

Программное обеспечение EQUASP для он-лайн документации будет расположено на базе сайта партнера проекта – компании CINECA – и будет поддерживаться в рабочем состоянии для всех университетов-партнеров как минимум в течении двух лет после завершения проекта. Программное обеспечение EQUASP для он-лайн мониторинга будет установлена в каждом университете-партнере. Оба программных продукта будут доступны для любых высших учебных заведений Российской Федерации бесплатно.

Заключение

Представленная модель и программное обеспечение EQUASP (Система EQUASP) должна быть рассмотрена как мощный инструмент, позволяющий:

1. Продвигать проектирование студен-

то-ориентированных образовательных программ, нацеленных на результаты обучения, отвечающие потребностям заинтересованных сторон.

2. Привести процесс обеспечения качества образовательных программ в соответствие с Европейскими стандартами и директивами.

3. Улучшить качество образовательных программ и увеличить их прозрачность и сравнимость, с целью повышения уверенности в качестве образовательных программ и возможности формулирования обоснованного суждения об образовательном процессе, предлагаемом в рамках образовательной программы.

4. Продвигать модернизацию высшего образования посредством он-лайн документирования характеристик и результатов образовательных программ.

ЛИТЕРАТУРА

- Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG) [Electronic resource]. – Brussels, Belgium, 2015. – 32 p. – URL: http://www.enqa.eu/wp-content/uploads/2015/11/ESG_2015.pdf, free. – Tit. from the screen (usage date: 04.12.2015).
- TUNING Educational Structures in Europe [Electronic resource]: [site]. – [Spain, 2004–2015]. – URL: <http://www.unideusto.org/tuningeu>, free. – Tit. from the screen (usage date: 04.12.2015).
- Universities' contribution to the Bologna Process. An introduction [Electronic resource] / ed. by J. Gonzalez and R. Wagenaar. – 2nd ed. – Bilbao, 2008. – 164 p. – URL: http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/Publications/ENGLISH_BROCHURE_FOR_WEBSITE.pdf, free. – Tit. from the screen (usage date: 04.12.2015).
- EUR-ACE® Framework Standards and Guidelines [Electronic resource] // Europ. Network for Accreditation of Eng. Education (ENAE): site. – [S. l.], cop. 2012. – URL: <http://www.enaee.eu/publications/european-framework-standards>, free. – Tit. from the screen (usage date: 04.12.2015).
- EQUASP Standards and Guidelines for the internal quality assurance of study programmes [Electronic resource]. Rev. 6: Approved by the Project Board in the 4th meeting in Moscow on 11 March 2015. – [S. l.], 2015. – 29 p. – URL: http://equasp.tstu.ru/public/reserved_area/EQUASP%20S&G%20Rev%206.pdf, free. – Tit. from the screen (usage date: 04.12.2015).
- The EQUASP Questionnaires for the monitoring of the perceived quality of study programmes [Electronic resource]. Rev. 4: Approved by the Project Board in the 4th meeting in Moscow on 11 March 2015. – [S. l.], 2015. – 13 p. – URL: http://equasp.tstu.ru/public/reserved_area/EQUASP%20Questionnaires%20Rev%204.pdf, free. – Tit. from the screen (usage date: 04.12.2015).

К вопросу моделирования процессов управления в инженерном вузе

Южно-Уральский государственный университет, Финансовый университет при Правительстве РФ (Челябинский филиал)

Ю.В. Подповетная

Финансовый университет при Правительстве РФ (Челябинский филиал)

Н.А. Калмакова

В статье рассматривается образовательный процесс инженерного вуза. Представлены возможности использования экономико-математических методов при построении моделей управления основными процессами в высших учебных заведениях, позволяющие по-новому выстраивать архитектуру образовательного процесса. Изложен опыт применения к образовательным процессам инженерного вуза моделирования на основе производственной функции. Особое внимание уделено модели управления научно-образовательным процессом и модели качества подготовки специалиста.

Ключевые слова: инженерный вуз, образовательный процесс, качество образования, моделирование.

Key words: engineering university, educational process, the quality of education simulation.

Образовательное учреждение – это открытая система взаимодействующих и управляемых частей (подразделений, персонала и т.д.), имеющая определенную стратегию, миссию и располагающая определенными ограниченными ресурсами. Для разработки теоретических и прикладных аспектов управления существующими процессами инженерного вуза и методов прогнозирования развития этих процессов необходимо построить структурную и функциональную модели.

Применение экономико-математических методов при построении моделей управления основными процессами в высших учебных заведениях становится в последнее время составной частью наукоемких технологий. Это происходит вследствие того, что большинство российских вузов сталкивается с такими проблемами, как слабая маркетинговая стратегия, неприспособленность организационной структуры к условиям рынка и т.п. Данные обстоятельства

позволяют применять к образовательным процессам инженерного вуза моделирование на основе производственной функции [1; 2 и др.].

Анализ основных продуктов системы высшего образования показывает, что они включают выпускников (по разным направлениям подготовки и разного уровня) и научные исследования (научные статьи, монографии, диссертации, патенты и пр.), в то время как факторами производства выступают персонал (академический и неакадемический), оборудование (в которое включаются здания и сооружения) и люди, поступающие в университет. Это может быть выражено производственной функцией вида

$$R = f(G, S, E, D) \quad (1)$$

где R – продукт образовательной системы; G – количество выпускников; S – персонал; E – оборудование; D – количество людей, поступающих в университет.

Для того чтобы уравнение (1) можно было рассматривать как производственную функцию, оно должно удовлетво-



Ю.В. Подповетная



Н.А. Калмакова

рять свойству эффективности, то есть при заданном значении аргументов R должно лежать на кривой производственных возможностей – достигать максимума по отношению к другим переменным. Учитывая, что в уравнении (1) проводится агрегирование (объединение нескольких элементов в единое целое) по факультетам университета, то эта формула предполагает, что ресурсы между факультетами распределены эффективно. Естественно, в некоторых ситуациях это предположение невозможно. Поэтому необходимо обозначить индексом i определенный факультет, что позволяет выразить соответствующую функцию для университета следующим образом:

$$R = \sum R_i = \sum f_i(G_i, S_i, E_i, D_i) \quad (2)$$

Важной отправной точкой такого анализа является выяснение целей системы высшего образования. Естественно предположить, что цель обычной фирмы на конкурентном рынке заключается в максимизации прибыли. Однако такая аналогия с фирмой, с точки зрения целей инженерного вуза, недостаточно убедительна. Во многих странах часть системы образования находится в частном секторе, и поэтому можно допустить возможность максимизации прибыли как цели университета. В то же время университеты часто имеют благотворительный статус или рассматриваются как некоммерческие организации (в США и других странах), что предоставляет значительные налоговые льготы для поощрения достижения образовательных, а не чисто коммерческих целей.

В частности, Е. Джеймс [7] рассматривал университеты как организации, которые стремятся при бюджетном ограничении максимизировать некоторую меру полезности, которая зависит от престижа университета и набора других переменных, влияющих на их полезность. Престиж, в свою очередь, зависит от основных академических факторов, таких как число выпускников, количество исследований и т.д., а также, воз-

можно, от качества этих «продуктов», то есть факторов. В этой формулировке университеты рассматриваются в конкурентной среде. Они ищут хороших студентов и фонды для исследований, и успех этой деятельности зависит от их репутации. Несмотря на то, что этот подход был развит для университета в целом, он может применяться к отдельным факультетам инженерного вуза. Кроме того, использование данного подхода целесообразно для анализа реального поведения системы и определяется системой стимулов и финансированием университета.

Важно отметить, что, как и все прочие организации, инженерные вузы заботятся о своем выживании, и это, пожалуй, все, чего они могут достичь при жестких финансовых ограничениях. Если вуз находится в лучших условиях, то появляется больший выбор, и их предпочтения могут иметь описанный выше характер. Естественно, что реальный выбор в данном случае определяется из взаимодействия их производственной и целевой функций и бюджетного ограничения.

Уточним, что в (1) и (2) предполагалось, что производственная функция образования подобна производственной функции других товаров и услуг с гладким предельным уровнем замещения производственных факторов и конечных продуктов. Однако эти предположения не совсем годятся для системы высшего образования. Приведем их с краткими комментариями.

1. Исследовательская и преподавательская работа являются скорее взаимодополняемыми факторами, чем взаимозаменяемыми, особенно для высших уровней образования. Так бывает и потому, что на этих уровнях результаты современных исследований сообщаются студентам, и потому, что аспиранты часто непосредственно вовлечены в проекты своих научных руководителей. Следовательно, в некоторых пределах рост S может приводить к одновременному росту как G , так и R (что противоречит

сделанным ранее предположениям).

2. Способность к научно-исследовательской работе и ее производительность обычно неравномерно распределены на факультете или в исследовательской группе. Как правило, большая часть продукта производится несколькими основными сотрудниками, однако они для этого нуждаются в соответствующей организационной поддержке, в том числе и своих коллег. Следовательно, отношение между S и R во многом зависит от распределения персонала по исследовательскому, учебному и другим секторам (например, административному).

3. Конечный продукт (производительность) системы высшего образования и научно-исследовательской деятельности в инженерном вузе в целом может быть чувствителен к небольшим изменениям в стимулах к научной работе. Но звание лучших факультетов (например, по британской системе оценки исследований) зависит от распределения небольшого количества высококвалифицированных специалистов в каждой дисциплине. Это означает, что попытки университетов привлечь лучших исследователей и, тем самым поднять престиж, практически не увеличивают продукта системы в целом.

4. Не совсем ясно, какова ценность разных типов обучения для различных групп студентов. На этот счет нет достаточных данных, но имеется широкий набор мнений. Некоторые утверждают, что главное для студентов – их опыт пребывания в вузе в течение 3-4 лет, при этом конкретные методы обучения не столь важны. Другие, наоборот, утверждают, что очень важны специфические методы преподавания и обучения: доклады студентов; использование компьютеров и других технологий; эссе; участие в дискуссиях; традиционные лекции и т.д. С этой точки зрения, что и как делают преподаватели, сколько времени студенты могут общаться с профессорами – весьма существенно.

5. Однако «конечный продукт» системы высшего образования, его ценность

зависят от уровня подготовки поступающих в вузы. Вполне объяснимо, что университетам следует привлекать как можно больше людей с лучшей подготовкой, так как это в какой-то мере будет гарантировать хорошие результаты (на конечном этапе – при получении выпускных степеней), даже если они не будут иметь достаточной помощи и поддержки, и учеба не станет рассматриваться как приоритетный вид деятельности. Однако некоторые университеты, не способные вести себя таким образом, специализируются на другом. Они набирают довольно слабо подготовленных студентов и обеспечивают им интенсивное обучение и научное руководство, доводя их до высоких стандартов к концу периода обучения. Следовательно, при правильном измерении добавленная стоимость такого обучения значительно выше, чем в традиционных университетах, набирающих хорошо подготовленных абитуриентов. Подобная ситуация может быть описана уравнениями (1) и (2), если правильно измерить студенческий фактор D .

6. Имеется важный межвременной аспект в производственной функции образования, который неявно присутствует в (1) и (2), так как мы до сих пор не сделали предположений о связи между G (числом выпускников) и D (количеством студентов), принятых в конкретном году. Это необходимо принять во внимание, так как в противном случае одна и та же переменная будет играть роль как фактора производства, так и продукта. В стационарном состоянии (D постоянно во времени) G также должно быть постоянно, как уже было сказано. Тогда (1) означает, что при данном D количество выпускников G может быть увеличено в результате роста факторов производства, особенно персонала. Строго говоря, чтобы удовлетворительно отразить межвременной аспект задачи с достаточно большими лагами между вложением факторов и конечным про-

дуктом, мы должны использовать мультипериодное представление производственной функции.

Данные выводы показывают, что, хотя концепция производственной функции может быть применима и к системе высшего инженерного образования, но ее существенные особенности требуют модификации традиционной формулировки.

Учитывая, что цель инженерного вуза (J) является возрастающей функцией его основных продуктов: обучения и исследования, получим

$$J = k(R; B) \quad (3)$$

Кроме того, реальный выбор университета зависит от его бюджетного ограничения. Оно имеет следующий общий вид:

$$B = wS + E + c_1R + c_2G + H \quad (4)$$

где B – бюджетные расходы, состоящие из затрат на персонал – wS ; W – соответствующая средняя заработная плата, включающая все виды социального страхования, пенсии и другие выплаты, которые институты выдают своим сотрудникам; E – количество оборудования, выраженное в денежных единицах; c_1R – издержки на исследования R (c_1 – издержки на единицу исследований); c_2G – издержки на подготовку G выпускников (c_2 – расходы на одного выпускника); H – дополнительные расходы университета, не попавшие ни в одну из вышеприведенных категорий (например, обогрев и освещение помещений, ремонт здания и общежития, расходы на центральную библиотеку и компьютерные услуги, научную администрацию и др.).

Задача вуза, таким образом, заключается в максимизации J (уравнение (3)) при производственной функции (1). Задача может быть записана следующим образом: максимизировать функцию $J = k(R; B)$ при $R = f(G, S, E, D)$, $B = wS + E + c_1R + c_2G + H$,

Конечно, на практике модель, основанная на уравнениях (1), (3) и (4) должна быть дополнена некоторыми ограничениями на мощности. Например, как

бы это ни было прибыльно, количество студентов, посещающих данный университет, не может быть неограниченно увеличено без расширения площадей лекционных залов и других необходимых составляющих образовательного процесса (например, компьютерных и лабораторных классов и т.д.). Таким образом, модель должна содержать ограничение вида $D < D^*$, где D^* – максимально возможное число принимаемых студентов (чем, очевидно, ограничено и число выпускников G). Представленная модель отражает особенности и специфику образовательного процесса инженерного вуза.

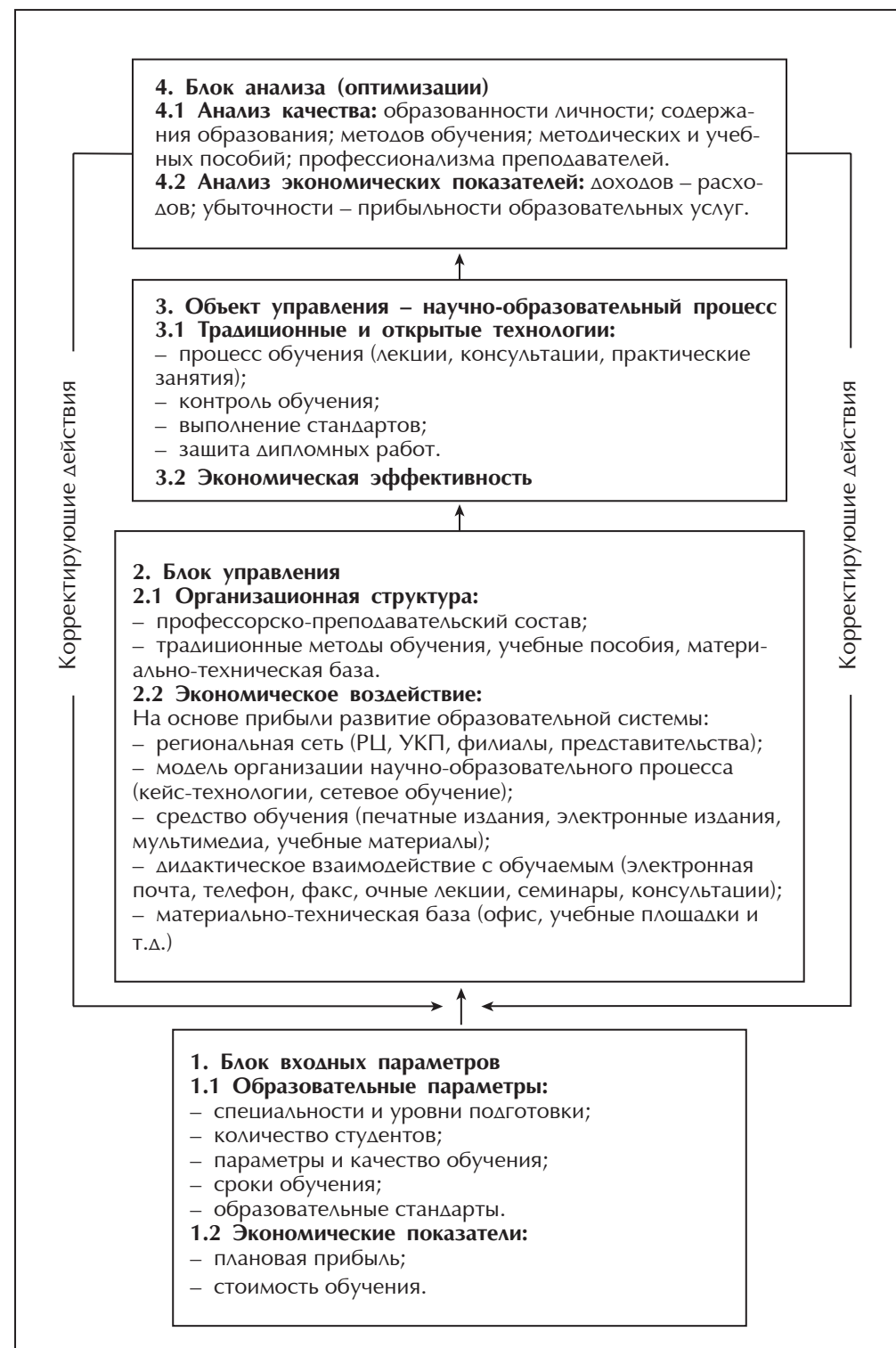
В качестве примера рассмотрим модели управления научно-образовательным процессом университета [5] и качества подготовки специалистов [6].

Важно отметить, что модель управления научно-образовательным процессом университета должна быть ориентирована на тесную взаимосвязь с существующей в вузе системой управления качеством образования. На основании оценки воздействия внешней среды, путем последовательного изменения свойств своих элементов, образовательная система приходит к устойчивому процессу функционирования. Этот процесс представляется как совокупность действий отдельных элементов системы, подчиненных единой цели.

Современный университет активно развивается, появляются новые проблемы, требующие решения, а также развиваются новые элементы и более рациональные структуры. Развитие информационного обмена и связей приводит к возрастанию масштабов образовательных систем и к еще большему их усложнению. В системах возникают новые уровни, развивается иерархия и самоорганизация. Таким образом, система изменяется динамически во времени.

На рис. 1 представлена модель управления научно-образовательным процессом в университете [5]. Для исследования поведения системы во времени

Рис. 1. Модель управления научно-образовательным процессом университета



в основных блоках модели выделены экономические параметры (1.2, 2.2, 3.2, 4.2). В соответствующих блоках экономические параметры отражают стоимость обучения, плановую прибыль, на основе прибыли развитие научно-образовательного процесса, экономическую эффективность и анализ экономических показателей [3; 4].

Качество специалиста – это многомерная характеристика, которая положена в основу разработки модели управления качеством подготовки специалистов [6]. Качество подготовки специалиста по определенному направлению можно рассматривать в качестве некоторого вектора $\vec{Q}(t)$. Тогда требования государственных образовательных стандартов и работодателей можно представить следующим неравенством: $\vec{Q}(t) \geq \vec{Q}_{\min}(t)$, где $\vec{Q}_{\min}(t)$ – вектор минимально допустимых показателей качества подготовки специалистов.

Как было отмечено выше, качество подготовки специалиста тесно связано с качеством организации научно-образовательного процесса университета ($\vec{q}(\tau)$) при $\tau < t$. Поэтому качество подготовки специалиста описывается следующей функцией:

$$\vec{Q}(t) = \vec{Q}(t_0) + \int_{t_0}^t \vec{F}(\tau, \vec{q}(\tau), \vec{Q}(\tau)) d\tau$$

где $\vec{F}(\tau, \vec{q}(\tau), \vec{Q}(\tau))$ – функция, определяющая процесс подготовки и становления специалиста в научно-образовательном процессе университета. Начальное состояние на момент поступления в вуз обозначено t_0 .

Функции $\vec{Q}(t)$ и $\vec{q}(\tau)$ являются математическим воплощением модели управления качеством подготовки специалистов, представленной на рис. 2. Управ-

ление $\vec{u}(\theta)$ определяется на основе решения задачи оптимизации:

$$\vec{Q}(t, \vec{u}(\theta)) \rightarrow \max$$

В данном аспекте управление рассматривается как система критериев, направленных на достижение максимальных результатов в процессе подготовки специалистов с высшим образованием.

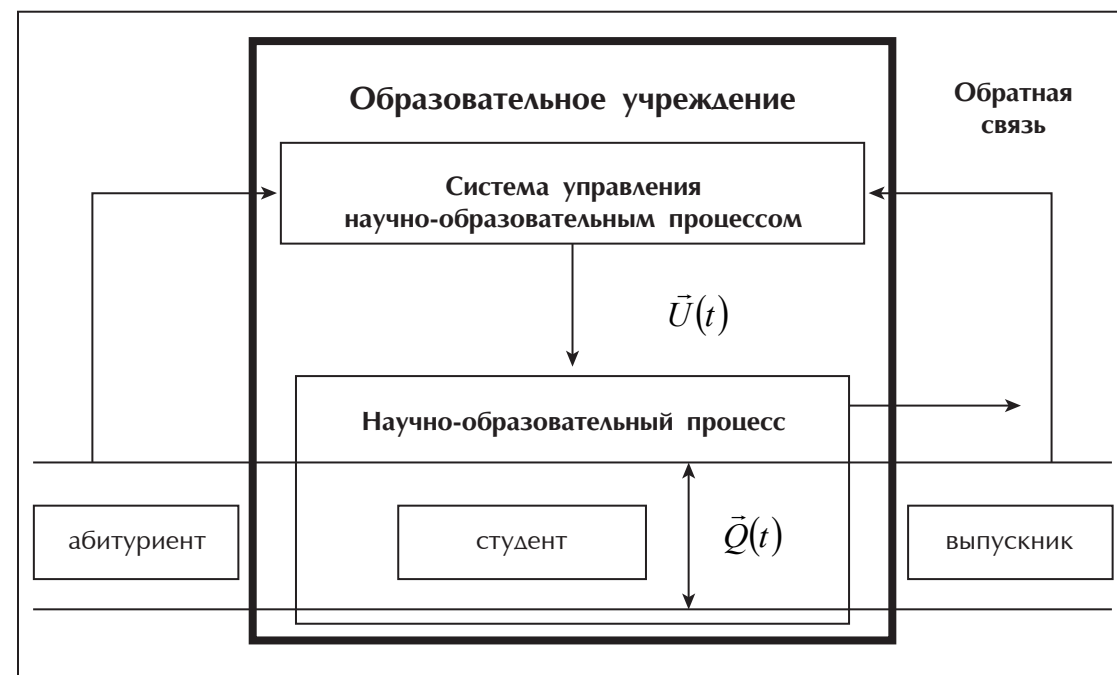
Таким образом, при моделировании процессов управления в инженерном вузе необходимо рассматривать различные подсистемы, в том числе:

- экономическую;
- организационную;
- теоретико-методологическую;
- инновационно-образовательную;
- технологическую и др.

В заключении отметим, что в комплексной модели, разработанной для университета, основными процессами, обеспечивающими функционирование данных подсистем, являются:

- процессы, реализующие ответственность руководства (разработка политики, стратегии и целей в области качества, управления документацией, анализ со стороны руководства);
- процессы управления ресурсами (ответственность персонала, материально-техническое обеспечение);
- процессы изменения, анализа и улучшения (мониторинг и измерение удовлетворенности потребителей и работодателей);
- процессы оказания образовательно-информационной услуги (инновационное обучение, отбор абитуриентов, учебно-организационная и методическая деятельность);
- процессы управления информационными и техническими ресурсами и многие другие.

Рис. 2. Модель качества подготовки специалистов [3]



ЛИТЕРАТУРА

1. Калмакова, Н.А. Модель сбалансированного развития промышленного предприятия // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – № 2. – С. 307-311.
2. Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с BPwin 4.0 / С.В. Маклаков. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 224 с.
3. Преображенский, Б.Г. Синергетический подход к анализу и синтезу образовательных систем / Б.Г. Преображенский, Т.О. Толстых // Теория унив. упр.: практика и анализ. – 2004. – № 3. – С. 7-12.
4. Солодова, Е.А. Нелинейные модели в образовании / Е.А. Солодова, Ю.П. Антонов // Нелинейный мир. – 2005. – Т. 3, № 3. – С. 193-201.
5. Подповетная, Ю.В. Управление научно-образовательным процессом // Сиб. пед. журн. – 2010. – № 5. – С. 355-363.
6. Федюкин, В.К. О численной оценке качества образования / В.К. Федюкин, В.Д. Дурнев // Качество. Инновации. Образование. – 2003. – № 2. – С. 38-42.
7. James, E. Decision processes and priorities in higher education // The economics of American universities: management, operations and fiscal environment / ed. by S.A. Hoenack and E.L. Collin. – Albany, N.Y.: SUNY Press, 1990. – P. 77-106.