

П. П. Макарычев, Н. А. Попова

УПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ АСПИРАНТОВ В ВУЗЕ

Аннотация. Рассматривается архитектура системы контроля и управления отдела аспирантуры и докторантуры. Описывается процесс управления подготовкой специалистов высшей квалификации в университете с помощью модели управления по состояниям. Задача классификации состояний решается с применением метода вербального анализа.

Ключевые слова: операционная база данных, хранилище данных, идентификация состояния, управляющее воздействие, порядковая классификация многокритериальных альтернатив, система поддержки принятия решений.

Abstract. The article considers the architecture of a control system for postgraduate and doctoral studies department. The authors propose to manage preparation of highly qualified specialists at universities with the help of management models for states. The problem of states classification is solved by the method of verbal analysis.

Key words: operational database, data warehouse, state identification, control input, ordinal classification of multicriteria alternatives, Decision Support System.

Введение

Основная роль в подготовке специалистов высшей квалификации принадлежит аспирантуре и докторантуре вузов. Важность послевузовского профессионального образования очевидна и подтверждается тем, что к числу основных критериев и показателей, от которых зависят и рейтинг вуза, и его престижность, и финансирование отнесены общая численность аспирантов и докторантов, количество научных специальностей, по которым открыта аспирантура, число защит диссертаций аспирантами и докторантами и др. Поэтому деятельность вузов в этом направлении находится под постоянным контролем со стороны Министерства образования Российской Федерации и Высшей аттестационной комиссии (ВАК).

1. Система контроля и управления отдела аспирантуры и докторантуры

С целью повышения эффективности деятельности аспирантов и докторантов в Пензенском государственном университете (ПГУ) разрабатывается интегрированная автоматизированная система контроля и управления отдела аспирантуры и докторантуры, представляющая собой взаимосвязанный комплекс программно-технических средств [1]. В состав системы входят: база данных (БД), предназначенная для сбора и хранения данных об аспирантах; хранилище данных, содержащее агрегированные данные по итогам отчетного года; модули оперативного анализа и управления. На рис. 1 представлена архитектура пилотного проекта системы.

Операционная база данных хранит следующую информацию:

1. Описание обучающегося (аспирант, докторант, соискатель), включающее наряду с обычными учетными данными также сведения о научном руководителе, результатах сдачи кандидатских экзаменов, итогах аттестаций.

2. Описание преподавателя (научного руководителя/консультанта) – его штатное положение, ученую степень, звание, код научной специальности, область научных интересов.

3. Результаты обучения: для отчисленных аспирантов – дата и причина отчисления; для защитившихся – дата защиты, номер диссертационного совета, тема диссертации, текст автореферата, краткая характеристика работы.

4. Справочная информация – номенклатура научных специальностей ВАК; паспорта и программы специальностей, результаты проведения мониторинга удовлетворенности аспирантов.

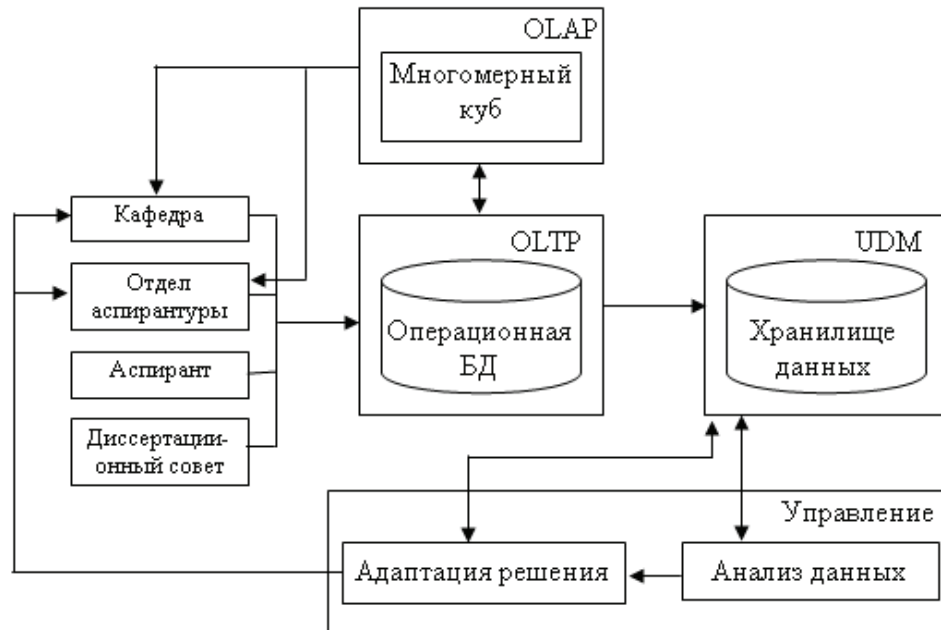


Рис. 1. Архитектура системы контроля и управления отдела аспирантуры и докторантуры

Раз в год данные структурируются и с временной отметкой перемещаются в хранилище данных при помощи OLTP-системы (Online Transaction Processing).

Система содержит средства оперативного анализа в виде многомерного куба при помощи OLAP-системы (Online Analysis Processing). Многомерная модель данных для оперативного анализа строится на основе отчета Министерства образования и науки о работе в сфере послевузовского профессионального образования и сведений о работе аспирантуры и докторантуры, предоставляемых в Федеральные органы статистики. Система позволяет получить следующие сведения:

- количественный состав аспирантов по кафедрам, формам обучения и специальностям;
- сдача экзаменов по факультетам;
- научная деятельность по факультетам, специальностям и отраслям.

Хранилище данных строится на основе технологии UDM (Unified Dimensional Model) – универсальная многомерная модель данных. Преимуществом данной модели является возможность объединения реляционного хранилища данных и многомерной базы данных, предназначенной для анализа.

Управление деятельностью аспирантов включает в себя процесс анализа данных, который состоит в классификации состояния аспиранта, в выборе

прецедента, генерации рекомендаций, а также адаптации решения в случае отсутствия близкого прецедента в базе.

2. Модель управления деятельностью аспирантов по состояниям

Задача управления деятельностью аспирантов как объектов управления представляет собой сложную многокомпонентную систему со сложными функциональными и организационными связями. В силу недостаточности знаний об объекте и среде, в которой он функционирует, точную аналитическую модель поведения такого объекта построить сложно. Для таких объектов управления на практике применяются подходы на основе иерархических моделей с нечеткими предикатами, модели и методы искусственного интеллекта. В ситуациях, когда известных параметров объекта управления недостаточно для однозначного определения его поведения, управление необходимо осуществлять не по параметрам объекта, а по его состоянию, которое более полно определяет тенденцию его дальнейшего поведения, т.е. использовать вывод по прецедентам [2]. Возникает задача идентификации состояния объекта управления по его наблюдаемым параметрам. Для этого нужно сформировать классы состояний объекта с помощью методов добычи данных: кластеризация и классификация.

При разработке модели управления использованы следующие принципы:

- управление осуществляется по состояниям объекта, которые определяют тенденцию его дальнейшего поведения;
- идентификации состояния объекта управления выполняется с помощью метода классификации по его наблюдаемым параметрам;
- переход объекта из одного состояния в другое или удержание объекта в том же состоянии рассматривается как управляющее воздействие.

На рис. 2 приведен граф возможных состояний аспиранта очной формы обучения.

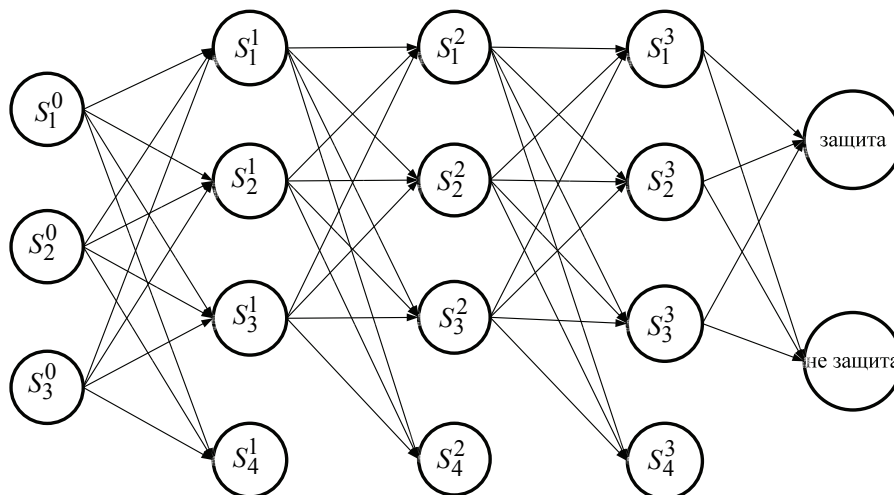


Рис. 2. Граф состояний аспиранта

Состояния S^0 – классы поступивших аспирантов. Условно их можно обозначить как «Высокоресурсные аспиранты» (S_1^0) – молодые люди обла-

дают широким набором различных высоко развитых способностей; «Аспиранты, мотивированные на науку» (S_2^0) – молодые люди перспективны с точки зрения успешного обучения в аспирантуре, защиты диссертаций в срок и дальнейшей научно-педагогической карьеры; «Балласт» (S_3^0) – молодые люди, наименее перспективные для научной и научно-педагогической деятельности. Состояния S_j^i , где i – число аттестаций аспиранта, j – число состояний аспиранта в каждом году обучения, представляют собой классы аспирантов, которые можно обозначить как «Отличные показатели для защиты», «Хорошие показатели для защиты», «Зона риска». Состояния S_4^1 , S_4^2 , S_4^3 – аспиранты, отчисленные за неуспеваемость.

Цель управления – достижение оптимального поведения объекта, выражающегося в виде последовательности определенных классов состояний. В процессе функционирования системы накапливается база состояний объекта и база управляющих воздействий, т.е. после применения управляющего воздействия и оценки итога этого воздействия текущая ситуация превращается в прецедент (знания о предыдущих ситуациях или случаях), который заносится в базу. Отрицательный результат также является информативным и заносится в базу.

3. Применение и реализация метода порядковой классификации многокритериальных альтернатив

Поскольку заранее определены классы состояний аспирантов, то для их идентификации целесообразнее использовать методы классификации. Процесс классификации состоит из двух этапов [3]: конструирования модели и решения задачи с ее использованием.

На этапе конструирования модели производится описание множества предопределенных классов. Каждый пример набора данных относится к одному предопределенному классу. На этом этапе используется обучающее множество, на нем происходит конструирование модели. Полученная модель представляется классификационными правилами, деревом решений или математической формулой.

На этапе решения задачи с использованием модели производится классификация новых или неизвестных значений, оценка правильности (точности) модели. Известные значения из тестового примера сравниваются с результатами использования полученной модели. Уровень точности – процент правильно классифицированных примеров в тестовом множестве. Тестовое множество, т.е. множество, на котором тестируется построенная модель, не должно зависеть от обучающего множества. Если точность модели допустима, возможно использование модели для классификации новых примеров, класс которых неизвестен.

В качестве метода классификации предлагается использовать порядковую классификацию многокритериальных альтернатив. Суть метода заключается в построении полной классификации на основании решающих правил, задаваемых лицу, принимающему решения (ЛПР). Формально задачу порядковой классификации многокритериальных альтернатив определим следующим образом [4]:

T – свойство, отвечающее целевому критерию задачи («состояние аспиранта»);

K_1, K_2, \dots, K_N – критерии, по которым оценивается качество образования (средний балл вступительных экзаменов, количество публикаций, количество участия в конференциях, количество патентов и свидетельств, количество страниц диссертационной работы);

$X_q = \{x_q^k\}$ – множество оценок (шкала) критерия K_q , упорядоченных по убыванию характерности для свойства T ; $|X_q| = S_q$, S_q – число значений оценок на шкале q -го критерия;

$Y = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_N$ – декартово произведение шкал критериев, определяющее множество всех возможных описаний объектов, подлежащих классификации;

$C = \{C_1, C_2, \dots, C_M\}$ – множество классов решений, упорядоченных по убыванию выраженности свойства T .

Каждый объект описывается набором оценок по критериям K_1, K_2, \dots, K_N и представляется в виде вектора $y_j = (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jN})$, где

$y_{jq} \in X_q$, $j = 1, \dots, S$ и $S = |Y| = \prod_{q=1}^N S_q$. Будем рассматривать множество

$Y^a \subseteq Y$ векторных оценок допустимых объектов.

Требуется, основываясь на предпочтениях руководителя, построить отображение множества допустимых объектов Y^a во множество классов C : $F: Y^a \rightarrow C$, которое должно быть полным и непротиворечивым.

В соответствии с формальной постановкой задачи на множестве критерийных оценок X_q ($q = 1, \dots, N$) определено отношение порядка $Q_q = \{(x_q^i, x_q^k) | i \leq k\}$, а на множестве классов C – отношение порядка $Q_C = \{(C_g, C_h) | g \leq h\}$, которые являются линейными, рефлексивными, асимметричными, транзитивными отношениями. На множестве возможных комбинаций оценок Y определим два отношения доминирования.

Рефлексивное асимметричное транзитивное отношение доминирования имеет вид

$$Q = \{(y_i, y_j) | (y_{iq}, y_{jq}) \in Q_q, \forall q \in \{1, \dots, N\}\}. \quad (1)$$

Антирефлексивное асимметричное транзитивное отношение строгого доминирования определяется выражением

$$P = \{(y_i, y_j) | (y_i, y_j) \in Q, \exists q: y_{iq} \neq y_{jq}\}. \quad (2)$$

Для построения решения данной задачи использован метод вербального анализа решений, основанный на использовании цепных покрытий множества векторных оценок. Для каждого вектора множества Y вводятся числовые функции $C^L(y)$ и $C^U(y)$, причем выполняются два условия:

- первоначально для каждого вектора $C^L(y)=1$, $C^U(y)=M$;
- если $C^L(y)=C^U(y)=k$, то вектор y отнесен к классу C_k .

Последовательно применяются процедура распространения по доминированию и рекурсивная процедура классификации.

Процедура распространения по доминированию $S(y)$ состоит в косвенной классификации вектора состояния объекта, связанного с вектором y отношением доминирования $P(2)$, если известна классификация вектора y . Если вектор состояния объекта y классифицирован, тогда для всех векторов $x \in Y^a$ таких, что $(x,y) \in P$ и $C^L(x) < k$, функция $C^L(x)$ переопределяется так, чтобы $C^L(x) = k$. Аналогично, для всех векторов $z \in Y^a$ таких, что $(z,y) \in P$ и $C^U(z) > k$, функция $C^L(x)$ переопределяется так, чтобы $C^U(z) = k$.

Рекурсивная процедура классификации $D(a,b)$ предполагает, что $(a,b) \in P$, $C^L(a) = C^U(a) = k$, $C^L(b) = C^U(b) = l$. Выбирается вектор x , «равноудаленный» от a и b , т.е. $\|x\| = \frac{\|a\| + \|b\|}{2}$, где индекс $\|x\|$ – сумма компонент вектора, уменьшенных на единицу. Далее вектор x классифицируется (отнесен к классу C_r), если $r > k$, то $D(a,x)$, иначе $D(x,b)$.

Данный метод использован в виде компьютерной системы поддержки принятия решений (СППР). Система последовательно выбирает комбинации из множества всевозможных многокритериальных описаний состояний аспиранта, предъявляет их ЛПР для классификации и распространяет ответы ЛПР по доминированию. Пример вопроса к ЛПР приведен на рис. 3.

К данному моменту СППР разработана и применена при классификации состояний аспирантов, поступивших в ПГУ в 2009 г. Было проанализировано 139 аспирантов. Показателем созданной в ПГУ непрерывной системы образования является то, что 74 % поступивших аспирантов являются выпускниками ПГУ 2009 г.

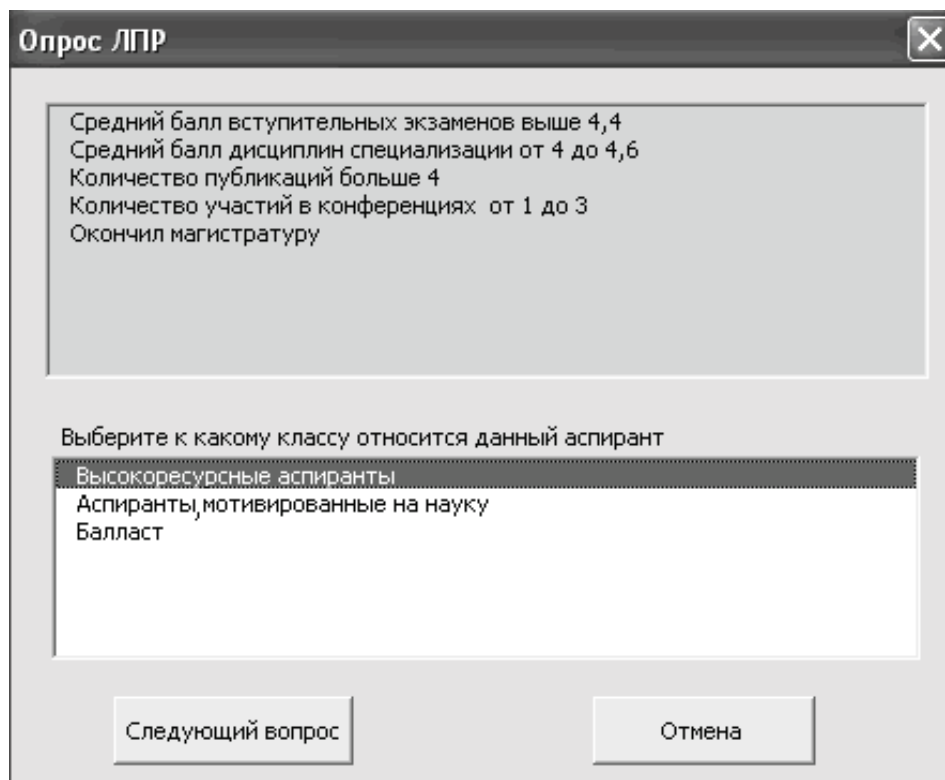
Для построения классификации состояния поступивших аспирантов выбраны следующие параметры объекта:

- средний балл вступительных экзаменов – K_1 ;
- средний балл по дисциплинам специализации из диплома – K_2 ;
- наличие публикаций и патентов до поступления в аспирантуру – K_3 ;
- участие в конференциях до поступления в аспирантуру – K_4 ;
- окончание магистратуры – K_5 .

На рис. 4 приведены результаты решения задачи классификации аспирантов.

Группа «Высокоресурсные аспиранты» насчитывает 43 % от общего числа поступивших аспирантов. В данную группу входят аспиранты со средним баллом вступительных экзаменов выше 4,4, отличными знаниями по

дисциплинам специализации, имеющие публикации и патенты, завершившие обучение в магистратуре.



Опрос ЛПР

Средний балл вступительных экзаменов выше 4,4
Средний балл дисциплин специализации от 4 до 4,6
Количество публикаций больше 4
Количество участия в конференциях от 1 до 3
Окончил магистратуру

Выберите к какому классу относится данный аспирант

Высокоресурсные аспиранты
Аспиранты, мотивированные на науку
Балласт

Следующий вопрос Отмена

Рис. 3. Пример вопроса к ЛПР для построения классификации

Группа «Аспиранты, мотивированные на науку» составляет 55,5 % от общего числа поступивших аспирантов: средний балл вступительных экзаменов от 3,7 до 4,4, хорошие знания по дисциплинам специализации, участие в конференциях без публикаций трудов.

В группу «Балласт» входит 1,5 % от общего числа поступивших аспирантов. Средний балл вступительных экзаменов ниже 3,7, знания по дисциплинам специализации удовлетворительные, нет участия в конференциях, нет публикаций.

При анализе результатов классификации получили, что к первой группе в основном относятся аспиранты очной формы, обучающиеся на бюджетной основе, ко второй – аспиранты заочной формы, обучающиеся на бюджетной основе и аспиранты очной формы на договорной основе, третья группа – аспиранты заочники-договорники.

Заключение

На данный момент данная модель управления реализована в виде пилотного проекта и проходит испытание в ПГУ. В ней накапливается база состояний аспирантов за счет опыта прошлых лет. Дальнейшее развитие СППР связано с проектированием и созданием модели прогнозирования поведения объекта на основе модели анализа.

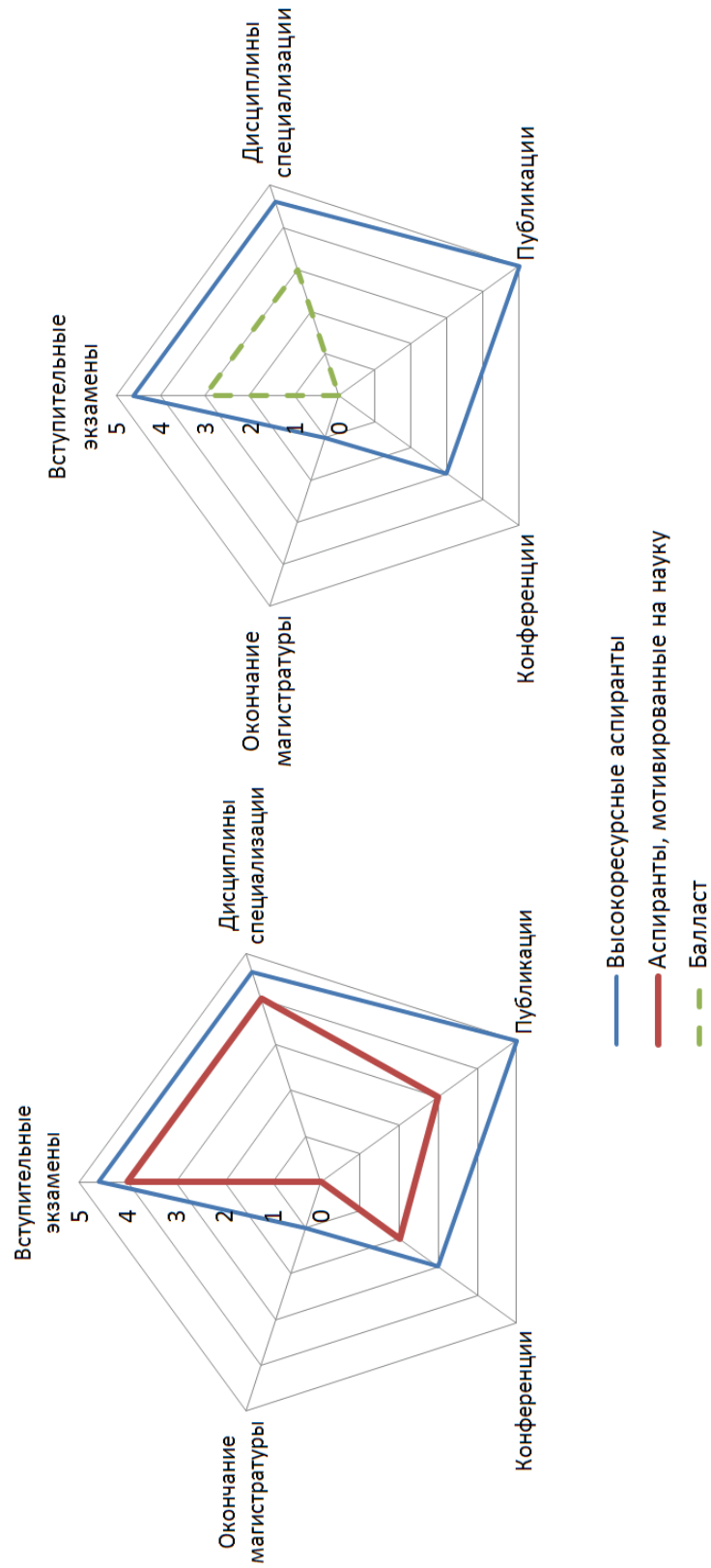


Рис. 4. Группы аспирантов

Список литературы

1. **Попова, Н. А.** Управление подготовкой специалистов высшей квалификации в вузе / Н. А. Попова, П. П. Макарычев // Системный анализ в проектировании и управлении : труды 12 Международной научно-практической конференции. Часть 3. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – С. 91–94.
2. **Карпов, Л. Е.** Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам / Л. Е. Карпов, В. Н. Юдин – М. : ИСП РАН, препринт № 18, 2006. – 42 с.
3. **Щавелев, Л. В.** Способы аналитической обработки данных для поддержки принятия решений / Л. В. Щавелев // СУБД. – 1998. – № 4–5. – С. 47–51.
4. **Ларичев, О. И.** Вербальный анализ решений / О. И. Ларичев. – М. : Наука, 2006. – 181 с.

Макарычев Петр Петрович

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой математического
обеспечения и применения ЭВМ,
Пензенский государственный
университет

E-mail: mpp@pnzgu.ru

Makarychev Petr Petrovich

Doctor of engineering sciences, professor,
head of sub-department of computer
application and software,
Penza State University

Попова Наталья Александровна

аспирант, Пензенский
государственный университет

E-mail: popovmaxim@bk.ru

Popova Natalya Alexandrovna

Postgraduate student,
Penza State University

УДК 519.237.8

Макарычев, П. П.

Управление деятельностью аспирантов в вузе / П. П. Макарычев, Н. А. Попова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 2 (18). – С. 67–75.