектов обучения.

В мировой практике применяются различные подходы к оценке качества работы ВУЗов: репутационный, результативный и общий [27]. *Репутационный подход* использует экспертный механизм для оценки уровня профессиональных образовательных программ и учебных заведений в целом. *Результативный* основан на измерении количественных показателей деятельности ВУЗа. *Общий подход* базируется на принципах «всеобщего управления качеством» (Total Quality Management, TQM) и требований к системам менеджмента качества Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization, OSI).

Наряду с подходами выделяются внешняя и внутренняя системы оценки качества образования [29]. *Внешняя система* («французская модель») оценки качества образования представлена государственными институтами лицензирования, аттестации и аккредитации учебных заведений и сертификации определенных компонентов профессионального образования. Кроме того, происходит формирование общественных институтов аккредитации на базе различных научно-педагогических и научных ассоциаций и объединений. *Внутренняя система* («английская модель») оценки качества образования организуется в образовательных учреждениях в формах итоговой и поэтапной аттестации (самоаттестации) обучаемых, систем оценки абитуриентов, систем психодиагностики и социодиагностики в учебных заведениях, а также в системах самооценки и самоаттестации учебных заведений и их подразделений.

Следует особо рассмотреть «Болонский процесс», процесс создания странами Европы единого образовательного пространства [9,10]. Его начало было положено подписанием в 1999 г. в Болонье (Италия) Болонской декларации, в которой были сформулированы основные цели, ведущие к достижению сопоставимости и, в конечном счете, гармонизации национальных образовательных систем высшего образования в странах Европы. В настоящее время Болонский процесс объединяет более 40 стран Европы (сюда входит и Казахстан). В Болонской декларации указаны 6 основных задач, решение которых, как предполагается, будет способствовать объединению Европы в области образования. Это введение общепонятных, сравнимых квалификаций в области высшего образования, переход на двухступенчатую систему высшего образования (бакалавриат – магистратура), введение оценки трудоемкости (курсов, программ, нагрузки) в терминах зачетных единиц (кредитов) и отражение учебной программы в приложении к диплому, образец которого разработан ЮНЕСКО, повышение мобильности студентов, преподавателей и административно-управленческого персонала (в идеале, каждый студент должен провести не менее семестра в другом вузе, желательно зарубежном), обеспечение необходимого качества высшего образования, взаимное признание квалификаций и соответствующих документов в области высшего образования, обеспечение автономности вузов.

Отдельную тему исследований охватывает проблема стимулирования ОС. Острый вопрос касается финансирования перспективных научных направлений и проектов. Например, в России действует эффективная и достаточно гибкая система оценки показателей результативности научной деятельности (ПРНД) [21]. В работе О.Г. Дмитриевой построена система стимулирования сотрудников ВУЗа на основе достигнутых результатов [20].

Основы построения АСУ в народном хозяйстве и проблемы их технической реализации освещаются в работе академика В.М. Глушкова [17]. В реализации систем поддержки решений используется аппарат математической статистики и дисперсионного анализа; широко известны труды английских ученых - М.Кендала и А.Стюарта [40]. Для функционального моделирования ОС широко применяется технология SADT (Structural analysis design techniques) [16]. Следует отметить высокую эффективность использования технологии многомерного анализа данных - OLAP (On-Line analytical processing) в решении поставленной задачи [39]. Методы компьютерной поддержки экономических систем подробно рассматриваются в [28].

2. Экономико-математическая модель стимулирования ППС и студентов ВУЗа

Системный подход к решению проблемы заключается в создании модели такой человеко-машинной системы, позволяющей выполнять всесторонний анализ учебной работы ВУЗа, и на основе своевременного анализа и обработки данных, принимать объективные решения по стимулированию профессорско-преподавательского состава (ППС) и, что, в конечном итоге должно обеспечить улучшение качества образования. При комплексной оценке должны быть учтены и человеческий фактор (в социально-экономическом, педагогическом и методологическом аспекте). Вышеотмеченные множества различных факторов образует сложную многокритериальную задачу [22].

2.1. СТРУКТУРА МОДЕЛИ

Модель управления можно представить условно состоящей из двух уровней: внешней и внутренней моделей, которые описывают иерархическую структуру управления (табл. 1). **Внешняя модель** характеризует управление со стороны ВЫСШЕГО органа управления (в лице начальника учебного отдела). В качестве управляемой системы являются:

- деканат (в лице декана);
- кафедра (в лице зав. кафедрой);
- преподаватель;
- группа студентов.

Внутренняя модель характеризует сам процесс (учебное занятие).

Критерий оценки управления внешней модели – показатель выполнения/невыполнения (срыв) урока у преподавателя (факультета, кафедры). Это есть КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА.

Критерий оценки управления внутренней модели включает:

- 1) показатели посещаемости и успеваемости студента (также количественная оценка);
- 2) показатели экспертной комиссии¹, которые определяются восемью критериями качества урока. Это есть КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА.

Так как основной функцией ВУЗа является ОБУЧЕНИЕ [24], основным процессом в ВУЗе является учебный процесс. Процесс обучения (**Учебный процесс (УП)**) по мнению авторов, это процесс проведения занятий в определенном интервале времени (семестра/учебного года). Единицей измерения УП является **учебное занятие**.

Таблица 1. Иерархическая модель управления ОД

Уровень управления	Начальник	Подчиненный	Функция управления	
			ВНЕШНЯЯ МОДЕЛЬ	ВНУТРЕННЯЯ МОДЕЛЬ
0	Начальник учебного отдела	Декан Зав. кафедрой Преподаватель	Контроль и учет: - проведения занятий преподавателя	1) Контроль и учет: - посещаемости - успеваемости студентов
1	Декан	Зав. кафедрой Преподаватель		2) Экспертная оценка
2	Зав. кафедрой	Преподаватель		

¹ Следует подчеркнуть, что показатели посещаемости успеваемости определяются и анализируются оперативно (с помощью АСУ) для всех ППС; а оценка качества урока определяется экспертами.

3	Преподаватель	Студент		
---	---------------	---------	--	--

Состояние учебного процесса в целом определяется в результате сбора статистики занятий за определенный интервал времени. Каждое занятие характеризуется:

- Преподавателем, ведущим занятие (КТО ОБУЧАЕТ?)
- Группой обучения (КОГО ОБУЧАЕТ?)
- Предметом (темой занятия) (ЧТО?)
- Аудиторией (ГДЕ?)
- Временем проведения занятия (КОГДА?).

В результате сбора статистики накапливаются данные о состоянии ВУЗа; и по этим данным вычисляются критерии оценки модели (см. ниже).

2.2. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ

Прежде чем начать описание системы рассмотрим принцип функционирования системы в целом. Он состоит из двух этапов:

1. Оперативный СБОР информации о состоянии УП (УЧЕТ) и сохранение сводных данных в хранилище данных (ХД);
2. АНАЛИЗ и ОБРАБОТКА данных для принятия решений о стимулировании для ЛПР.

Применение технологии OLAP [26] в ВУЗе дает возможность аналитической обработки большого объема данных, в частности, это оперативное предоставление информации о состоянии УП в удобном для пользователя виде:

- сводные таблицы
- сводные диаграммы.

Рассмотрим подробно второй этап – этап анализа и обработки данных для принятия решений.

МОДЕЛЬ СТИМУЛИРОВАНИЯ

Опишем систему критериев в общей модели (табл. 2, рис. 2 и 3). Критерий K – обобщенный критерий, он включает в себя критерии $K3$ и $K4$ для ППС (рис. 6) и $K1$ и $K2$ для студентов (рис. 7). $K3$ – педагогический критерий, он состоит из двух критериев – оценки выполнения учебного плана $K1$ и оценки экспертной комиссии $K2$ (методологический критерий). При оценке учебного плана критерий $K1$ является внешним, критерии $K11$ и $K12$ внутренние, то есть $K1(K12, K22)$. Они определяются на основе обработки статистических данных (с помощью АСУ), и, по итогам выполнения $K1$ система осуществляет выбор ППС/студентов для нематериального стимулирования.

Процесс стимулирования описан в таблице 3.

Таблица 2. Показатели работы ППС/студента

ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ K				
УЧЕБНАЯ РАБОТА	Критерий $K3$		ТВОРЧЕСКАЯ РАБОТА	Критерии $K4$ и $K2$
1) ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНА У ППС - $x^{ППС}$	$K1$ (показатель плана)	$K11$ (показатель посещаемости)	Задается ранг (норматив работ)	У ППС - $K4$
		$K12$ (показатель успеваемости)		
2) ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА УРОКА	Критерий $K2$ ($K21, K22, K23, K24, K25, K26, K27, K28$)			

ВЫПОЛ- НЕНИЕ ПЛАНА У студентов - x^{CTUD}	$K1$ (показатель плана)	$K11$ (показатель посещаемости)	Задается ранг (норматив работ)	У студентов – $K2$
		$K12$ (показатель успеваемости)		

Дальнейшая оценка (качественная оценка) урока осуществляется экспертной комиссией¹ по критерию $K2$ – *методологическому критерию*. Он включает в себя восемь внутренних оценок (табл. 4); в случае необходимости можно добавлять и другие критерий оценки.

При экспертной оценке занятия немалую роль играет фактор объективности мнений комиссии; это поддерживается тем обстоятельством, что занятие должно проводиться в виде открытого урока. Тем самым, обеспечивая “прозрачность” процедуры. По итогам оценки по критерию $K2$ ППС получают материальное стимулирование $C_{ППС}^{M1}$.

По итоговым данным оценок агрегированного критериев $K2$ и $K3$ ППС заслуживают нематериальное (моральное) вознаграждение, которое заключается в рекомендации их на республиканские конкурсы типа “Учитель года”, “Лучший преподаватель” и т.п.

По критериям $K4$ (для ППС, табл. 5) и $K2$ (для студента, табл. 6) определяются показатели творческой работы ППС/студентов (*научный критерий*) - $C_{ППС}^{M2}$ и C_{CTUD}^M соответственно; и по ним вычисляется величина материального вознаграждения (табл. 7).

Нужно подчеркнуть, что с каждым шагом число стимулируемых ППС/студентов “сужается” (табл. 3) и должно удовлетворять условиям:

- (1) $m_{ППС}^{M1} \subseteq m_{ППС}^H \subseteq N$; $m_{ППС}^{M2} \subseteq m_{ППС}^H \subseteq N$ (для ППС) и
- (2) $m_{CTUD}^M \subseteq m_{CTUD}^H \subseteq Q$ (для студентов),

где N – общее число ППС, Q – общее число студентов, $m_{ППС}^{M1}$ ($m_{ППС}^{M2}$) и $m_{ППС}^H$ - число выбранных ППС соответственно для материального и нематериального стимулирования; и m_{CTUD}^M и m_{CTUD}^H - число выбранных студентов соответственно для материального и нематериального стимулирования.

Таблица 3. Процесс стимулирования

№ шага	ППС		СТУДЕНТЫ	
	Вид стимулирования	Число стимулируемых	Вид стимулирования	Число стимулируемых
Шаг 0 (начальное состояние)	-	Общее число N	-	Общее число Q
Шаг 1	Нематериальное $C_{ППС}^H$	$m_{ППС}^H$	Нематериальное C_{CTUD}^H	m_{CTUD}^H
Шаг 2	Материальное $C_{ППС}^{M1}$	$m_{ППС}^{M1}$	Материальное C_{CTUD}^H	m_{CTUD}^M
	Материальное $C_{ППС}^{M2}$	$m_{ППС}^{M2}$		

¹ После выбора $m_{ППС}^H$ ППС руководство принимает решение о проверке качества проведения уроков экспертной комиссией.

В качестве СС в ВУЗе использованы две системы стимулирования (СС): квазикомпенсаторная система (система *КК-типа*) и унифицированная нормативная ранговая система (*УНРСС*). На первом шаге используется *ККСС* (для нематериального стимулирования), на втором - *УНРСС* (для материального стимулирования). Материальное представляет надбавку к окладу (премия, повышение в должности), нематериальное – грамоты, награды и почетные значки. ППС/студенты, качественно выполнившие основной или учебный план количественно (проведение/посещение занятий и выполнение заданий в составе учебного плана, включающие практические, лабораторные задания) и качественно получают нематериальное вознаграждение, и, соответственно, за хорошо выполненную вспомогательную (творческую работу) ППС/студенты получают материальное вознаграждение (см. табл. 1). Проблема применения системы *КК-типа* в ВУЗе вызвана сложностью определения точного значения y (показателя выполнения) в выражении (3) (рис. 1).

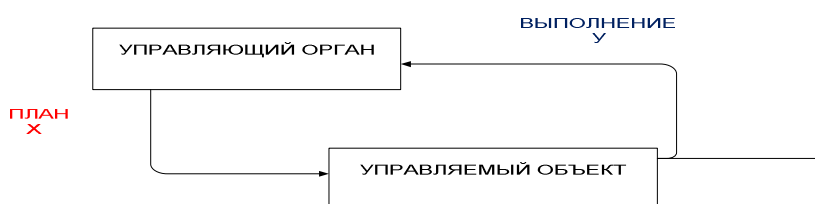


Рис. 1. Выходно-выходная модель управления

I. НЕМАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ (психологический фактор)

По данным результатов исследований из [20,24] эффективной СС за индивидуальные результаты является система *КК-типа*, основанная на компенсации затрат агента, в данном случае ППС/студента. Принцип компенсации затрат является достаточным условием реализации требуемого действия:

$$(3) \quad \sigma_{KK}(x, y) = \begin{cases} \sigma(x), y = x \\ 0, y \neq x \end{cases}$$

где x - план (задан из центра), постоянное число
 y – выполнение (действие агента), случайное число

Например, в производственных отношениях определение этого значения не вызывает особых проблем, так как показатель объема производства – количественная оценка.

Показатель ВУЗа определяется не только количеством выпущенных студентов, но и их полученным качественным знанием. Именно **качественная оценка** считается важной характеристикой ВУЗа.

Главная причина этой проблемы – в неадекватной оценке работы ВУЗа, которая проявляется в техническом аспекте, то есть, в **отсутствии автоматизации** управления ВУЗа.

Также, ввиду многих случайных факторов (праздники, болезни ППС, и т.д.) точное выполнение плана – маловероятно; поэтому, авторами было внесено некоторое изменение в выражение (3), которое заключается в замене величины несоответствия ее дисперсией:

$$(4) \quad z(x, y) = D(y - x) - \text{функция дисперсии несоответствия плана } x \text{ и выполнения } y$$

(5) $z^*(x, y) = \arg \min_z \{z(x, y)\}$ – показатель оптимального плана для центра, то есть минимального (допустимого) отклонения.

$$(6) \quad \sigma_{KK}(x, y) = \begin{cases} C, \text{если } \sigma(x, y) = z^* \\ 0, \text{если } \sigma(x, y) \neq z^* \end{cases}$$

Здесь C – величина стимулирования (надбавка к окладу). В модели используются два вида стимулирования: нематериальное и материальное. В выражении (6) – это C^H (нематериальное). Давайте, подробно опишем порядок выполнения расчета выражения (4). Для этого следует определить групповую дисперсию [18]:

$$(7) D_{i_{zp}}(y, \bar{y}) = \sum n_k (y_k - \bar{y}_k)^2 / N_i$$

где n_k - частота значений y_k

i - номер группы

$\bar{y}_k$ - групповая средняя группы i

$N_i = \sum n_k$ - объем группы i

Следует подчеркнуть, что выражение (7) в настоящей модели авторами было преобразовано в:

$$(8) D_{i_{zp}}(y, x) = \sum n_k (y_k - x)^2 / N_i$$

Содержательно, значение $D_{i_{zp}}$ в (8) представляет собой дисперсию отклонения случайной величины (выполнения) y_k от **плана** x , а не дисперсию отклонения случайной величины от

среднего значения $\bar{y}_k$, как принято. Итак, вместо значения $\bar{y}_k$ в (8) было подставлено фиксированное значение плана – x . Далее, по итогам анализа действий объектов управления (ППС/студентов), система определяет те объекты, кто минимально отклонился от плана (5).

Пусть, план по успеваемости будет равен 5, то есть $x=5$ (оценка «отлично»). Приведем пример расчета дисперсии (8). В примере – «первая группа» означает показатель студента №1 по $N_1=12$ предметам, «вторая группа» - показатель студента №2 по $N_2=10$ предметам. Баллы 2,3,4 и 5, то есть значения y_k означают соответственно оценки «удовлетворительно», «плохо», «хорошо» и «отлично»:

Первая группа

y_k	n_k
2	0
3	5
4	4
5	3

$$N_1 = \sum n_i = 12$$

Вторая группа

y_k	n_k
2	1
3	3
4	5
5	1

$$N_2 = \sum n_i = 10$$

Групповые дисперсии вычисляются следующим образом (9-10):

$$D_{1_{zp}} = (\sum n_k (y_k - x)^2) / N_1 = (0 \cdot (2-5)^2 + 5 \cdot (3-5)^2 + 4 \cdot (4-5)^2 + 3 \cdot (5-5)^2) / 12 = 2$$

$$D_{2_{zp}} = (\sum n_k (y_k - x)^2) / N_2 = (1 \cdot (2-5)^2 + 3 \cdot (3-5)^2 + 5 \cdot (4-5)^2 + 1 \cdot (5-5)^2) / 10 = 2,6$$

В результате анализа этих двух групп (двух студентов), система выберет студента №1, поскольку он выполнил план по успеваемости с минимальным отклонением, чем студент №2:

$D_{1_{zp}} < D_{2_{zp}}$. Приведенную методику расчета групповых дисперсии можно обобщить для всех

подразделений ВУЗа, выполнив агрегирование данных по соответствующим подразделениям (по кафедрам, факультетам и по различным подразделениям ВУЗа) (табл. 4).

Таблица 4. Иерархическая структура объектов управления

Факультет 1	Кафедра 1	Группа 1	Студент 1	Предмет 1	
				Предмет 2	
				...	
				Предмет <i>pn</i>	
			Студент 2	Предмет 1	
				Предмет 2	
				...	
				Предмет <i>pn</i>	
			...		
			Студент <i>sn</i>	Предмет 1	
				Предмет 2	
				...	
				Предмет <i>pn</i>	
			Группа 2	Студент 1	Предмет 1
					Предмет 2
					...
		Предмет <i>pn</i>			
		Студент 2		Предмет 1	
				Предмет 2	
				...	
				Предмет <i>pn</i>	
		...			
		Студент <i>sn</i>		Предмет 1	
				Предмет 2	
				...	
				Предмет <i>pn</i>	
		...			
		Группа <i>gn</i>		Студент 1	Предмет 1
					Предмет 2
			...		
			Предмет <i>pn</i>		
			Студент 2	Предмет 1	
	Предмет 2				
	...				
	Предмет <i>pn</i>				
	...				
	Студент <i>sn</i>		Предмет 1		
			Предмет 2		
			...		
			Предмет <i>pn</i>		
	Кафедра 2		Группа 1	Студент 1	Предмет 1
					Предмет 2
					...

			Предмет pn
		Группа 2	...
		...	
		Кафедра kn	
Факультет 2			
...			
Факультет fn			

Опишем выражения (4-6) с учетом двух показателей (посещаемости и успеваемости) (11-12):

$$z^{ППС}(x_i, y_i) = D(x_i^{ППС}, y_i^{ППС}) = z^{ППС}(x_i(x^{Пос}_j, x^{Усп}_j), y_i(y^{Пос}_j, y^{Усп}_j)) -$$

функция качества урока (дисперсия отклонения, см. выражение (8)) у i -го ППС, $i = \overline{1, N}$

$$z^{ППС*}_j = \arg \min_{y^{Пос}_j} \min_{y^{Усп}_j} \{ z^{ППС}(x_i(x^{Пос}_j, x^{Усп}_j), y_i(y^{Пос}_j, y^{Усп}_j)) \} -$$

подмножество выбора ППС для нематериального стимулирования.

Тут нужно сказать об объединении двух множеств: множества ППС, выполнивших план по посещаемости (множество $Z1$) и множества ППС, выполнивших план по успеваемости (множество $Z2$). Тогда общее множество Z берется путем пересечения этих двух множеств, то есть будут стимулированы те ППС, кто выполнил и первый, и второй план:

$$Z = Z1 \cap Z2.$$

Аналогично вычисляются и для студентов (13-14):

$$z^{СТУД}(x_i, y_i) = D(x_i^{СТУД}, y_i^{СТУД}) = z^{СТУД}(x_i(x^{Пос}_j, x^{Усп}_j), y_i(y^{Пос}_j, y^{Усп}_j)) -$$

функция качества урока у i -го студента, $i = \overline{1, Q}$

$$z^{СТУД*}_j = \arg \min_{y^{Пос}_j} \min_{y^{Усп}_j} \{ z^{СТУД}(x_i(x^{Пос}_j, x^{Усп}_j), y_i(y^{Пос}_j, y^{Усп}_j)) \} -$$

подмножество выбора студентов для нематериального стимулирования.

Число выбранных ППС для нематериального стимулирования равно $m_{ППС}^H$ (это множество и есть вышеупомянутое множество Z), число выбранных студентов - $m_{СТУД}^H$.

Опишем смысл ранговых систем, широко используемых на практике [23,24]. Их преимуществом является то, что центру необязательно знать все действия агента/агентов, а достаточно знать только критерий (диапазон) принадлежности агента/агентов. Для реализации материального стимулирования в работе используется унифицированная нормативная ранговая система стимулирования (УНРСС), в которой величина вознаграждения определяется принадлежностью показателя его работы наперед заданному множеству – нормативу.

II. МАТЕРИАЛЬНОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ (социально-экономический фактор)

а) *Определение* $C_{ППС}^{M1}$ для ППС (критерий по методологической работе)

Пусть имеется команда экспертов в составе m человек. Они должны дать оценку проведенного занятия для $m_{ППС}^H$ ППС (отобраны на предыдущем этапе) по вышерассмотренным 8 критериям (табл. 5).

Таблица 5. Экспертная оценка по методологической работе

№ критерия	Эксперт 1	Эксперт 2	...	Эксперт m	Средний балл экспертов по h -му критерию
1 ($K21$)	Оценка b_{11}	Оценка b_{12}	...	Оценка b_{1m}	B_1

2 (K22)	Оценка b_{21}	Оценка b_{22}	...	Оценка b_{2m}	B_2
3 (K23)	Оценка b_{31}	Оценка b_{32}	...	Оценка b_{3m}	B_3
4 (K24)	Оценка b_{41}	Оценка b_{42}	...	Оценка b_{4m}	B_4
5 (K25)	Оценка b_{51}	Оценка b_{52}	...	Оценка b_{5m}	B_5
6 (K26)	Оценка b_{61}	Оценка b_{62}	...	Оценка b_{6m}	B_6
7 (K27)	Оценка b_{71}	Оценка b_{72}	...	Оценка b_{7m}	B_7
8 (K28)	Оценка b_{81}	Оценка b_{82}	...	Оценка b_{8m}	B_8

h - номер критерия, $h = \overline{1,8}$; l - номер эксперта, $l = \overline{1,m}$;

(15) $B_1 = (\sum_{l=1}^m b_{1l})/m$, $B_2 = (\sum_{l=1}^m b_{2l})/m$, ... $B_8 = (\sum_{l=1}^m b_{8l})/m$ - Средний балл экспертов по h -му критерию;

(16) $BO = \frac{B_1 + B_2 + \dots + B_8}{8}$ - общая оценка экспертов за урок.

Общая оценка BO определяется для каждого ППС, их число равно $m_{ППС}^H$. Поэтому эту оценку целесообразно выразить как BO_i , где i - номер ППС.

Диапазон значений оценок лежит в интервале $1 \div 4$, где 1 означает оценку «удовлетворительно», 2 – «плохо», 3-«хорошо», 4-«отлично». Выбор ППС для стимулирования осуществляется посредством удовлетворения условия:

(17) $BO_i \geq P$, где P – величина «порога» (задается экспертами). По содержанию это означает, что только те ППС имеют право на материальное вознаграждение $C_{ППС}^{M1}$, у кого был набран балл выше указанного «порога».

Теперь опишем сам процесс ранжирования.

$\Gamma 1 = \{1,2\}$ - множество возможных рангов для ППС (см. табл. 5). Надо подчеркнуть, что здесь имеются только два ранга, первый ранг соответствует «нулевому» вознаграждению (нет стимулирования), второй ранг – «победители», они получают вознаграждение $C_{ППС}^{M1}$. Число «победителей» конкурса $m_{ППС}^{M1}$ заранее неизвестно, оно определяется на основе «порога» P .

Величина вознаграждения $C_{ППС}^{M1}$ является одинаковой для всех ППС, подлежащих стимулированию по методологическому критерию.

$\{BO_i\} \rightarrow \Gamma 1$ - функция выполнения (функция действий) творческой работы у i -го ППС; $i = \overline{1, m_{ППС}^M}$. Модель УНРСС для ППС задается в виде кортежа $\{\Gamma 1, P, \{BO_i\}, C_{ППС}^{M1}\}$.

Введем вектор $Y = (Y_0, Y_1)$ такой, что $0 \leq Y_1$, который определяет некоторое разбиение множества действий ППС. Функция стимулирования определяется следующим образом:

(18) $\sigma_i(BO_i, C_{ППС}^{M1}) = C_{ППС}^{M1} T(BO_i \in [Y_0, Y_1])$,

где $T(\cdot)$ - функция – индикатор, $Y_0 = 0$, $C_{ППС}^{M1} = 0$.

б) Определение $C_{ППС}^{M2}$ для ППС (критерий по научной работе)

$n = \{1, 2, \dots, m_{ППС}^{M2}\}$ – множество ППС для стимулирования

$\Gamma 2 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ - множество возможных рангов для ППС (см. табл. 5)

$\{C_{ППС}^{M2}{}_j\}$, $j=\overline{1, m_{ППС}^{M2}}$ - совокупность $m_{ППС}^{M2}$ неотрицательных чисел, соответствующих вознаграждениям за «попадание» в различные ранги

$\{x_{ППС}^{M2}{}_j\}$ - функция плана по научной работе (распределенная по рангам)

$\{y_{ППС}^{M2}{}_j\} \rightarrow \Gamma 2$ - функция выполнения (действий) научной работы у i -го ППС; $i=\overline{1, m_{ППС}^M}$

Модель УНРСС для ППС задается в виде кортежа $\{m_{ППС}^{M2}, \Gamma 2, \{x_{ППС}^{M2}{}_j\}, \{y_{ППС}^{M2}{}_j\}\}$.

Размерность УНРСС (число рангов) здесь равно 8.

Введем вектор $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_{m_{ППС}^{M2}})$ такой, что $0 \leq Y_1 \leq Y_2 \leq \dots \leq Y_{m_{ППС}^{M2}} < +\infty$, который определяет некоторое разбиение множества действий ППС. Вознаграждение i -го ППС определяется выражением:

$$(19) \sigma_i(y_{ППС}^{M2}{}_i, C_{ППС}^{M2}{}_j) = \sum_{j=0}^{m_{ППС}^{M2}} C_{ППС}^{M2}{}_j T(y_{ППС}^{M2}{}_i \in [Y_j, Y_{j+1})),$$

где $T(\cdot)$ - функция – индикатор, $Y_0 = 0$, $C_{ППС}^{M2}{}_0 = 0$.

Число выбранных ППС для материального стимулирования равно $m_{ППС}^{M2}$.

Величина материального стимулирования для студентов $C_{СТУД}^M$ вычисляется аналогичным образом. Разница только в том, что у студентов множество рангов равно 5 (см. табл. 6).

Примечание: в модели мы не упомянули о “самом важном” – о финансовых ограничениях. Приведем следующую схему:

$$(20) \begin{cases} U(C) \rightarrow \max \\ C \leq R \end{cases}$$

Где C – затраты на стимулирование. В модели она равна (17-19):

$$C = C^{ППС} + C^{СТУД}$$

$$C^{ППС} = C_{ППС}^H \cdot m_{ППС}^H + (C_{ППС}^{M1} \cdot m_{ППС}^{M1} + C_{ППС}^{M2} \cdot m_{ППС}^{M2})$$

$$C^{СТУД} = C_{СТУД}^H \cdot m_{СТУД}^H + C_{СТУД}^M \cdot m_{СТУД}^M$$

U – функция качества образования, она зависит от затрат на стимулирования, то есть от C .
 R – фонд стимулирования.

Схема представляет «классическую» задачу оптимизации [25].

Алгоритм стимулирования ППС/студентов

1) Выбор ППС/студентов для нематериального стимулирования¹:

1.1. Определение значений по выполнению плана по посещаемости и успеваемости для ППС/студентов (11);

1.2. Выбор $m_{ППС}^H$ из общего числа ППС N , удовлетворяющих условиям критерия $K1$ (12);

1.3. Шаг 1.2. повторить для студентов в количестве $m_{СТУД}^H$ (13-14).

¹ Для реализации нематериального стимулирования в модели используется квазикомпенсаторная СС (ККСС).

2) Выбор ППС/студентов для материального стимулирования¹:

2.1) Материальное стимулирование ППС по методологическому критерию:

2.1.1. Экспертная оценка уроков у $m_{ППС}^H$ ППС (15-16);

2.1.2. Выбор $m_{ППС}^{M1}$ ППС из $m_{ППС}^H$, удовлетворяющих условиям критерия $K2$ (17-18).

2.2) Материальное стимулирование по научному критерию:

2.2.1. Определение ранга ППС (число рангов равно 7) по баллам их работы по таблице 7;

2.2.2. Выбор $m_{ППС}^{M2}$ ППС из $m_{ППС}^H$, удовлетворяющих условиям критерия $K4$ (19);

2.2.3. Определение ранга студентов (число рангов равно 4) по баллам их работы по таблице 8;

2.2.4. Выбор $m_{ППС}^{M2}$ ППС из $m_{ППС}^H$, удовлетворяющих условиям критерия $K2$;

2.2.5. Определение вознаграждения для ППС по таблице 9;

2.2.6. Шаг 2.2.5. повторить для студентов по таблице 10.

Таблица 6. Показатели урока (критерий $K2$)

№ внутреннего критерия	Показатели	Диапазон значений оценки
$K21$	Достижение цели урока	$1 \div 4$
$K22$	Организация урока	$1 \div 4$
$K23$	Межпредметные связи (примеры)	$1 \div 4$
$K24$	Выполнение заданий и результативность	$1 \div 4$
$K25$	Объективность в оценке студентов	$1 \div 4$
$K26$	Применение технических средств	$1 \div 4$
$K27$	Уровень знаний студента и ее применение	$1 \div 4$
$K28$	Домашнее задание	$1 \div 4$

¹ Для реализации материального стимулирования в модели используется унифицированная нормативная ранговая СС (УНРСС).

Таблица 7. Показатели научной работы ППС (критерий К4)¹

№	Творческая работа	Балл
1	Доклад, статья утвержденная ученым советом ВУЗа (внутри)	0 - 10
2	Учебное пособие, утвержденное ученым советом ВУЗа (внутри)	10 - 20
3	Доклад, статья, опубликованная за рубежом	21 - 40
4	Учебное пособие, утвержденное грифом Министерства Республики Казахстан	41 – 60
5	Участие в Международных конкурсах, Государственных программах и проектах (программа «Болашак»)	61 - 70
6	Защита диссертации	71 - 80
7	Участие в проектах технопарков	81-90
8	Победа в Международных конкурсах, Государственных программах и проектах (программа «Болашак»)	91-100

Таблица 8. Показатели научной работы студентов (критерий К2)

№	Творческая работа	Балл
1	Участие с докладом на конференции ВУЗа (внутри)	0 - 20
2	Участие с докладом на конференции в ВУЗах масштаба страны	20 - 40
3	Статья в журнале	41 - 60
4	Участие в программах, олимпиадах и проектах масштаба ВУЗа или масштаба страны	61 – 80
5	Победа в программах, олимпиадах и проектах масштаба страны (например, в программе «Болашак»)	81 - 100

Таблица 9. Перевод показателя по научной работе ППС в величину материального вознаграждения

Нижняя граница	Верхняя граница	Ранг	Материальное вознаграждение для ППС
0	10	1	$C_{ППС_1}^{M2}$
10	20	2	$C_{ППС_2}^{M2}$
21	40	3	$C_{ППС_3}^{M2}$

¹ Приведенная система оценки творческой работы ППС/студентов напоминает систему ПРНД в России [21].

41	60	4	$C_{ППС_4}^{M2}$
61	70	5	$C_{ППС_5}^{M2}$
71	80	6	$C_{ППС_6}^{M2}$
81	90	7	$C_{ППС_7}^{M2}$
91	100	8	$C_{ППС_8}^{M2}$

Таблица 10. Перевод показателя по научной работе студентов в величину материального вознаграждения

Нижняя граница	Верхняя граница	Ранг	Материальное вознаграждение для студентов
0	20	1	$C_{СТУД_1}^M$
21	40	2	$C_{СТУД_2}^M$
41	60	3	$C_{СТУД_3}^M$
61	80	4	$C_{СТУД_4}^M$
81	100	5	$C_{СТУД_5}^M$



Рис. 2. Дерево целей для ППС

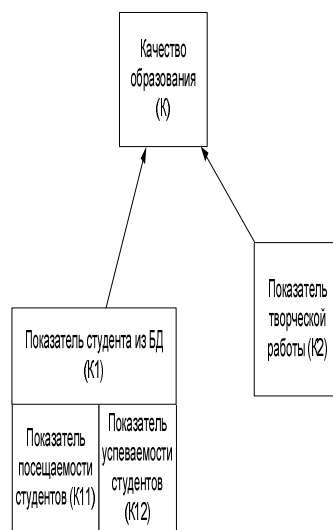


Рис. 3. Дерево целей для студентов

3. Заключение

Рассмотренная в работе модель управления качеством образования имеет следующие особенности:

1. кибернетический подход к решению проблемы;

2. многокритериальная оптимизация в управлении качеством образования;
3. использование эффективной системы стимулирования ППС, на основе сочетания индивидуальной системы компенсаторного типа и унифицированной ранговой системы стимулирования;
4. использование новых IT технологий (OLAP), которые дают возможность быстрого сбора и обработки данных, а также позволяют выполнять всесторонний и многомерный анализ состояния системы;
5. применение прозрачной системы управления, не позволяющей появлению негативных явлений (приписки, ложные отчеты, и т.д.) и обеспечивающей принцип открытого управления [16,23,24]; все это дает возможность обеспечения открытого доступа к информации центру, любому сотруднику ВУЗа и студенту.

Разработка АСУ для принятия решений ВУЗа является сложной технической задачей. Следует сказать, что составные подзадачи этого проекта были подробно рассмотрены в следующих трудах автора и его научного руководителя:

- вопросы проектирования АСУ в [31,32];
- вопросы технического обеспечения в [33];
- вопросы информационного обеспечения в [30,34];
- вопросы программного обеспечения в [31,35];
- вопросы стимулирования студентов (педагогический аспект, внутренняя модель) в [36];
- вопросы производительности и обслуживания в [30];
- вопросы реализации АСУ в [32,33].

Приведенная в работе комплексная оценка критериев в достаточной степени адекватно отражает состояние образовательной системы. Для повышения точности анализа можно добавлять другие критерии, учитывающие и многие стороны социально-экономического, педагогического (методологического), технического характера. Тогда задача будет иметь более сложную постановку, но, современные технические средства и IT позволяют реализовать такие решения. При этом, повышается стоимость разработки системы.

Необходимо подчеркнуть, что в данный момент идет процесс разработки АСУ в МКТУ им. А. Ясауи [12]. Экономическая целесообразность от внедрения данной системы показывает, что затраты на разработку ПО будут намного ниже затрат, потраченных на покупку готового продукта. Причем, обучение и внедрение системы будет осуществляться своими специалистами, что обеспечит высокую безопасность и надежность. С другой стороны, в разработке и внедрении системы принимают участие студенты и магистранты ВУЗа, что улучшит их профессиональный уровень знания.

Директивные и нормативные документы

1. Концепция стратегического развития Республики Казахстан «Казахстан – 2030». – Астана, 1998.
2. Стратегия индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003–2015 годы.
3. «Об образовании»: Закон Республики Казахстан от 27 июля 2007 года №319-III.
4. Сайт Министерства образования и науки Республики Казахстан: www.edu.gov.kz
5. Стратегический план развития Республики Казахстан до 2020 года, утвержденный Указом Президента Республики Казахстан от 1 февраля 2010 г., № 922.
6. Государственная программа развития образования Республики Казахстан на 2011-2020 годы, Астана, 2010 г.
7. Договор № 874 об организации научной стажировки Умарова Амантура Амангельдыевича, Астана, 19/10/2009 г. (Президентская международная образовательная программа «Болашак»).
8. Декларация о формировании Единого экономического пространства Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации. 9 декабря 2010 года на заседании Межгоссовета ЕврАзЭС. (Высшего органа Таможенного союза). г. Москва.

9. Великая Хартия Европейских Университетов (Болонья, 18 сентября 1988 г.).
10. Реализация Европейского пространства высшего образования -Коммюнике Конференции министров, отвечающих за высшее образование. Берлин, 19 сентября 2003 года
11. Влияние Темпус на развитие университетов в Казахстане: Обзор проектов – Алматы, 2010 - 58 с.
12. Стратегический план развития Международного Казахско-Турецкого университета им. А. Ясауи на 2009-2013 гг. Туркестан, 2010 г.

Литература

13. ВЕРЕЩАГИН Ю.Ф., ЕРУНОВ В.П. Рейтинговая система оценки знаний студентов, деятельности преподавателей и подразделений вуза: Учебное пособие. - Оренбург: ОГУ, 2003. - 105 с.
14. БУРКОВ В.Н., БУРКОВА И.В., ГУБКО М.В., ДИНОВА Н.И., ЕНАЛЕЕВ А.К., КОНДРАТЬЕВ В.В., КОРГИН Н.А., НОВИКОВ Д.А., ЦВЕТКОВ А.В., ЧХАРТИШВИЛИ А.Г., ЩЕПКИН А.В. *Механизмы управления (Умное управление)* –Электронное издание. 2010. www.mtas.ru
15. ГВОЗДЕВА В.А., ЛАВРЕНТЬЕВА И.Ю. *Основы построения автоматизированных информационных систем.* - М.: ИД “Форум”, Инфра – М, 2009. – 320 с. ил
16. ГЕЙН К., САРСОН Т. *Системный структурный анализ: средства и методы.* - М. 1992.
17. ГЛУШКОВ В.М. *Кибернетика. Вопросы теории и практики.* – М.Наука, 1986. 488 с. (Наука. Мировоззрение. Жизнь).
18. ГМУРМАН В. Е. *Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистики*// -М.:Высшая школа, 1975.
19. ГУБКО М. В., МИШИН С. П. *Модели и оптимальные структуры организации.* - М.:Синтег, 2007.
20. ДМИТРИЕВА О.Г. *Построение системы стимулирования сотрудников ВУЗа на основе достигнутых результатов.* Электронное издание. 2009. www.mtas.ru
21. ЕРЕМЕНКО Г.О. *ПРНД или особенности оценки национальной науки.* <http://archive.ipgg.nsc.ru/>
22. ЛЕЙКИН М.В. *Многокритериальные задачи ранцевого типа: Математические модели и алгоритмы решения: диссертация кандидата физико-математических наук: 05.13.18.-* Нижний Новгород, 2004.- 130 с.: ил. РГБ ОД, 61 04-1/1144.
23. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления организационными системами.-* М.: Физматгиз, 2007. 584 с.
24. НОВИКОВ Д.А. *Теория управления образовательными системами. // Учебно-методическое пособие.* - М.: Народное образование, 2009. 452 с.
25. ПРОСВЕТОВ Г.И. *Методы оптимизации. //Учебно-практическое пособие.* М.:Альфа-Пресс., 2009. -168 с.
26. СОЧНЕВ С.В., ХУЛАП Г. С. *Технологии и системы информационного корпоративного управления.* 2002.
27. СТЕПАНЕНКО И.В., ПОЗДНЯКОВА И.Р. *Критерии оценки качества образовательного процесса в вузе.* www.rae.ru/forum2010/16/73
28. ТРАХТЕНГЕРЦ Э.А. *Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. // В 2-х томах. Том 1. Методы и средства.* - М.: СИНТЕГ, 2009, 172 с. Том 2. Реализация решений. - М.: СИНТЕГ, 2009, 224 с. (Серия «Системы и проблемы управления»).
29. Обеспечение и оценка качества высшего образования. //Электронный журнал «Высшее образование в России». 2004. №2, С.12-28. www.quality.edu.ru/quality/sk/.../213/
30. ТУКУБАЕВ З. Б., УМАРОВ А. А. *Оптимизация распределения ресурсов и скорости обработки данных (на примере Международного казахско-турецкого Университета им. А. Ясауи).* //Электронный журнал “Вычислительные сети, теория и практика”. Москва. ВС/NW 2010, №1, (16).
31. УМАРОВ А. А., ТУКУБАЕВ З. Б. *Системный анализ деятельности МКТУ им. А. Ясауи как объекта управления и ее комплексная автоматизация. //Ежемесячный научный журнал*

“Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук”. Москва. ISSN 2073-0071., С. 31-48. №4 апрель 2010.

32. УМАРОВ А. А. Задача проектирования базы данных методом нормализации. //Статьи про базы данных. М. 2008. www.citforum.ru

33. УМАРОВ А. А. *Корпоративная сеть вуза*. // Сб. трудов 18-й Международной научно-технической конференции "Информационные средства и технологии", Раздел 9. Вычислительные системы и сети. Москва. 2010 г.

34. УМАРОВ А. А. *Проектирование информационной системы управления вузом*. //Сборник трудов I Международной научно-практической конференции "Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд". г. Новосибирск. 21 апреля 2010 г.

35. УМАРОВ А. А., АНДРЕЕВ А. Н. *Задача оптимизации запросов в базах данных*. // Вестник ХКТУ, №3, Туркестан. 2008. С.83-88.

36. УМАРОВ А. А., КАДЫРБАЕВА Г. П. *Методика оценивания студентов в вузе*. //Вестник МКТУ им. А. Ясауи. №1. 2011. (готовится к печати).

37. УМАРОВ А.А., КАДЫРБАЕВА Г.П. *Модель управления образовательной деятельности Вуза*. //Республиканская научно-методическая конференция ЕНУ им. Л.Н.Гумилева «Повышение квалификации профессорско-преподавательского состава в рамках реализации Президентской международной программы «Болашак»: опыт методической работы». Астана. 2011.

38. ЧХАРТИШВИЛИ А. Г. *Теоретико-игровое моделирование информационного управления в активных системах. Человеческий фактор в управлении* . / Под ред. Н. А. Абрамовой, К. С. Гинсберга, Д. А. Новикова. – М.: КОМкнига, 2006. –С. 439-455.

39. JIM GREY et al, Data Cube: “A relational Aggregation Operator Generalizing Group By, Cross – Tab and Sub Totals”, Data Mining & Knowledge Discovery J7 Apr 1997.

40. M.KENDALL, A.STUART. *Design and analysis, and time-series*. Vol 3. (In three volumes). London. 1968.