

**АСАДУЛЛАЕВ РУСТАМ ГЕННАДЬЕВИЧ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРОМЫШЛЕННОГО  
ПРЕДПРИЯТИЯ**

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами (промышленность)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном учреждении высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород

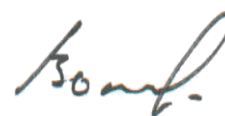
- Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент  
Ломакин Владимир Васильевич
- Официальные оппоненты - Ивашук Ольга Александровна,  
доктор технических наук, доцент,  
ФГАУ ВПО «Белгородский  
государственный национальный  
исследовательский  
университет», профессор кафедры  
«Информационных систем управления»
- Рыженков Денис Викторович,  
кандидат технических наук,  
ФГБОУ ВПО Государственный  
университет –  
учебно-научно-производственный  
комплекс,  
доцент кафедры «Информационные  
системы»
- Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Брянский  
государственный технический  
университет»

Защита состоится «10» декабря 2013 года в 15.30 часов на заседании диссертационного совета Д212.182.01 при ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» по адресу: 302020, РФ, г. Орел, Наугорское шоссе, д.29, ауд.212.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК».

Автореферат разослан « 8 » ноября 2013 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д212.182.01  
кандидат технических наук, доцент



В.Н. Волков

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Для современных промышленных предприятий важной задачей системы управления персоналом является обеспечение непрерывного повышения квалификации работников с целью поддержания компетентности кадров на уровне, позволяющем интенсифицировать производственные процессы без потери качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг. Определенная часть профессиональных навыков и знаний сотрудников с течением времени теряет актуальность, что в первую очередь связано с непрерывным развитием и совершенствованием информационно-коммуникационных технологий и автоматизированных систем управления (АСУ) технологическими процессами. Кроме того, задачей системы управления кадрами является мониторинг и управление кадровым резервом, для решения которой необходимо наличие полной информации о знаниях, навыках и производственном опыте сотрудников.

Знания, относящиеся к сфере управления персоналом промышленного предприятия, в настоящее время чаще представлены в неформальных, описательных формах. Это в ряде случаев способствует принятию необоснованных управленческих решений, относящихся к оценке уровня квалификации, необходимости осуществления и непосредственно организации процесса переподготовки. Отсюда вытекает важность формализации основных индивидуальных характеристик каждого сотрудника с последующей реализацией в АСУ процессом повышения квалификации. При этом необходимо учитывать отличительные особенности подготовки, характерные для промышленного предприятия. Это узкая специализация знаний, сжатые временные сроки курсов повышения квалификации, часто проводимых без отрыва от производства, профессиональные и возрастные различия групп слушателей, опыт предыдущего повышения квалификации, а также характеристики, определяемые конкретной отраслью промышленности.

В процессе повышения квалификации персонала промышленных предприятий необходимо применять индивидуально направленные методы и алгоритмы обучения, позволяющие освоить необходимые компетенции в сжатые временные сроки. Личностные и профессиональные качества человека определяют индивидуальные образовательные траектории, где наиболее важны временные параметры и объем получаемых знаний.

Исследованиями в области построения АСУ процессом повышения квалификации занимались Попов Д.И., Ягудаев Г.Г., Квасова Л.В., Квашина Г.А. и другие. Процесс повышения квалификации основывается на обучении персонала. Разработками в области построения АСУ процессом усвоения знаний занимались Атанов Г.А., Браун Дж.С., Брусиловский П.Л., Беспалько В.П., Машбиц Е.И., Брусенцов Н.П., Зайцева Л.В., Кривицкий Б.Х., Соловов А.В., Тархов С.В., Юрков Н.К. и другие.

Все это говорит об интересе научного сообщества к исследованию различных аспектов, связанных с процессами повышения квалификации персонала промышленных предприятий. В рассмотренных работах не исследованы вопросы программно-технической поддержки и автоматизации процессов повышения квалификации с точки зрения учета индивидуальных способностей и начального уровня знаний сотрудников предприятия, а также ограничений, определяемых временными сроками подготовки. Это обуславливает актуальность темы, выбор объекта, предмета и цели исследования.

**Объект исследования** – процесс повышения квалификации в системе управления персоналом промышленного предприятия.

**Предмет исследования** - методы, алгоритмы и модели организации процесса повышения квалификации работников промышленных предприятий.

**Целью диссертационной работы** является повышение эффективности процесса подготовки и повышения квалификации кадров предприятия путем построения автоматизированной системы управления индивидуальной подготовкой.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие **задачи**:

1) Проведение анализа специфики средств и методов повышения квалификации кадров в системе управления персоналом промышленных предприятий.

2) Моделирование процессов управления квалификационными характеристиками персонала предприятия, исследование особенностей применения разработанных моделей в процессе повышения квалификации.

3) Разработка и исследование алгоритмов организации индивидуальной подготовки в автоматизированной системе управления процессом повышения квалификации персонала.

4) Построение структуры автоматизированной системы управления процессом повышения квалификации персонала предприятия.

5) Реализация прототипа и оценка эффективности автоматизированной системы управления процессом повышения квалификации персонала промышленных предприятий.

**Методы и средства исследования.** При решении указанных задач использовались методы и средства теории систем, теории множеств, теории конечных автоматов, теории графов, математической логики, теории реляционных баз данных и ER-моделирования.

**Достоверность** научных положений и полученных результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата и формальных средств. Полученные результаты не противоречат существующим разработкам в области формального описания автоматизированного процесса повышения квалификации. Правильность теоретических результатов работы подтверждается успешной программной реализацией на ЭВМ и последующим внедрением результатов.

#### **Научная новизна работы:**

1) Теоретико-множественная модель программы повышения квалификации, отличительной особенностью которой является взаимосвязь между компетенциями и элементарными блоками знаний различных иерархических уровней, представленными на нескольких уровнях абстракции.

2) Модель процесса адаптивного тестирования в форме конечного автомата, отличающаяся подходом ступенчатого тестирования, основанным на определении начального уровня сложности тестовых заданий в зависимости от рейтинга сотрудника и реализующим управление переводом слушателей с одного уровня сложности заданий на другой в зависимости от полученных результатов.

3) Функциональная структура и модель программного управления процессом повышения квалификации, учитывающая результаты адаптивного тестирования и уровень успеваемости сотрудника, отличающаяся тем, что выходным значением модели является вариант формирования учебного элемента на основании анализа ретроспективной информации процесса повышения квалификации.

4) Алгоритм формирования индивидуального учебного элемента, отличающийся правилами формирования и учетом информации, полученной от модели программного управления процессом повышения квалификации, процедуры

входного тестирования и сведений формирования учебного элемента на предшествующих итерациях.

**Практическая ценность работы** заключается в том, что:

- предложенные алгоритмы и модели могут быть использованы для совершенствования существующих АСУ процессом повышения квалификации кадров промышленного предприятия, с целью повышения степени учета индивидуальных особенностей персонала и сокращения временного периода на процесс повышения квалификации;

- разработан программный продукт, реализующий алгоритмы и математические модели, описанные в диссертационном исследовании, использование которого способствует повышению степени учета индивидуальных особенностей сотрудников предприятия, что приводит к увеличению количества и качества усвоенных элементарных блоков знаний.

**Реализация и внедрение результатов работы.** Основные результаты диссертационной работы внедрены в:

- ООО «Мостстройинвест» (г. Белгород) в виде АСУ процессом повышения квалификации, что позволило повысить уровень подготовки инженерно-технических работников предприятия без отрыва от производства в сжатые временные сроки;

- Высшую школу управления ФГАУ ВПО НИУ «БелГУ» в виде АСУ процессом повышения квалификации для построения информационной среды взаимодействия слушателей и тьюторов в процессе организации дистанционной формы повышения квалификации с возможностью учета индивидуальных профессиональных и возрастных особенностей слушателей;

- учебный процесс на кафедре «Информационного менеджмента» ФГАУ ВПО НИУ «БелГУ» в рамках дисциплин «Информационные технологии управления персоналом», «Дискретная математика», что позволило ввести элементы практико-ориентированного обучения и осуществить построение индивидуальных образовательных траекторий.

Результаты внедрения подтверждены соответствующими актами.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на XVI международной научно-технической конференции «Математическое и компьютерное моделирование в решении задач строительства, техники, управления и образования», проводимой в ПГСХА (2011 г., г. Пенза), международной научно-практической конференции «Дистанционное образование XXI века: проблемы, опыт, перспективы», проводимой в МЭСИ (2012 г., г. Белгород), V международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве», проводимой в УНПК (2012 г., г. Орел), международной научно-практической конференции «Современные проблемы и перспективы управления развитием инновационной экономики», проводимой в НИУ «БелГУ» (2012 г., г. Белгород), II международной научно-технической интернет-конференции «Информационные системы и технологии», проводимой в УНПК (2013 г., г. Орел).

**Публикации.** По теме исследования опубликовано 16 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК, 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

**Связь с научными и инновационными программами.** Результаты диссертационного исследования использовались при выполнении следующих проектов:

- ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»

государственный контракт 14.740.11.0591 от 5.10.2010г. «Разработка универсальных инструментальных средств проектирования специализированных гибких модулей поддержки принятия решений в информационно-управляющих системах»;

- государственное задание Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР подведомственным вузам в 2013 году, проект № 8.8600.2013 «Разработка интерактивных средств поддержки принятия и оптимизации управленческих решений на основе итерационных процессов анализа экспертных данных».

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1) Теоретико-множественная модель, определяющая структуру и логическую взаимосвязь элементарных блоков знаний в процессе повышения квалификации.

2) Модели процессов адаптивного тестирования и программного управления процессом повышения квалификации в форме конечных автоматов.

3) Алгоритм формирования индивидуального учебного элемента.

4) Структура автоматизированной системы управления процессом повышения квалификации.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений. Работа изложена на 163 страницах машинописного текста, включающего 32 рисунка, 7 таблиц, список литературы из 157 наименований, 7 приложений.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** проведено обоснование актуальности диссертационной работы, определены объект и предмет исследования, сформулирована цель и задачи, выявлена научная новизна и практическая значимость, а также определены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** проведено исследование существующих средств и методов, используемых в системах повышения квалификации кадров промышленных предприятий. Определены задачи управления персоналом промышленного предприятия. Описана функциональная структура системы управления персоналом промышленного предприятия, в которой отражены наиболее значимые подсистемы. Разрабатываемые модели и алгоритмы процесса повышения квалификации направлены на автоматизацию подсистем развития кадров и информационного обеспечения.

Проведен анализ существующих подходов построения индивидуально ориентированного процесса повышения квалификации персонала предприятия, указаны их основные преимущества и недостатки. Рассмотрены теории и методики, являющиеся основой построения АСУ процессом повышения квалификации как подсистемы системы управления кадрами промышленного предприятия.

На основании проведенного анализа подходов к построению автоматизированного процесса повышения квалификации сотрудников, произведена классификация подходов к адаптации в современных АСУ процессом повышения квалификации. Проведен анализ математических моделей слушателей, на основании которого показано, что при описании модели сотрудника необходимо учитывать психофизиологические особенности.

В результате проведенного синтеза требований к функционалу АСУ процессом повышения квалификации персонала определен ряд требований, заключающийся в наличии возможности индивидуальной генерации учебного контента и адаптивного тестирования, модели программы повышения квалификации, мо-

дели сотрудника, модели тьютора, базы знаний адаптивного тестирования и управления индивидуальными образовательными траекториями.

Во второй главе проведено моделирование средств и процессов управления квалификационными характеристиками кадров предприятия. Разработана функциональная схема (рисунок 1), где  $I_{n1}$  – цель программы повышения квалификации;  $I_{n2}$  – отклонение сотрудника от цели программы;  $I_{np}$  – формируется на выходе устройства управления;  $I_{y1}$  – формируется исполнительным механизмом и представляет собой учебный контент;  $I_p$  – результат повышения квалификации;  $I_{нз}$  – начальные знания сотрудника;  $I_{y2}$  – формируется тьютором;  $I_{oc1}$  – сведения, полученные от модели сотрудника;  $I_{oc2}$  – сведения об объекте управления, формируемые тьютором;  $I_{oc3}$  – сведения о параметрах модели программы повышения квалификации;  $I_{oc4}$  – сведения о результатах тестирования начальных знаний сотрудника;  $I_{oc5}$  – сведения, полученные от модели адаптивного тестирования;  $I_{oc6}$  – результаты тестирования по изученному контенту;  $I_{oc7}$  – сведения, полученные от модели программного управления процессом повышения квалификации.

Проведена декомпозиция программы повышения квалификации. За минимальную единицу информации принято понятие элементарный блок знаний (ЭБЗ), который рассматривается как семантически неделимое понятие. Модель программы описана в форме ориентированного графа связности  $GKPO = \langle V, E, MI, RP \rangle$ , где  $V = \{ebz_i\}$ ,  $i = \overline{1, d}$  – множество вершин соответствующих ЭБЗ;  $E = \{e_i\}$ ,  $i = \overline{1, w}$  – множество ребер, соединяющих ЭБЗ;  $MI = |m_{i,j}|$ ,  $i = \overline{1, g}$ ,  $j = \overline{1, a}$  – матрица, устанавливающая взаимосвязь между ЭБЗ;  $RP \subseteq V \times KP$  – отношение, устанавливающее взаимосвязь между ЭБЗ и компетенциями, которые они формируют.

Множество вершин  $V = \{ebz_i\}$ ,  $i = \overline{1, g}$  объединяет три типа множеств ЭБЗ:  $VB = \{ebz_i\}$ ,  $i = \overline{1, s}$  – подмножество базовых ЭБЗ;  $VV = \{ebz_i\}$ ,  $i = \overline{1, l}$  – подмножество вариативных ЭБЗ;  $VF = \{ebz_i\}$ ,  $i = \overline{1, q}$  – подмножество фундаментальных ЭБЗ.

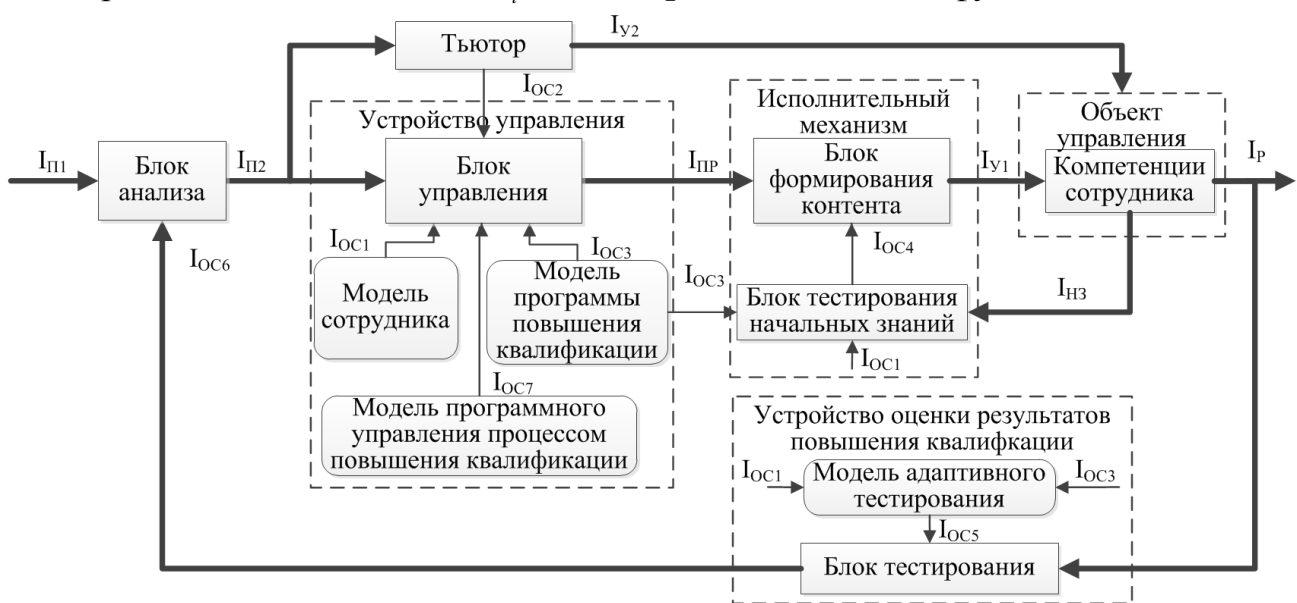


Рисунок 1 – Функциональная схема процесса управления повышением квалификации кадров предприятия

Множество ребер  $E = \{e_i\}$ ,  $i = \overline{1, a}$  объединяет множество фундаментальных ребер  $EF = \{e_{1,i}\}$ ,  $i = \overline{1, f}$ , то есть  $ebz_2$  не может быть изучен без знания  $ebz_1$  и множество дополнительных ребер  $ED = \{e_{2,i}\}$ ,  $i = \overline{1, h}$ , то есть  $ebz_2$  может быть изученным без знания  $ebz_1$ , являющегося дополнительной информацией.

Отношение  $RP \subseteq V \times KP$  формализовано в виде матрицы, где в заголовки строк записываются все вершины  $ebz_i \in V$ ,  $i = \overline{1, g}$ , а в заголовки столбцов все компетенции  $kp_j \in KP$ ,  $j = \overline{1, u}$  программы повышения квалификации:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ если вершина } v_i \text{ формирует компетенцию } kp_j, \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

На пересечении  $i$ -й вершины и  $j$ -го ребра матрицы инцидентности  $MI = |m_{i,j}|$ ,  $i = \overline{1, g}$ ,  $j = \overline{1, a}$  проставляются следующие значения:

$$m_{ij} = \begin{cases} -1, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in EF; \\ 1, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in EF; \\ -2, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in ED; \\ 2, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VB \text{ and } e_j \in ED; \\ -3, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in EF; \\ 3, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in EF; \\ -4, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in ED; \\ 4, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VV \text{ and } e_j \in ED; \\ -5, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является началом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VF \text{ and } e_j \in EF; \\ 5, \text{ если вершина } ebz_i \text{ является концом ребра } e_j \text{ и } ebz_i \in VF \text{ and } e_j \in EF; \\ 0 - \text{ в остальных случаях.} \end{cases}$$

Иерархию изучения элементов программы повышения квалификации  $GKPO = \langle V, E, MI, RP \rangle$  определяет кортеж  $SPO = \langle M, D, R, T, RI_R, RI_D, RI_M \rangle$ , где  $T$  – множество тем,  $R$  – множество разделов,  $D$  – множество дисциплин и  $M$  – множество модулей программы. Отношения определяют порядок изучения  $RI_R$  тем в разделах,  $RI_D$  разделов в дисциплинах,  $RI_M$  дисциплин в модулях.

Разработана модель процесса адаптивного тестирования в форме конечного автомата (рисунок 2), описываемая множеством  $A = \{X_A, Y_A, S_A, f_{pA}, f_{vA}\}$ , где:

-  $X_A = \{x_{A0}, x_{A1}, x_{A2}\}$  – множество, описывающее входной алфавит автомата:  $x_{A0}$  соответствует результату теста  $z \approx 0,7$ ;  $x_{A1}$  соответствует результату теста  $z > 0,7$ ;  $x_{A2}$  соответствует результату теста  $z < 0,7$ .

-  $Y_A = \{y_{A0}, y_{A1}, y_{A2}, y_{A3}, y_{A4}\}$  – выходной алфавит автомата соответствует результату тестирования, выраженному в форме оценки:  $y_{A0}$  – «неудовлетворительно»;  $y_{A1}$  – «удовлетворительно»;  $y_{A2}$  – «хорошо»;  $y_{A3}$  – «отлично»;  $y_{A4}$  – «эксперт».

-  $S_A = \{s_{A0}, s_{A1}, s_{A2}, s_{A3}, s_{A4}, s_{A5}\}$  – алфавит внутренних состояний автомата:  $s_{A0}$  – начальное состояние, определяет начальный уровень сложности тестирования;



$s_{A1}$  – остановка работы автомата и вывод результата тестирования;  $s_{A2}$  – уровень сложности «удовлетворительно»;  $s_{A3}$  – уровень сложности «хорошо»;  $s_{A4}$  – уровень сложности «отлично»;  $s_{A5}$  – уровень сложности «эксперт».

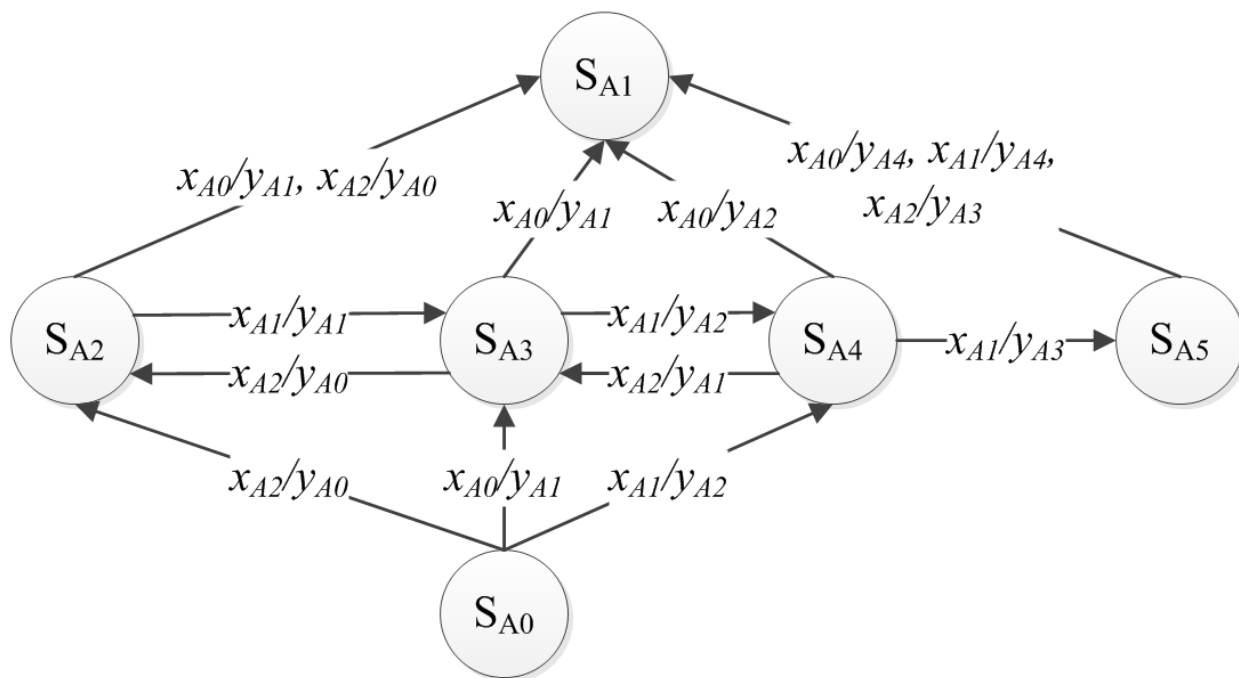


Рисунок 2 – Граф переходов модели адаптивного тестирования

-  $f_{pA}(s_{Ai}, x_{Aj})$  – функция переходов автомата, определяет следующее состояние в зависимости от  $s_{Ai} \in S_A, i = \overline{0,5}$  и  $x_{Aj} \in X_A, j = \overline{0,2}$ ;

-  $f_{vA}(s_{Ai}, x_{Aj})$  – функция выходов автомата, определяет выходной сигнал, который представляет собой результат усвоения учебного элемента.

**В третьей главе** построен алгоритм функционирования АСУ процессом повышения квалификации в процессе работы сотрудника с системой (рис. 3). Разработана процедура адаптивного тестирования, работа которой основывается на модели адаптивного тестирования.

Определены особенности процесса адаптивного тестирования: количество ЭБЗ, изучаемых в теме варьируется от 3 до 7; рациональный объем тестового задания должен быть в пределах 40 вопросов; коэффициент автоматизации должен иметь значение от 0,5 до 1; количество вопросов для ЭБЗ на каждом уровне сложности тестовых заданий должно варьироваться от 1 до 3; каждый уровень сложности тестового задания соответствует определенной оценке по установленной бальной шкале; тестовые задания выдаются по одному в произвольном порядке, при этом тестируемый не должен задумываться над логическим следованием вопросов.

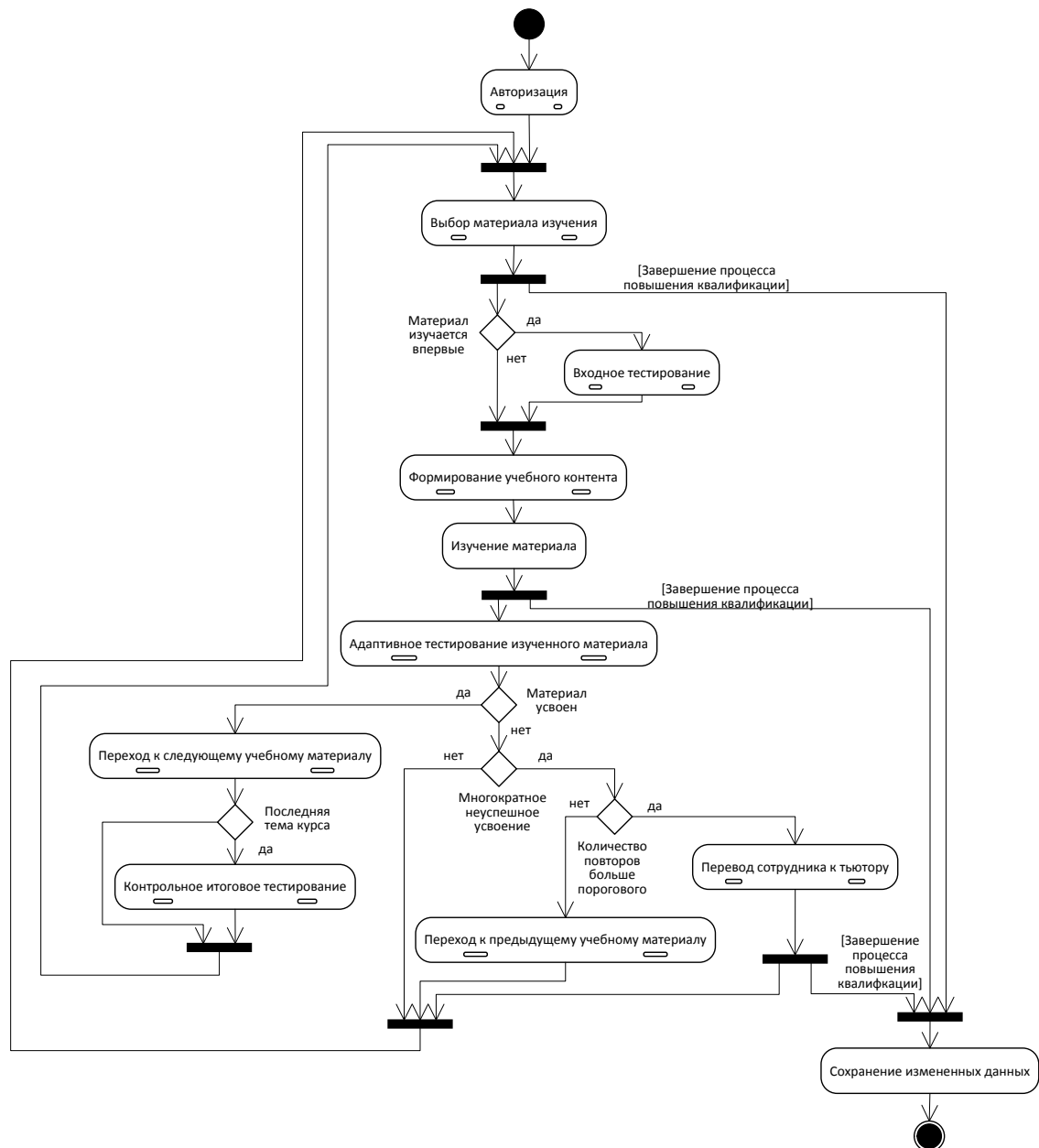


Рисунок 3 – Алгоритм процесса повышения квалификации

Разработана модель программного управления процессом повышения квалификации (рис. 4), входным алфавитом которой является  $Y_A = \{y_{A0}, y_{A1}, y_{A2}, y_{A3}, y_{A4}\}$ .

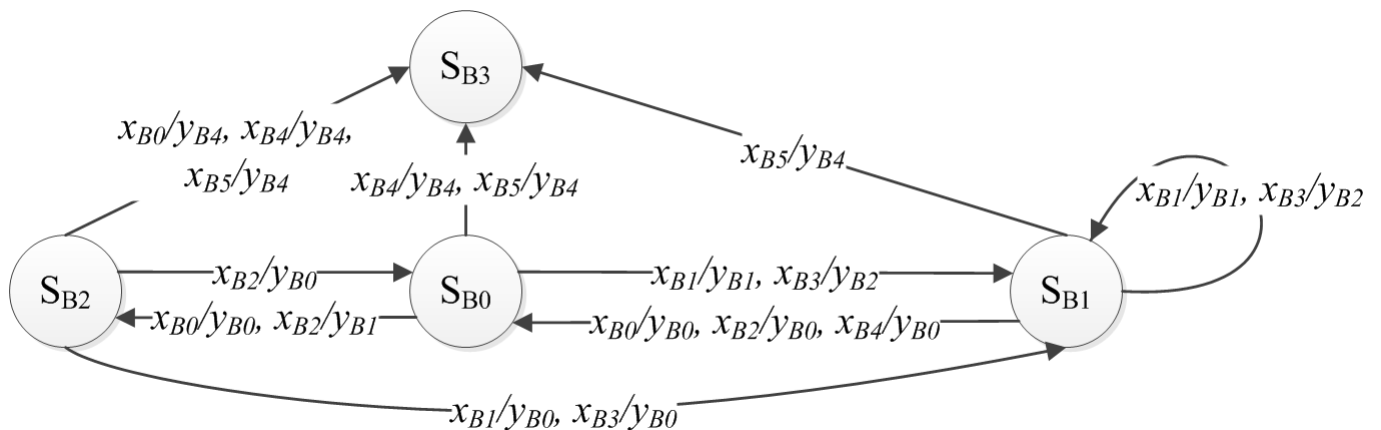


Рисунок 4 – Граф переходов модели программного управления процессом повышения квалификации

Модель программного управления процессом повышения квалификации описывается множеством  $B = \{X_B, Y_B, S_B, f_{pB}, f_{vB}\}$ , где:

-  $X_B = \{x_{B0}, x_{B1}, x_{B2}, x_{B3}, x_{B4}, x_{B5}\}$  – множество, описывающее входной алфавит автомата:  $x_{B0}$  для сотрудников с уровнем  $(y_{A1}, y_{A2}) \in Y_A$  результат адаптивного тестирования выдал значение  $y_{A0} \in Y_A$ ;  $x_{B1}$  для сотрудников с уровнем  $(y_{A1}, y_{A2}) \in Y_A$  результат адаптивного тестирования совпадает или выше среднестатистического показателя;  $x_{B2}$  для сотрудников с уровнем  $(y_{A1}, y_{A2}) \in Y_A$  результат адаптивного тестирования ниже среднестатистического показателя успеваемости;  $x_{B3}$  для сотрудников с уровнем  $(y_{A3}, y_{A4}) \in Y_A$  результат адаптивного тестирования совпадает или выше среднестатистического показателя успеваемости;  $x_{B4}$  для сотрудников с уровнем  $(y_{A3}, y_{A4}) \in Y_A$  результат адаптивного тестирования ниже среднестатистического показателя успеваемости;  $x_{B5}$  для сотрудников с уровнем  $(y_{A3}, y_{A4}) \in Y_A$  результат адаптивного тестирования выдал значение  $y_{A0} \in Y_A$ .

-  $Y_B = \{y_{B0}, y_{B1}, y_{B2}, y_{B3}\}$  - множество, описывающее выходной алфавит автомата:  $y_{B0}$  – формирование учебного элемента, содержащего  $ebz_i \in VB, i = \overline{1, s}$  и  $ebz_i \in VF, i = \overline{1, s+q}$ ;  $y_{B1}$  – формирование учебного элемента, содержащего только  $ebz_i \in VB, i = \overline{1, s}$ ;  $y_{B2}$  – формирование учебного элемента, содержащего  $ebz_i \in VB, i = \overline{1, s}$  и  $ebz_i \in V, i = \overline{1, l}$ ;  $y_{B3}$  – блокировка выдачи учебных элементов.

-  $S_B = \{s_{B0}, s_{B1}, s_{B2}, s_{B3}\}$  - множество, описывающее внутренние состояния автомата:  $s_{B0}$  – перевод сотрудника к изучению текущего учебного элемента;  $s_{B1}$  – перевод сотрудника к изучению следующего учебного элемента;  $s_{B2}$  – перевод сотрудника к изучению предыдущего учебного элемента;  $s_{B3}$  – перевод сотрудника к тьютору.

-  $f_{pB}(s_{Bi}, x_{Bj})$  – функция переходов автомата, определяет следующее состояние в зависимости от  $s_{Bi} \in S_B, i = \overline{0, 3}$  и  $x_{Bj} \in X_B, j = \overline{0, 5}$ .

-  $f_{vB}(s_{Bi}, x_{Bj})$  - функция выходов автомата, определяет выходной сигнал, который представляет собой вариант формирования учебного элемента.

Разработан алгоритм формирования индивидуального учебного элемента (рис. 5). Построены правила формирования учебного элемента при первом изучении учебного элемента и последующих попытках. В процессе индивидуальной сборки учебного контента учитывается уровень абстракции сотрудника.

**В четвертой главе** выполнена реализация АСУ процессом повышения квалификации на основании разработанных моделей и алгоритмов (рис. 6).

Проведены экспериментальные исследования АСУ процессом повышения квалификации на предприятии ООО «Мостстройинвест», в результате которых была подтверждена эффективность использования разработанных алгоритмов, моделей и программных средств в процессе повышения квалификации кадров (табл. 1).

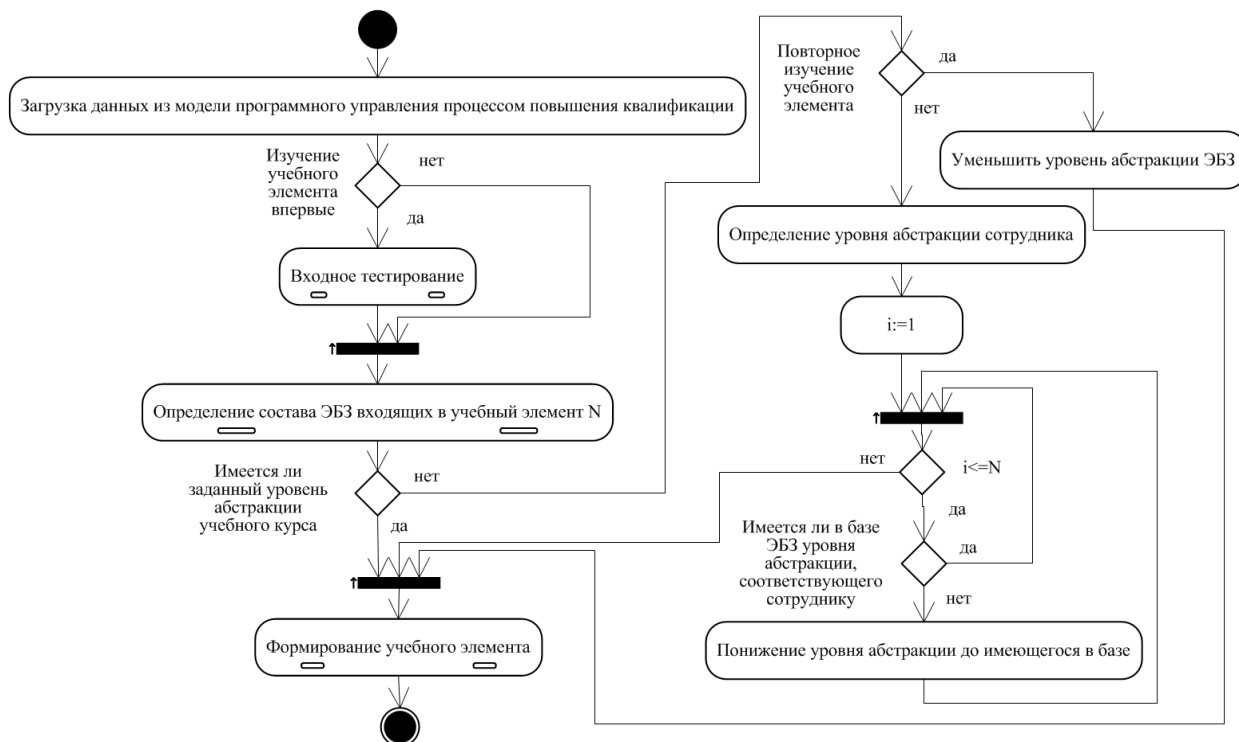


Рисунок 5 – Алгоритм процесса формирования индивидуального учебного элемента

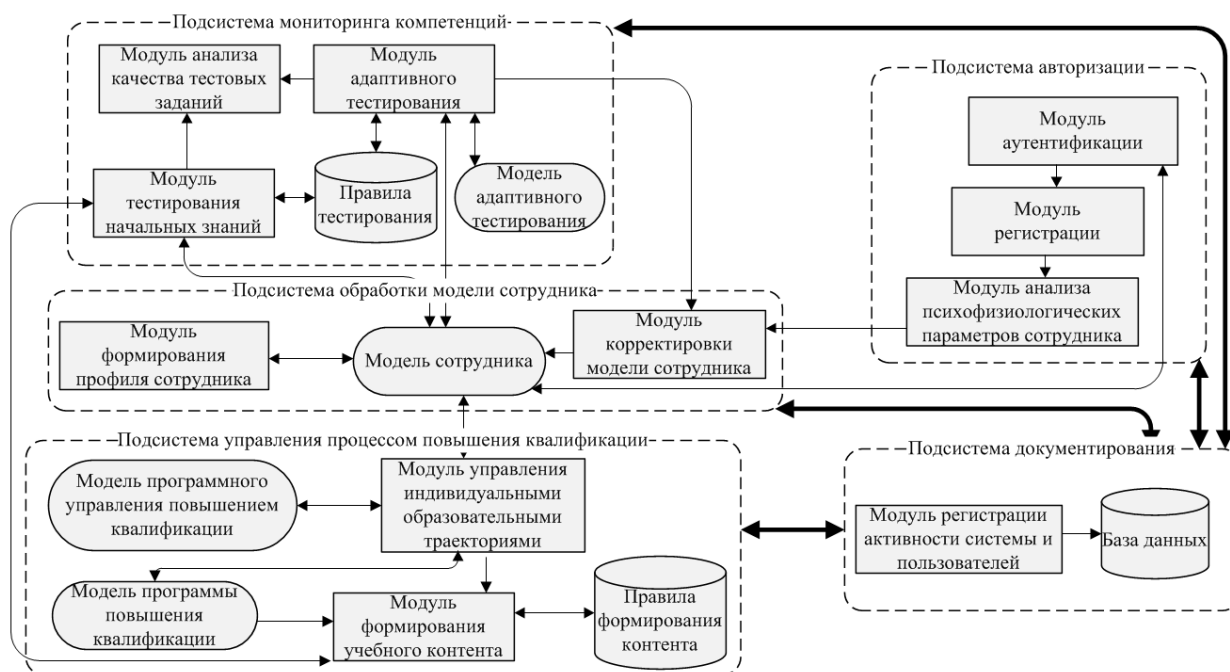


Рисунок 6 – Модульная структура АСУ процессом повышения квалификации

Таблица 1

**Оценка эффективности использования АСУ процессом повышения квалификации**

Наименование показателя	Значение без использования АСУ процессом повышения квалификации 2012год	Значение с использованием АСУ процессом повышения квалификации 2013год
Количество усвоенных базовых ЭБЗ	80,36%	89,75%
Количество усвоенных вариативных ЭБЗ	39,17%	45,63%
Степень усвоения знаний и полученных навыков	72,32%	83,94%
Время адаптивного тестирования	-	сократилось на 17,84%

**В заключении** сформулированы основные результаты работы.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

- На основании проведенного анализа специфики средств и методов повышения квалификации кадров в системе управления персоналом промышленных предприятий было установлено, что в современных АСУ процессом повышения квалификации не используются в достаточной мере алгоритмы и модели индивидуализации, реализующие эффективное управление индивидуальными образовательными траекториями кадров.

- Для структуризации программы повышения квалификации разработана теоретико-множественная модель, реализующая взаимосвязь между компетенциями и ЭБЗ, представленными на различных уровнях абстракции. Определено, что структура программы повышения квалификации должна состоять из ЭБЗ различных иерархических уровней, что позволяет гибко формировать индивидуальные образовательные траектории.

- Показано, что разработанная модель процесса адаптивного тестирования в форме конечного автомата, основанная на определении начального уровня сложности тестовых заданий в зависимости от уровня подготовки сотрудника, позволяет сократить время тестирования сотрудников в рамках краткосрочных курсов повышения квалификации на 17,84%.

- На основании разработанной модели управления процессом повышения квалификации, учитывающей результаты адаптивного тестирования и уровень успеваемости сотрудника, выходным значением которой является вариант формирования учебного элемента, показана практическая возможность автоматизированного управления переходами сотрудника по структуре программы повышения квалификации. Разработанная модель позволяет делать заключение о варианте формирования контента, в зависимости от ретроспективной информации процесса повышения квалификации сотрудника.

- С помощью алгоритма формирования индивидуального учебного элемента, основанного на продукционных правилах, показана результативность процедуры входного тестирования, заключающаяся в сокращении учебного контента темы на 2 – 3 ЭБЗ, которыми владеет сотрудник. Использование процедуры входного тестирования особенно оправдано на курсах повышения квалификации, так как сотрудники совершенствуют имеющиеся знания, начальный уровень которых важно знать с точки зрения построения индивидуальной программы подготовки.

- Установлено, что разработанные алгоритмы позволяют осуществить рациональную организацию процесса повышения квалификации за счет введения автоматизированного управления индивидуальными образовательными траекториями персонала предприятия.

- Построена модульная структура АСУ процессом повышения квалификации, состоящая из подсистем и модулей, реализующих в совокупности процесс индивидуального повышения квалификации персонала промышленного предприятия.

- На основании разработанного алгоритма формирования профиля сотрудника и программного средства, реализующего модели и алгоритмы автоматизированного процесса повышения квалификации, проведены экспериментальные исследования на предприятии ООО «Мостстройинвест», в результате которых была подтверждена эффективность использования разработанных средств. При этом было установлено, что количество усвоенных базовых ЭБЗ выросло на 9,39%, вариативных ЭБЗ увеличилось на 6,46%, степень усвоения знаний и полученных навыков возросла на 11,62%.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Публикации в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ**

1. **Асадуллаев, Р.Г.** Автоматизация процесса построения индивидуальных траекторий обучения в системе подготовки кадров промышленных предприятий [Текст] / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев, С.С. Трухачев // Информационные системы и технологии: научно-технический журнал. - Орел: Госуниверситет – УНПК. – 2012. - №6 (74). – С. 75-84. (личное участие – 33%)

2. **Асадуллаев, Р.Г.** Интерактивная динамическая модель обучения на основе интеллектуальной системы поддержки принятия решений и многомерных баз знаний [Текст] / В.В. Ломакин, С.С. Трухачев, М.А. Косоногов., Р.Г. Асадуллаев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова: научно-теоретический журнал. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова – 2013. – №1. – С. 177–179. (личное участие – 25%)

3. **Асадуллаев, Р.Г.** Построение формальной модели представления знаний для систем индивидуального электронного обучения [Текст] / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев // Научные ведомости Белгородского государственного университета: научный журнал. – Белгород: Издательский дом «Белгород» – 2013. – №8(151) выпуск 26/1. – С. 151–160. (личное участие – 50%)

### **Публикации в рецензируемых журналах и сборниках международных и всероссийских конференций**

4. **Асадуллаев, Р.Г.** Повышение качества образования на основе использования автоматизированных обучающих систем [Текст] / Р.Г. Асадуллаев // Математическое и компьютерное моделирование в решении задач строительства, техники, управления и образования: сборник статей XVI Международной научно-технической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА. – 2011. – С. 8–11.

5. **Асадуллаев, Р.Г.** Применение алгоритмов адаптации в автоматизированных системах управления процессом обучения [Текст] / Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин, С.С. Трухачев // Дистанционное образование XXI века: проблемы, опыт, перспективы: сб. науч. Ст. Междунар. Науч.-практ. Конф., Белгород, 27 апреля 2012г. – Белгород: МЭСИ, 2012. – С. 13–19. (личное участие – 33%)

6. **Асадуллаев, Р.Г.** Построение индивидуальной траектории изучения учебного курса на основе адаптивной модели обучения с учетом ретроспективной информации [Электронный ресурс] / В.В. Ломакин, С.С. Трухачев, Р.Г. Асадуллаев. Электронные данные. - Орел: РИО ПГСХА. – 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). (личное участие – 33%)

7. **Асадуллаев, Р.Г.** Разработка формальных средств адаптивного обучения сотрудников промышленных предприятий [Текст] / Р.Г. Асадуллаев // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области информатики и информационных технологий: сб. науч. работ: в 3 т. – Белгород: ИД «Белгород», 2012. – Т.3. – С.78–85.

8. **Асадуллаев, Р.Г.** Разработка алгоритма формирования решающего правила в процессе индивидуального обучения персонала промышленных предприятий [Текст] / Р.Г. Асадуллаев // Прикладная математика, управление и информатика: сборник трудов Междунар. молодеж. конф., Белгород, 3-5 октября 2012 г. в 2 т. – Белгород: ИД «Белгород», 2012. – Т. 2. – С. 325-328.

9. **Асадуллаев, Р.Г.** Анализ методов оценки качества инновационных программных средств [Текст] / Е.С. Бугаева, Р.Г. Асадуллаев // Современные проблемы и перспективы управления развитием инновационной экономики: материалы Междунар. Науч.-практ. конф. (Белгород, 18-19 окт. 2012 г.) / отв. Ред. Д.э.н., проф. Г.С. Феррару. – Белгород: МД «Белгород», 2012. – С. 371–376. (личное участие – 50%)

10. **Асадуллаев, Р.Г.** Анализ подходов, используемых в процессе обучения кадров промышленных предприятий с применением информационных технологий

[Текст] / Р.Г. Асадуллаев, Ю.Ю. Войтова // Современные проблемы и перспективы управления развитием инновационной экономики: материалы Междунар. Науч.-практ. конф. (Белгород, 18-19 окт. 2012 г.) / отв. Ред. Д.э.н., проф. Г.С. Феррару. – Белгород: МД «Белгород», 2012. – С. 365–369. (личное участие – 50%)

11. **Асадуллаев, Р.Г.** Построение структурной схемы процесса адаптивного управления индивидуальным обучением персонала промышленных предприятий [Электронный ресурс] / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев // II международная научно-техническая интернет-конференция «Информационные системы и технологии». - Орел: Госуниверситет – УНПК. – 2013. Режим доступа: <http://isit-conf.gu-unpk.ru/conferences/2/materials/manager/view/178>, свободный. (личное участие – 50%)

12. **Асадуллаев, Р.Г.** Адаптивные системы управления обучением как инструмент повышения эффективности профессионального образования [Электронный ресурс] / В.В. Ломакин, Р.Г. Асадуллаев // Межрегиональная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы прикладной информатики в образовании, экономике, государственном и муниципальном управлении». – Барнаул: Алтайский государственный университет. – 2013. Режим доступа: [http://www.econ.asu.ru/pdf/Programma\\_PIEGMU/asadullaev.pdf](http://www.econ.asu.ru/pdf/Programma_PIEGMU/asadullaev.pdf), свободный. (личное участие – 50%)

### **Охранные документы на интеллектуальную собственность**

13. **Асадуллаев, Р.Г.** База данных учебных курсов декомпозированных на элементарные компоненты знаний: свидетельство об официальной регистрации базы данных «База данных учебных курсов декомпозированных на элементарные компоненты знаний» № 2012621230 Российская Федерация / С.С. Трухачев, Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин, А.А. Кашина, М.А. Косоногова. – заявл. № 2012621090 от 15.10.2012; опубл. 28.11.2012. (личное участие – 20%)

14. **Асадуллаев, Р.Г.** База данных средств поддержки гибкой обратной связи процесса обучения: свидетельство об официальной регистрации базы данных «База данных средств поддержки гибкой обратной связи процесса обучения» № 2012621231 Российская Федерация / С.С. Трухачев, Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин, А.А. Кашина, М.А. Косоногова. – заявл. № 2012621091 от 15.10.2012; опубл. 28.11.2012. (личное участие – 20%)

15. **Асадуллаев, Р.Г.** Программа адаптации учебного материала к текущему состоянию качества освоения дидактических единиц обучаемыми: свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Программа адаптации учебного материала к текущему состоянию качества освоения дидактических единиц обучаемыми» № 2012660590 Российская Федерация / С.С. Трухачев, Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин, А.А. Кашина, М.А. Косоногова. – заявл. № 2012618755 от 15.10.2012; опубл. 23.11.2012. (личное участие – 20%)

16. **Асадуллаев, Р.Г.** База данных системы адаптивного формирования индивидуальных образовательных траекторий: свидетельство об официальной регистрации базы данных «База данных системы адаптивного формирования индивидуальных образовательных траекторий» № 2013620871 Российская Федерация / Р.Г. Асадуллаев, В.В. Ломакин. – заявл. № 2013620588 от 14.06.2013; опубл. 30.07.2013. (личное участие – 50%)

Подписано в печать 06.11.2013. Гарнитура Times New Roman

Формат 60×84/16. Усл. п. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 427.

Оригинал-макет подготовлен и тиражирован в ИД «Белгород» НИУ «БелГУ»  
308015, г. Белгород, ул. Победы, д. 85.

