

# Геоинформационный мониторинг образовательного риска в учебных заведениях высшего образования

Эффект, полученный человеком и обществом от освоения основных профессиональных образовательных программ, проблематично оценить количественно, что приводит к появлению риска, который характеризует качество процедур принятия управленческих решений по реализации образовательного процесса в учреждениях высшего образования с точки зрения уровня достижения поставленной критериев и показателей. Целью работы является разработка технологии мониторинга образовательного риска на основе геоинформационного подхода и методов интеллектуального анализа данных. Оценку образовательного риска предлагается реализовать через мониторинг качества реализации основных профессиональных образовательных программ учреждения. Под мониторингом образовательного риска при реализации образовательного процесса в учреждениях высшего образования понимается сбор, каталогизацию, предварительную обработку, анализ и визуализацию данных, нацеленные на повышение эффективности и качества предоставления образовательных услуг. Для выполнения поставленной цели применяются следующие методы и подходы: геоинформационный подход, кластерный анализ, теория вероятностей, методы классификации данных, методы прогнозирования, прогнозирование, технологии визуализации данных. Рассмотрены научно-методические аспекты развития методического, информационного и инструментального обеспечения системы управления образовательным риском в учебных заведениях высшего образования. По результатам выполнения работы выявлено, что использование геоинформационных технологий повышает эффективность управления за счет автоматизации сбора, обработки и анализа данных о реализации образовательных программ. Современные геоинформационные технологии предоставляют возможность создания и интеграции системы, имеющей инновационный аналитический функционал, и реализующей новые эффективные технологии, методы и алгоритмы в задачах мониторинга образовательных программ. Использование геоинформационных

технологий обеспечит комплексирование атрибутивных и пространственно-временных данных с учетом географической привязки к картографической основе от подразделений образовательных учреждений, позволит оперативно моделировать процессы и производить оценку реализации ОП. Разработаны математическая модель, метод и алгоритм оценки эффективности реализации образовательных программ в образовательных учреждениях. Оценка характеристик направлений подготовки осуществляется за счет применения метода классификации, используется алгоритм дерева принятия решений, которое позволяет упорядочивать множество специальностей и направлений подготовки в иерархическую, последовательную структуру по установленным правилам. Предлагаемая модель оценки образовательного риска в учебных заведениях позволит всесторонне подойти к оценке процессов, происходящих в подразделениях, поскольку учитывает педагогические, экономические и социальные аспекты. Проведен анализ компонентов и функций образовательного риска. Выполнена программная реализация предлагаемых подходов в системе управления базой данных. Для реализации приложения используются следующие средства разработки: система управления базами данных PostgreSQL; интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2015; технология создания веб-приложений ASP.NET 5; языки программирования SQL, C#, JavaScript. Приведены результаты апробации предложенной технологии на основе данных приемной комиссии учебного заведения. В заключении можно отметить, что научный подход к оценке образовательного риска приводит к существенным обобщениям в области результата реализации образовательных программ в высших учебных заведениях.

**Ключевые слова:** мониторинг, образовательный риск, управление, качество, образовательная программа, геоинформационные системы, учебное учреждение, вуз.

Aleksandr N. Kolesenkov, Dmitry S. Zhuravlyov

Ryazan state radio engineering University, Ryazan, Russia

# Geoinformation monitoring of the educational risk in educational institutions of higher education

The effect, received by a person and society from mastering the basic professional educational programs is problematic to quantify, which leads to the emergence of a risk that characterizes the quality of management decision-making procedures for implementing the educational process in higher education institutions in terms of the level of achievement of the set criteria and indicators. The aim of the work is the development of technology for monitoring of the educational risk based on the geoinformation approach and methods of data mining. Assessment of the educational risk can be implemented through monitoring the quality of the implementation of the main professional educational programs of the institution. Monitoring of the educational risk in the implementation of the educational process in institutions of higher education means the

collection, cataloging, pre-processing, analysis and visualization of the data, aimed at improving the efficiency and quality of providing educational services. To accomplish this goal, the following methods and approaches are used: geoinformation approach, cluster analysis, probability theory, data classification methods, forecasting methods, forecasting, and data visualization technologies.

The scientific and methodological aspects of the development of the methodical, informational and instrumental support of the educational risk management system in educational institutions of higher education are examined. According to the results of the work, it is revealed that the use of geoinformation technologies increases the efficiency of management by the collection automation, processing and analysis of data on the implementation of educational programs.

Modern geoinformation technologies provide the opportunity to create and integrate a system that has innovative analytical functionality, and implements new effective technologies, methods and algorithms in the tasks of monitoring the educational programs. The use of geoinformation technologies will ensure the integration of attributive and space-time data, taking into account geographical reference to the cartographic basis from the divisions of educational institutions, will allow quickly modeling the processes and evaluating the implementation of the educational programs.

A mathematical model, a method and an algorithm for assessing the effectiveness of the implementation of educational programs in educational institutions have been developed. Evaluation of the characteristics of training directions is carried out through the application of the classification method, the decision tree is used, which allows to order many specialties and training directions in a hierarchical, consistent structure according to the established rules. The proposed model for assessing the educational risk in educational institutions will make a comprehensive evaluation of the processes, taking place in the divisions, since it takes into account pedagogical, economic and social aspects.

The analysis of the components and functions of the educational risk was carried out. The program implementation of the proposed approaches in the database management system has been implemented. To implement the application, the following development tools are used: PostgreSQL database management system; integrated development environment Microsoft Visual Studio Community 2015; technology for creating ASP.NET 5 web applications; programming languages SQL, C #, JavaScript. The results of approbation of the proposed technology on the basis of the data of the admission committee of the educational institution are presented.

In conclusion, we can note that the scientific approach to the assessment of educational risk leads to significant generalizations in the field of the outcome of the implementation of educational programs in higher education institutions.

**Keywords:** monitoring, educational risk, management, quality, educational program, geoinformation systems, educational institution, university.

## Введение

Деятельность образовательных учреждений высшего образования в условиях роста конкуренции на рынке образовательных услуг, преобразования экономических, природных, техногенных и других факторов связана с высоким уровнем неопределенности [1–3]. Большинство исследователей [4] называют главной особенностью образовательных услуг факт, что эффект, который получает человек и общество, трудно оценить количественно, что приводит к появлению риска, поэтому разработка технологии менеджмента образовательного риска на основе современных подходов и систем является актуальной задачей. Как показывает опыт [3, 5–8] образовательный риск характеризует качество информационной поддержки процедур принятия управленческих решений по реализации образовательного процесса в учреждениях высшего образования с точки зрения уровня достижения поставленной критериев и показателей.

Важной составной частью научной идентификации понятия «образовательный риск» является разработка связанной с ним системы, включающей в себя факторы риска, функции риска, методы предупреждения риска и методы снижения

риска. Образовательный риск характеризует ситуацию с позиций различных субъектов рынка образовательных услуг [3].

В работе [3] образовательный риск можно разбить на компоненты:

- фактор образовательного риска;
- уровень образовательного риска;
- показатель образовательного риска;
- анализ образовательного риска;
- управление образовательным риском.

Наиболее важными для образовательных рисков являются следующие функции [1]:

- аналитическая;
- инновационная;
- регулятивная;
- защитная.

Для потребителя образовательных услуг можно выделить основные образовательные риски [2]:

- риск востребованности специальности;
- риск качества образовательной услуги;
- риск получения образовательной услуги в полном объеме.

Для образовательных учреждений можно также выделить основные образовательные риски [1]:

- сложность набора студентов;
- освоение новых направлений подготовки;

- освоение новых форм проведения занятий;
- освоение новых технологий преподавания дисциплин;
- возрастающая конкуренция на рынке образовательных услуг;
- низкая платежеспособность населения.

## Постановка задачи

В целях мониторинга и оценки образовательного риска в учебных заведениях предлагается построить систему мониторинга, реализующую специфические функции управления и органично вписывающуюся в общую систему образования. Такая система необходима на всех уровнях управления образованием для информационной поддержки процедур принятия управленческих решений по организации, оптимизации, модернизации и повышению качества реализации образовательных программ в образовательных учреждениях [2].

Выделим специфические функции предлагаемой системы [9]:

- прогнозирование динамики качества реализации образовательных программ;
- организация процесса управления качеством образования, распределение, закрепление и реализация функций;
- контроль качества реализации образовательных про-

грамм по характеристикам его потенциала, текущего состояния и результата;

- регулирование качества реализации образовательных программ, обеспечение заданных соотношений индикаторов;

- оценка качества реализации образовательных программ и возможности его повышения;

- исследование качества реализации образовательных программ в области исторических аспектов его формирования, ограничений, приоритетов, негативных влияний и критических факторов;

- мотивация к действиям, направленным на повышение качества образования.

### Технология мониторинга образовательного риска

Оценку образовательного риска предлагается реализовать через мониторинг качества реализации образовательных программ образовательного учреждения [2]. Под мониторингом образовательной программы (ОП) будем понимать сбор, обработку и представление данных относительно заданных критериев и показателей, нацеленные на обеспечение эффективности и повышение качества образовательного процесса. Учет своевременной обратной связи на основе промежуточных результатов для соответствующих критериев позволит оперативно вносить изменения в образовательные программы [2, 10].

Все критерии оценки качества реализации ОП можно разделить на 2 группы [13, 14]:

- критерии  $\{Z_i, i = \overline{1, N}\}$ , для которых лучшее значение минимально;

- критерии  $\{R_j, j = \overline{1, M}\}$ , для которых лучшее значение максимально.

Модель процесса мониторинга образовательных программ предлагается представ-

вить следующим образом:

$$f_m = f(K, T), \quad (1)$$

где  $K$  – множество постоянных и изменяющихся критериев образовательных программ, которые изменяют свои значения во времени  $t$  и под воздействием различных факторов;  $T$  – периодичность фиксации изменения состояний объектов;

$$K = \{Q, R\} \quad (2)$$

Состояние объекта подразумевает набор  $R$  состоящий из множества атрибутов  $Q = \{Q_i, i = \overline{1, N}\}$  и  $R = \{R_j, j = \overline{1, M}\}$ .

Для оценки ОП предлагается использовать следующую функцию эффективности:

$$\xi = \frac{M}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Q_i \setminus \sum_{j=1}^M R_j, \quad (3)$$

где  $Q_i$  – нормализованное значение каждого из  $i$  – го критерия затрат;  $R_j$  – значение каждого из  $i$ -го критерия результатов.

Построение функции  $\xi$  по годам обучения позволит выявить динамику качества реализации образовательных программ, а также провести рейтинговую оценку ответственных за реализацию образовательных программ подразделений.

Для осуществления постоянного мониторинга ОП в образовательных учреждениях предлагается следующий алгоритм.

1. Выбор критериев и методов получения их нормализованных значений.

2. Вычисление статистических показателей.

3. Разработка и инициализация специализированного набора слоев и объектов.

4. Интеграция атрибутивной информации.

5. Получение данных от подразделений образовательных учреждений, реализующих ОП.

6. Расчет функции эффективности ОП по формуле (3).

7. Прогнозирование динамики заданных критериев.

8. ГИС-моделирование процессов образовательных учреждений, реализующих ОП.

9. Построение средствами ГИС рейтингов оценки подразделений по значениям статистических характеристик.

Современные ГИС-технологии предоставляют возможность создания и интеграции системы, имеющей инновационный аналитический функционал, и реализующей новые эффективные технологии, методы и алгоритмы в задачах мониторинга ОП. Использование ГИС-технологий обеспечит комплексирование атрибутивных и пространственно-временных данных с учетом географической привязки к картографической основе от подразделений образовательных учреждений, позволит оперативно моделировать процессы и производить оценку реализации ОП [10–12].

На основе ГИС-технологий предлагается осуществлять [13]:

- анализ текущего состояния ОП;

- прогнозирование динамики состояния ОП;

- прогнозирование динамики множества критериев;

- анализ востребованности выпускников, успешно освоивших ОП;

- оценку эффективности распределения учебных заведений, реализующих ОП;

- оценку мобильности выпускников, успешно освоивших ОП;

- оценку научного потенциала выпускников, успешно освоивших ОП;

- моделирование различных процессов в образовательных учреждениях, реализующих ОП.

Структура ГИС представляет собой многоуровневую реляционную модель, содержащую набор слоев и объектов, включая географические данные, их связи и атрибутив-

ную информацию [14]. Каждый слой включает таблицу, содержащую информацией об элементах картографической основы. При этом ГИС платформа позволяет в оперативном режиме извлекать интересующую пользователя информацию из базы данных в требуемом формате, а также визуализировать её на карте.

### Практическая реализация

Задачу хранения данных в ГИС предлагается решить, поставив в соответствие каждому графическому объекту (точке, линии, полигону) дополнительную информацию, хранящуюся в таблицах интегрированной или внешней базы данных. Обращение к данным из базы данных предлагается реализовать при помощи SQL-запросов, характер и сложность которых будет определяться типом информации, содержащейся в таблицах. Применение такого способа позволит осуществлять фильтрацию данных по заданным параметрам, объединять таблицы, сортировать и обобщать данные [2, 15, 16].

Для реализации приложения (рис. 1) выбраны следующие средства разработки:

- система управления базами данных PostgreSQL;

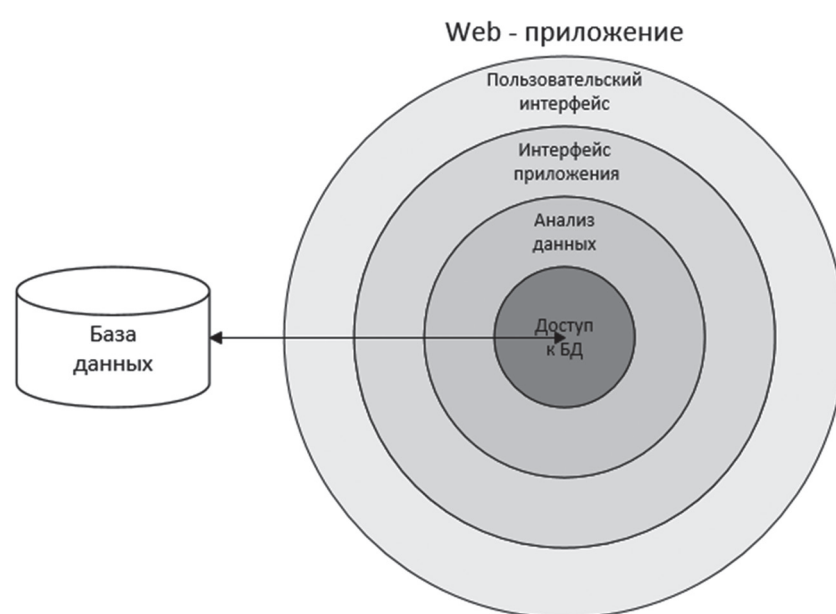


Рис. 1. Структурная схема приложения

- интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio Community 2015;
- технология создания веб-приложений ASP.NET 5;
- языки программирования — SQL, C#, JavaScript.

Важнейшим элементом системы является хранилище данных, которое описывает предметную область и хранит данные для дальнейшего анализа и обработки [17]. В результате реализации проекта была разработана база данных (рис. 2) с помощью системы управления базами данных PostgreSQL.

База данных состоит из 7 таблиц следующего содержания: «Аналитика», «Учебное заведение», «Кафедра или подразделение», «Специальность и направления подготовки», «Текущие данные», «Результаты прогноза».

Основными методами интеллектуального анализа данных является классификация, кластеризация, прогнозирование, ассоциация, визуализация. Оценка характеристик направлений подготовки осуществляется за счет применения метода классификации, используется алгоритм дерева принятия ре-

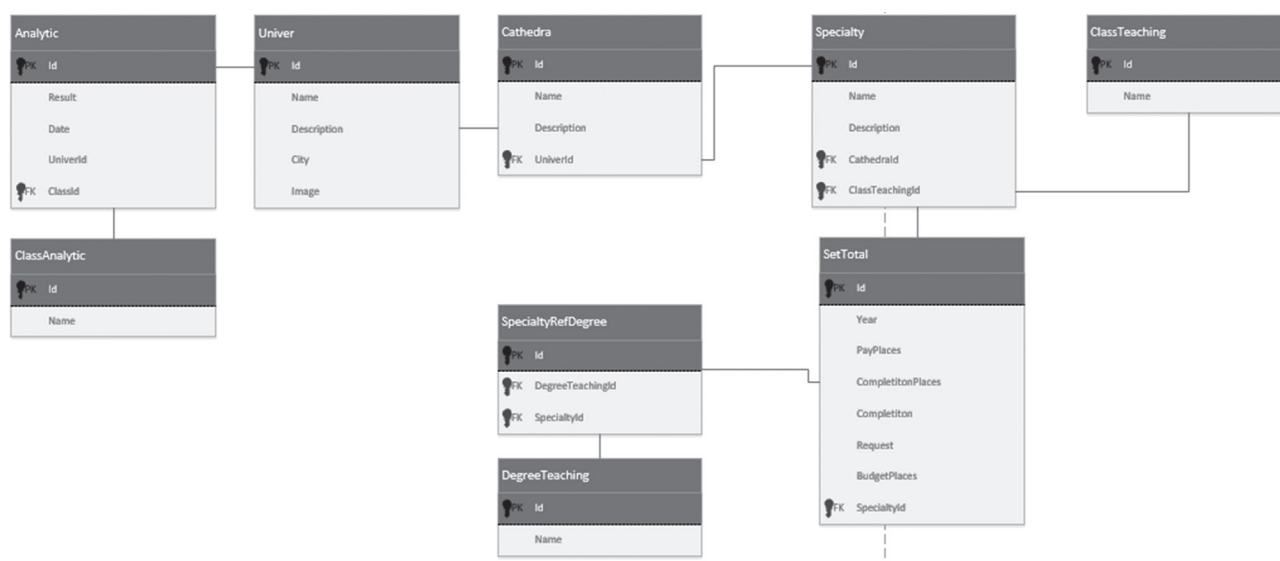


Рис. 2. Схема базы данных



Данные факультета автоматики

Направление подготовки	Проходной балл	Количество мест	Количество заявлений	Конкурс
Управление в технических системах	186,96	32	175	5,47
Информационные системы и технологии	198,8	20	113	5,65
Стандартизация и метрология	202,5	10	38	3,8
Автоматизация технологических процессов и производств	202,56	32	186	5,81
Биотехнические системы и технологии	181	10	70	5,81
Приборостроение	188,75	15	65	4,33
Мехатроника и робототехника	187,71	14	102	7,29

Таблица 2

Описание атрибутов

Атрибут	Прирост информации	Условие классификации
Проходной балл	0,49	(181 – 191,7) и (191,7 – 202,5)
Количество мест	0,49	(10 – 21) и (21 – 32)
Количество заявлений на поступление	0,46	(38 – 112) и (112 – 186)

шений С4.5. Данное решение упорядочивает множество специальностей в иерархическую, последовательную структуру, по установленным правилам. Алгоритм С4.5 предоставляет возможность строить дерево из неполной обучающей выборки, работать с числовыми атрибутами и отсекал ветви дерева [18].

Алгоритм для оценки характеристик направлений подготовки (рис. 3) включает следующие шаги:

1. Определить атрибуты для реализации классификации, которые являются узлами дерева;

2. Реализовать выборку данных из хранилища данных;

3. Построить модель классификации, определить условия для каждого узла;

4. Определяется порядок построения узлов в дереве, путем вычисления прироста информации для каждого из атрибутов;

5. Установить оценки для листов дерева решений.

### Полученные результаты

Работы алгоритма апробированы на открытых данных Рязанского государственного радиотехнического университета за 2016 год, которые представлены в табл. 1. Для рассматриваемых направлений подготовки выделены проходной балл,

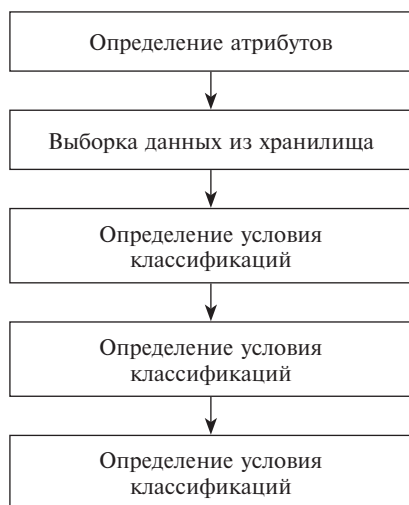


Рис. 3. Алгоритм классификации данных

количество бюджетных мест, количество поданных заявлений, конкурс. Минимальный проходной баллы – на направление подготовки «Биотехнические системы и технологии», максимальный – на «Автоматизация технологических процессов и производств». При этом наименьший конкурс на направление «Стандартизация и метрология», наибольший – на направление «Мехатроника и робототехника». Это обусловлено различным количеством бюджетных мест на каждое направление и различным количеством поданных абитуриентами заявлений.

В данном случае атрибутами являются проходной балл, количество мест, количество заявлений на поступление (табл. 2).

Прирост информации каждого атрибута рассчитываем по формуле [19, 20]:

$$Gain(S) = Info(T) - Info_s(T), \quad (4)$$

где  $Info(T)$  – энтропия множества  $T$  до разбиения;  $Info_s(T)$  – энтропия после разбиения  $S$ .

Вычисление прироста информации атрибута проходной балл производится следующим образом:

$$\begin{aligned}
 Info(T) &= \\
 &= \left( -\frac{4}{7} \log_2 \left( \frac{4}{7} \right) \right) + \left( -\frac{3}{7} \log_2 \left( \frac{3}{7} \right) \right); \\
 Info_s(T) &= \\
 &= \frac{4}{7} \left( -\frac{4}{7} \log_2 \left( \frac{4}{7} \right) \right) + \\
 &\quad + \frac{3}{7} \left( -\frac{3}{7} \log_2 \left( \frac{3}{7} \right) \right); \\
 Gain(S) &= 0,985 - 0,488 = 0,49 \text{ бит.}
 \end{aligned}$$

Результат классификации направлений факультета автоматики и информационных технологий в управлении представлен на рис. 4.

### Заключение

Программная реализация оценки характеристик направлений высших учебных заведений осуществлена на языке программирования C# как отдельная библиотека и может

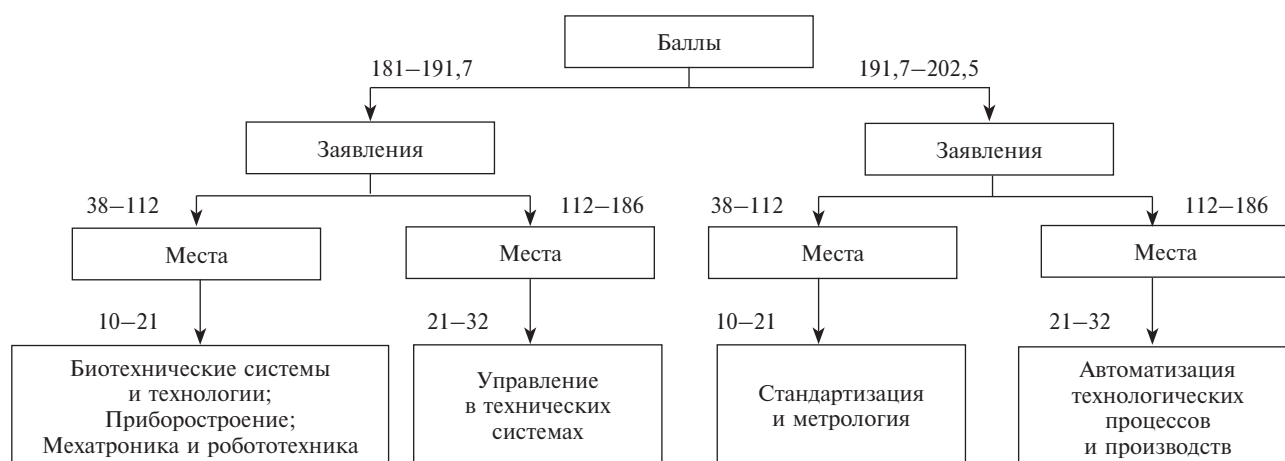


Рис. 4. Дерево решений

быть интегрирована в любую автоматизированную систему, где применяются аналогичные технологии. В настоящее время библиотека содержит метод классификации, который на вход принимает атрибуты аналитики (проходные баллы, списки зачисленных абитуриентов, количество бюджетных мест и коммерческих мест, перечень профессий), а на выходе выдает листья дерева.

Полученные в результате проведения экспериментальных исследований данные по-

казывают, что предложенный подход к мониторингу образовательного риска является эффективным и может применяться для информационной поддержки процедур принятия управленческих решений в области менеджмента высшего образования.

Научный подход к оценке образовательного риска приводит к существенным обобщениям в области результата реализации образовательных программ в высших учебных заведениях. В рамках работы предложена

устойчивая в долгосрочной перспективе концепция компетентности, включающая не только мониторинг качества образования, но и оценку возможности рисков реализации этого качества в профессиональной деятельности. На макро-уровне предлагаемыми средствами можно проводить оценку работы образовательных учреждений в рамках регионов по различным индикаторам с дальнейшей визуализацией результатов на интуитивно понятных картах-диаграммах.

## Литература

1. Глебова Л.Н., Кузнецова М.Д. Мониторинг качества высшего педагогического образования. М.: Логос, 2012. 368 с.
2. Чубарова О.И. Образовательный риск как экономическая категория, его сущность // Ползуновский вестник. 2005. № 1. С. 199–208.
3. XIN Tao, LI Feng & LI Ling-yan An International Comparison of Elementary Education Quality Assessment // Journal of Beijing Normal University (Social Science Edition). 2007. P. 5–10.
4. Brown G. The Quality of Learning of Learning and How to Assess it // Lifelong Learning in Europe. 1999. Vol. 4. Issue 1. P. 47–54.
5. Dohmen G. Lifelong Learning for All – innovative perspectives of continuing education // Lifelong Learning in Europe. 1999. Vol. IV. Issue 3. P. 154–158.
6. Dinham S. The quality teaching movement in Australia encounters difficult terrain: a personal perspective // Australian Journal of Education. 2013. № 57. P. 91–106. DOI: 10.1177/0004944113485840.
7. Гуров В.С., Корячко В.П., Таганов А.И., Моисеенко В.П., Таганов Р.А. Опыт создания и применения ресурсов электронной информации-

## References

1. Glebova L.N., Kuznetsova M.D. Monitoring kachestva vysshego pedagogicheskogo obrazovaniya. Moscow: Logos, 2012. 368 p. (In Russ.)
2. Chubarova O.I. Obrazovatel'nyy risk kak ekonomicheskaya kategoriya, ego sushchnost'. Polzunovskiy vestnik. 2005. No. 1. P. 199–208. (In Russ.)
3. XIN Tao, LI Feng & LI Ling-yan An International Comparison of Elementary Education Quality Assessment. Journal of Beijing Normal University (Social Science Edition). 2007. P. 5–10.
4. Brown G. The Quality of Learning of Learning and How to Assess it. Lifelong Learning in Europe. 1999. Vol. 4. Issue 1. P. 47–54.
5. Dohmen G. Lifelong Learning for All – innovative perspectives of continuing education. Lifelong Learning in Europe. 1999. Vol. IV. Issue 3. P. 154–158.
6. Dinham S. The quality teaching movement in Australia encounters difficult terrain: a personal perspective. Australian Journal of Education. 2013. No. 57. P. 91–106. DOI: 10.1177/0004944113485840.
7. Gurov V.S., Koryachko V.P., Taganov A.I., Moiseenko V.P., Taganov R.A. Opyt sozdaniya i primeneniya resursov elektronnoy informatsionno-

онно-образовательной среды по направлению ИПИ (CALS) и CASE (САПР) – технологий // Труды VII Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-2010». 2010. Том 1. С. 166–167.

8. *Heyneman S.P., Lee B.* The impact of international studies of academic achievement on policy and research // Handbook of international large-scale assessment: Background, technical issues and methods of data analysis. 2014. P. 37–72.

9. *Kamens D.H., McNeely C.L.* Globalization and the growth of international educational testing and national assessment. Comparative Education Review. 2009. № 54. P. 5–25. DOI: 10.1086/648471.

10. *Таганов А.И., Таганов Р.А.* Методические основы создания информационных систем сферы образования. Рязань: РГРТУ, 2006. 342 с.

11. *Attfield I., Vu B.T.* A rising tide of primary school standards: The role of data systems in improving equitable access for all to quality education in Vietnam // International Journal of Educational Development. 2013. № 33. P. 74–87. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2012.02.003.

12. *Колесников А.Н., Таганов А.И.* Концепция геоинформационной технологии мониторинга образовательных программ онлайн-обучения // Открытое и дистанционное образование. 2015. Вып. № 60. С. 69–73.

13. *Колесников А.Н.* Информационная поддержка принятия решений при организации и построении систем дистанционного обучения // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. № 5 (107). С. 62–68.

14. *Колесников А.Н., Таганов А.И.* Применение геоинформационных технологий в задачах управления образовательным процессом вуза // Управление качеством инженерного образования. Возможности ВУЗов и потребности промышленности: Тезисы докладов второй международной научно-практической конференции. 2016. С. 121.

15. *Костров Б.В., Баранчиков А.И.* Теория и методы исследования моделей и алгоритмов представления данных для предметных областей с ранжируемыми атрибутами // Вестник РГРТУ. 2013. № 5. выпуск 47. С. 59–64.

16. *Барсегян А., Куприянов М., Холод И., Тесс М., Елизаров С.* Анализ данных и процессов. СПб: БХВ-Петербург, 2009, 544 с.

17. *Балабанов И.Т.* Риск-менеджмент. М.: ФиС, 1996, 192 с.

18. *Чернова Г.В., Кудрявцева А.А.* Управление рисками. М.: Из-во Проспект, 2003. 160 с.

19. *Вяткин В.Н., Вяткин И.В., Галуза В.А.* Риск менеджмент. М.: Дашков и К, 2003, 512 с.

20. *Саркисян С.А.* Теория прогнозирования и принятия решений. М: Высшая школа, 1977, 351 с.

obrazovatel'noy sredy po napravleniyu IPI (CALS) i CASE (SAPR) – tekhnologiy. Trudy VII Vse-rossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Telematika-2010». 2010. Vol 1. P. 166–167. (In Russ.)

8. *Heyneman S.P., Lee B.* The impact of international studies of academic achievement on policy and research. Handbook of international large-scale assessment: Background, technical issues and methods of data analysis. 2014. P. 37–72.

9. *Kamens D.H., McNeely C.L.* Globalization and the growth of international educational testing and national assessment. Comparative Education Review. 2009. No. 54. P. 5–25. DOI: 10.1086/648471.

10. *Taganov A.I., Taganov R.A.* Metodicheskie osnovy sozdaniya informatsionnykh sistem sfery obrazovaniya. Ryazan: RGRTU, 2006. 342 p. (In Russ.)

11. *Attfield I., Vu B.T.* A rising tide of primary school standards: The role of data systems in improving equitable access for all to quality education in Vietnam. International Journal of Educational Development. 2013. No. 33. P. 74–87. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2012.02.003.

12. *Kolesenkov A.N., Taganov A.I.* Kontseptsiya geoinformatsionnoy tekhnologii monitoringa obrazovatel'nykh programm onlayn-obucheniya. Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie. 2015. Iss. No. 60. P. 69–73. (In Russ.)

13. *Kolesenkov A.N.* Informatsionnaya podderzhka prinyatiya resheniy pri organizatsii i postroenii sistem distantsionnogo obucheniya. Distant-sionnoe i virtual'noe obuchenie. 2016. No. 5 (107). P. 62–68. (In Russ.)

14. *Kolesenkov A.N., Taganov A.I.* Primenenie geoinformatsionnykh tekhnologiy v zadachakh upravleniya obrazovatel'nyim protsessom vuza. Upravlenie kachestvom inzhenernogo obrazovaniya. Vozmozhnosti VUZov i potrebnosti promyshlennosti: Tezisy dokladov vtoroy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2016. P. 121. (In Russ.)

15. *Kostrov B.V., Baranchikov A.I.* Teoriya i metody issledovaniya modeley i algoritmov predstavleniya dannykh dlya predmetnykh oblastey s ranzhiruemyimi atributami. Vestnik RGRTU. 2013. No. 5. Iss. 47. P. 59–64. (In Russ.)

16. *Barsegyan A., Kupriyanov M., Kholod I., Tess M., Elizarov S.* Analiz dannykh i protsessov. Saint Petersburg: BKhV-Peterburg, 2009, 544 p. (In Russ.)

17. *Balabanov I.T.* Risk-menedzhment. Moscow: FiS, 1996, 192 p. (In Russ.)

18. *Chernova G.V., Kudryavtseva A.A.* Upravlenie riskami. Moscow: Iz-vo Prospekt, 2003. 160 p. (In Russ.)

19. *Vyatkin V.N., Vyatkin I.V., Galuza V.A.* Risk menedzhment. Moscow: Dashkov i K, 2003, 512 p. (In Russ.)

20. *Sarkisyan S.A.* Teoriya prognozirovaniya i prinyatiya resheniy. Moscow: Vysshaya shkola, 1977, 351 p.

**Сведения об авторах*****Александр Николаевич Колесенков****К.т.н., доцент кафедры космических технологий  
Рязанский государственный радиотехнический  
университет,  
Рязань, Россия**Эл. почта: sk62@mail.ru**Тел.: +7 (952) 120-02-55****Дмитрий Сергеевич Журавлев****Студент**Рязанский государственный радиотехнический  
университет, Рязань, Россия**Эл. почта: dmitro.zhuravlev@yandex.ru**Тел.: +7 (910) 611-78-89***Information about the authors*****Aleksandr N. Kolesenkov****Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor  
of the Department of space technology  
Ryazan state radioengineering university,  
Ryazan, Russia**E-mail: sk62@mail.ru**Tel.: +7 (952) 120-02-55****Dmitry S. Zhuravlyov****Student**Ryazan state radioengineering university,  
Ryazan, Russia**E-mail: dmitro.zhuravlev@yandex.ru**Tel.: +7 (910) 611-78-89*