



# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.5

## ОРГАНИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ

**В.В. ЛОМАКИН**  
**Р.Г. АСАДУЛЛАЕВ**

*Белгородский  
государственный  
национальный  
исследовательский  
университет*

*e-mail:  
lomakin@bsu.edu.ru  
asadullaev@bsu.edu.ru*

Разработана методика интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями, основанная на последовательном применении моделей предметной области, обучающегося, адаптивного тестирования и адаптивного программного обучения. Построены алгоритмы интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями и адаптивного тестирования знания обучающихся.

Ключевые слова: система электронного обучения, элементарный блок знания, личностно-ориентированное обучение, индивидуальная траектория обучения, интеллектуальный алгоритм формирования учебного курса.

В работе [1] была обоснована целесообразность использования интеллектуальных методов в автоматизированных системах управления обучением с целью организации индивидуального подхода к обучающимся. Функционирование интеллектуальной системы управления образовательными траекториями основывается на модели адаптивного тестирования знаний совместно с моделью разветвленного программного обучения, что позволяет наиболее гибко корректировать развитие обучающихся [2].

Так как современные автоматизированные системы управления обучением не реализуют интеллектуальные методы индивидуального обучения или используют лишь некоторые возможности индивидуализации, необходима разработка методики интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями, которая содержит достаточный набор средств и алгоритмов индивидуального управления процессом обучения.

Интеллектуальное управление индивидуальными образовательными траекториями основывается на автономном управлении процессом обучения с вмешательством в контур управления преподавателя лишь в ситуациях, когда система не способна самостоятельно принять эффективное управляющее решение. При этом автоматизированная система управления обучением должна формировать управляющие решения, основываясь на четырех моделях:

- модель предметной области, представленная в виде графа связности;
- модель обучаемого, отражающая индивидуальные особенности и результаты обучения;
- модель процесса адаптивного тестирования, использующая технологию ступенчатого выявления знаний;
- модель адаптивного программного обучения, управляющая продвижением обучаемого по учебно-методическому материалу.

На рис. 1 представлен алгоритм интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями.

Процесс авторизации идентифицирует пользователя и предоставляет функционал системы, доступный в зависимости от статуса пользователя. Если обучающийся впервые проходит процедуру авторизации, то ему предоставляются тестовые задания на выявление индивидуальных психофизиологических особенностей, по результатам которых производится первоначальная настройка модели обучаемого.

Далее система восстанавливает последний сеанс работы пользователя. Если обучаемый впервые изучает учебный материал, то он проходит входное тестирование с целью выявления знаний по данному материалу и корректировки содержимого учебного контента, используя предметную модель. При этом учебный контент формируется в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся, обеспечивая наиболее рациональное содержимое учебного материала. В том случае, когда учебный элемент изучается повторно, осуществляется анализ образовательной траектории обучающегося, на основании которого производится переработка содержимого учебного контента.

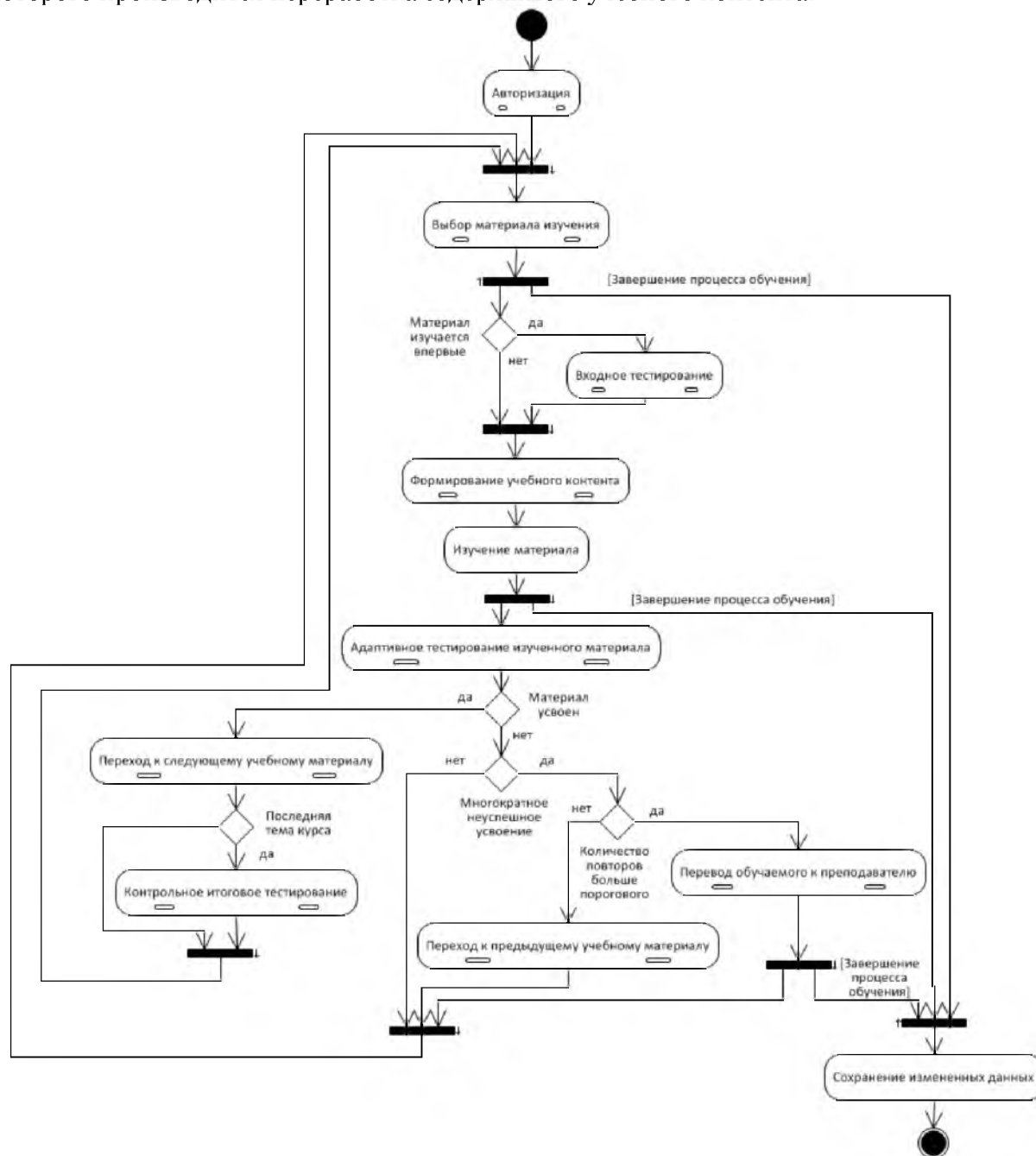


Рис. 1. Алгоритм интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториями

Изучив содержимое сформированного учебного контента, обучающийся проходит адаптивное тестирование, оценивающее степень усвоения учебного контента (рис. 2). Процесс адаптивного тестирования организован таким образом, что обучающемуся доступен набор тестовых заданий, соответствующих его индивидуальным особенностям. Результаты адаптивного тестирования являются основой для координации направления перехода между изучаемыми учебными элементами курса.



Алгоритм адаптивного тестирования отражает уровни сложности тестовых заданий, которые определяются в зависимости от рейтинга обучаемого, хранимого в модели обучаемого. При построении процедуры адаптивного тестирования необходимо учитывать следующие особенности:

- рациональный объем тестового задания должен быть в пределах 40 вопросов [3];
- коэффициент автоматизации, зависящий от важности принимаемых решений, соответствующих каждой специальности, должен иметь значение от 0,5 до 1;
- обучаемый может перейти на один уровень сложности тестовых заданий ниже или выше в зависимости от результата текущего уровня сложности тестовых заданий;
- тестовые задания начинаются с уровня сложности, соответствующего уровню обучаемого;
- каждый уровень сложности тестового задания соответствует определенной оценке по установленной балльной шкале.

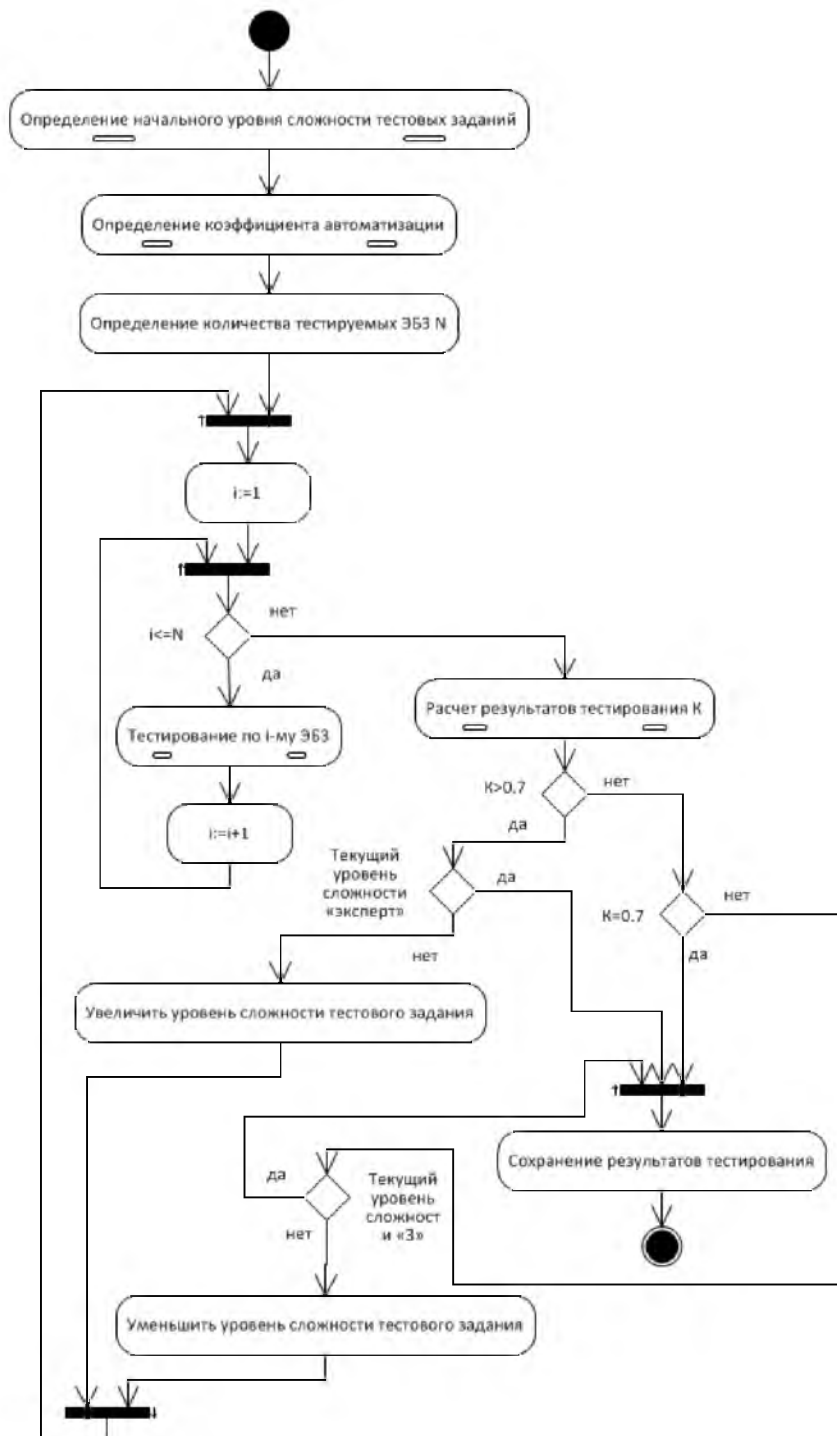


Рис. 2. Алгоритм адаптивного тестирования



При успешном изучении материала (результаты соответствуют модели обучаемого), осуществляется переход к очередному учебному элементу курса. Если изучены все учебные элементы курса, то формируется итоговое тестовое задание, на основании которого производится перевод обучаемого к следующему учебному курсу.

В зависимости от результатов адаптивного тестирования и модели обучаемого модель адаптивного программного обучения производит перевод обучаемого по учебным элементам курса. На основании количества неуспешных результатов адаптивного тестирования производится либо перевод обучающегося с одного учебного элемента на другой, либо обучающийся направляется к преподавателю для разъяснения возникшей проблемной ситуации. При этом производится блокировка изучаемого курса, которую снимает преподаватель после корректирующего воздействия на обучающегося в виде разъяснения возникших трудностей в освоении учебного материала.

При построении процедуры адаптивного тестирования необходимо учитывать следующие особенности:

– количество элементарных блоков знаний (ЭБЗ), изучаемых в теме варьируется от 3 до 7 [4];

– коэффициент автоматизации, зависящий от важности принимаемых решений, соответствующих каждой специальности, должен иметь значение от 0,5 до 1 [3];

– обучающийся может перейти на один уровень сложности тестовых заданий ниже или выше в зависимости от результата текущего уровня сложности тестовых заданий;

– количество вопросов по каждому ЭБЗ на каждом уровне сложности тестовых заданий должно варьироваться от 1 до 3;

– тестовые задания начинаются со сложности, соответствующей уровню обучающегося;

– каждый уровень сложности тестового задания соответствует определенной оценке по установленной бальной шкале;

– тестовые задания выдаются по одному в произвольном порядке, при этом обучающийся должен проходить тестирование, не задумываясь над логическим следованием вопросов тестового задания.

В зависимости от истинности ответа обучающегося на вопрос возможны следующие варианты:

– если обучающийся отвечает правильно на оба вопроса, то система генерирует вопрос по следующему ЭБЗ;

– если обучающийся дает один правильный и один неправильный ответ, то система генерирует 3-й вопрос по этому же ЭБЗ;

– если обучающийся не отвечает на все вопросы или отвечает правильно лишь на один из 3-х предложенных, то система генерирует вопрос по следующему ЭБЗ. При этом ЭБЗ учитывается как не изученный.

После прохождения всех вопросов на заданном уровне сложности тестового задания производится расчет результатов тестирования  $K$ , на основании которого, система принимает одно из следующих решений:

1) если  $K > 0,7$ :

– если текущий уровень сложности = «эксперт» то сохранение результатов тестирования и выход;

– если текущий уровень сложности  $\neq$  «эксперт» то увеличить уровень сложности тестового задания и начать тестирование;

2) если  $K = 0,7$  то сохранение результатов тестирования и выход;

3) если  $K < 0,7$ :

– если текущий уровень сложности = «3» то сохранение результатов тестирования и выход;

– если текущий уровень сложности  $\neq$  «3» то уменьшить уровень сложности тестового задания и начать тестирование.

Определение начального уровня сложности тестовых заданий основывается на рейтинге, который зафиксирован в модели обучающегося (рисунок.3). Уровень сложности тестовых заданий отражается в модели обучающегося, следовательно, алгоритм должен сопоставить рейтинг обучающегося с начальным уровнем сложности тестового задания. В первую очередь система проверяет наличие рейтинга обучающегося по текущему разделу учебной дисциплины. Если таковой отсутствует, то производится проверка рейтинга обучающегося по изучаемой дисциплине. Когда изучается первая тема дисциплины, производится проверка наличия рейтинга обучающегося по учебному циклу.

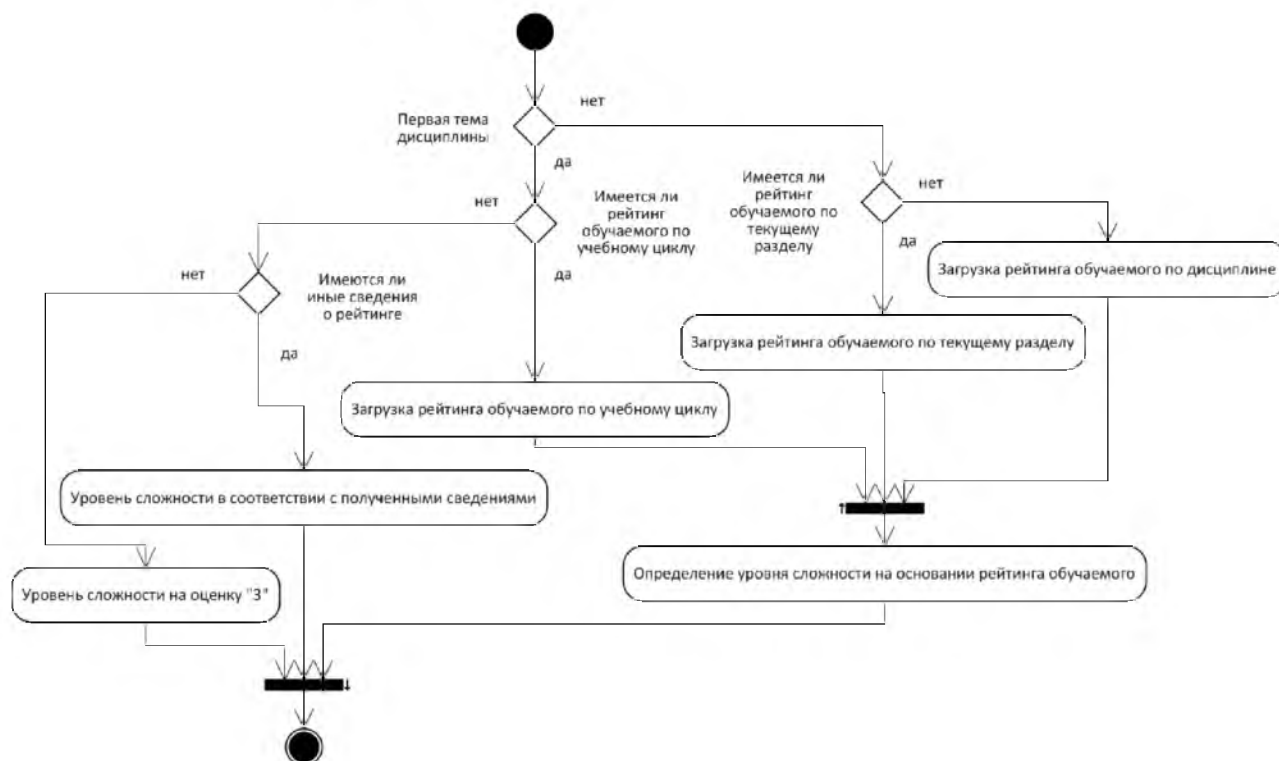


Рис. 3. Алгоритм определения начального уровня сложности тестовых заданий

В том случае, когда обучающийся впервые начал обучение, то есть отсутствует какой либо зафиксированный рейтинг, система может воспользоваться иными источниками данных о рейтинге обучающегося, к которым относятся данные о результатах обучения в ВУЗе, данные о результатах предыдущих курсов подготовки, переподготовки и повышения квалификации, иные источники информации, позволяющие определить начальный уровень сложности тестовых заданий.

После определения начального уровня сложности тестовых заданий производится настройка коэффициента автоматизации, который позволяет задать время тестирования в соответствии с индивидуальными особенностями обучающегося (рис. 4).

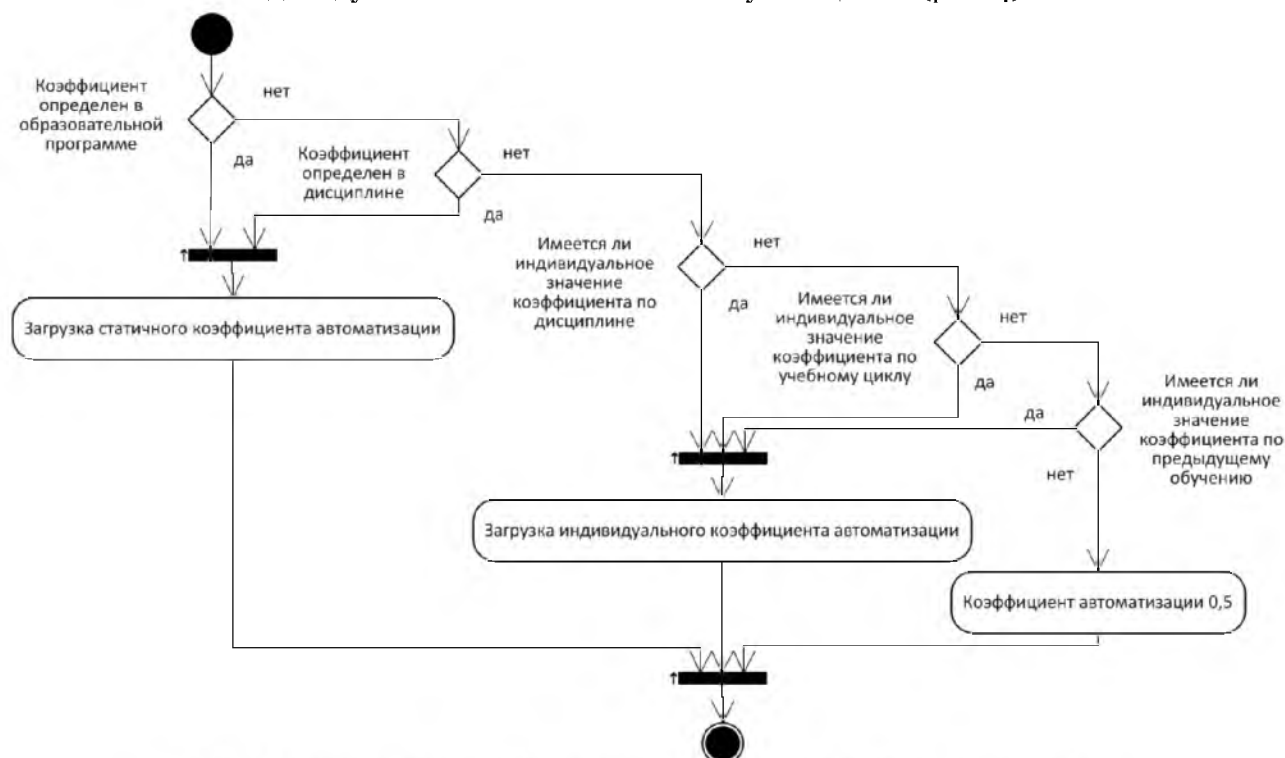


Рис. 4. Алгоритм процесса определения коэффициента автоматизации

Данный коэффициент рассчитывается системой, основываясь на статистических показателях, определяемых в процессе тестирования обучающегося. В том случае, когда специфика изучаемого материала требует определенного значения коэффициента автоматизации, он задается статично и не может изменяться в зависимости от индивидуальных способностей обучающегося.

В начале система определяет наличие установленного коэффициента автоматизации в образовательной программе, затем в случае отсутствия такого производится проверка установленного коэффициента автоматизации в дисциплине. Если отсутствуют установленные коэффициенты автоматизации, то система производит проверку наличия в модели обучающегося рассчитанного индивидуального коэффициента автоматизации по учебной дисциплине, в противном случае по учебному циклу. В том случае, когда подобные значения отсутствуют, система определяет наличие коэффициента автоматизации по предыдущим курсам подготовки, переподготовки и повышения квалификации. Когда в системе отсутствуют значения коэффициента автоматизации (нет установленных значений и обучающийся впервые проходит обучение), система по умолчанию присваивает значение равное 0,5.

На рис. 5 представлен алгоритм вывода вопросов по изученной теме.

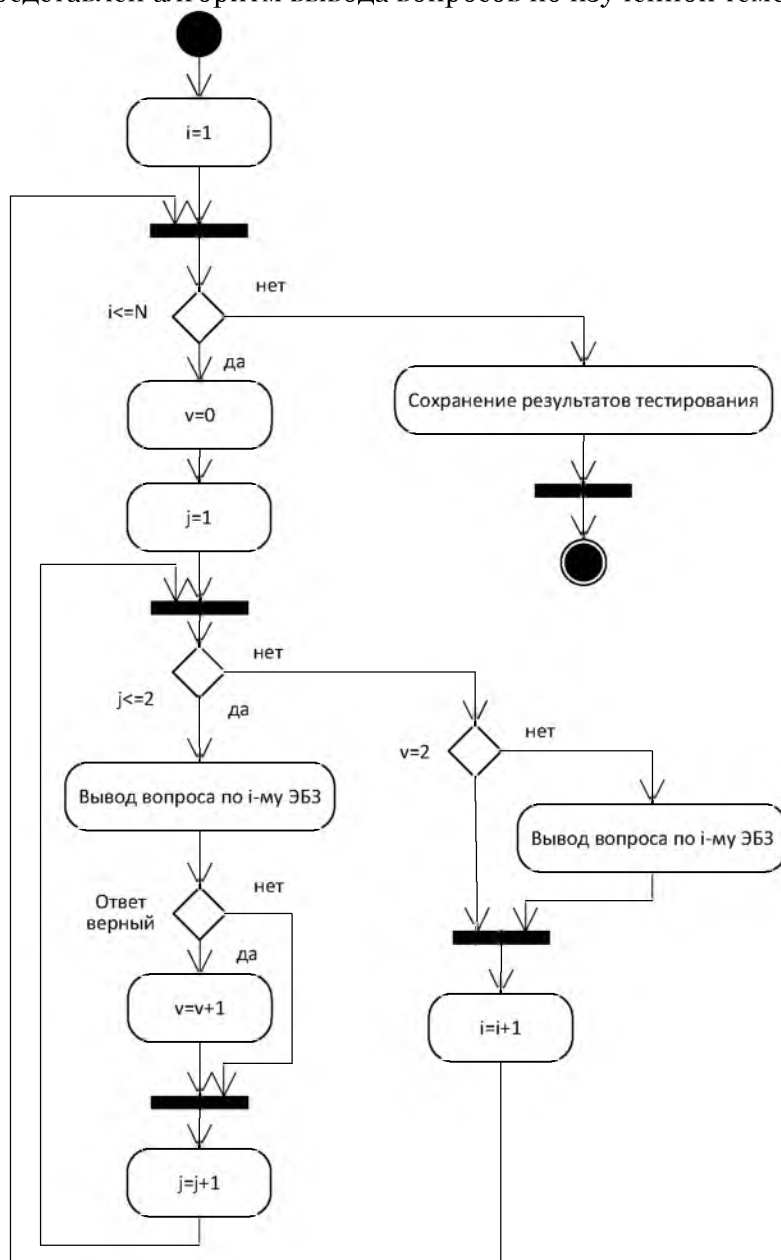


Рис. 5. Алгоритм процесса вывода вопросов по теме



В алгоритме введены следующие обозначения:

- $N$  – число ЭБЗ, изучаемых в текущей теме;
- $i$  – номер ЭБЗ;
- $v$  – число верно отвеченных вопросов по  $i$ -му ЭБЗ;
- $j$  – номер вопроса по  $i$ -му ЭБЗ.

Если  $i$ -й ЭБЗ не равен  $N$ , то обучающемуся поочередно выводится два тестовых вопроса. В том случае, когда обучающийся ответил верно на оба вопроса, система выводит вопросы по следующему ЭБЗ. Если обучающийся ответил неверно хотя бы на один вопрос, то система выводит третий вопрос по  $i$ -му ЭБЗ. Цикл продолжается до тех пор, пока система не произведет вывод вопросов по каждому ЭБЗ изученной темы.

Таким образом, разработана методика интеллектуального управления индивидуальными образовательными траекториям, основой которой является алгоритм управления траекториями обучения. Интеллектуальная составляющая данного подхода обеспечивается описанием функций преподавателя с помощью алгоритма, осуществляющего взаимодействие и обмен информацией между моделями обучающегося, адаптивного тестирования знаний, предметной области и адаптивного программного обучения. Определены особенности процесса адаптивного тестирования, учет которых позволит рациональным образом организовать процесс выявления знаний обучающихся по изученному материалу. Разработанный алгоритм адаптивного тестирования учитывает индивидуальные особенности обучающихся, что позволяет осуществлять гибкую настройку процесса тестирования.

Исследование выполнено в рамках Государственного задания Министерства образования и науки РФ на выполнение НИР подведомственным вузам в 2013 году. Проект № 8.8600.2013.

#### Список литературы

1. 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..
2. Ломакин, В.В. 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 №6 (74). – Орел: Госуниверситет – УНПК. – 2012. – С. 75-84.
3. Беспалько, В.П. Теория учебника: Дидактический аспект [Текст]/ В.П. Беспалько. – Москва: Педагогика, 1988. – 160 с.
4. Пахунов, А.В. Разработка принципов структуризации учебно-методических материалов для подготовки специалистов промышленных предприятий в системе электронных образовательных ресурсов [Текст]: автореф. диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук (24.12.10) / Антон Валерьевич Пахунов; Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. – Москва, 2010. – 15с.
5. Аванесов, В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе [Текст]: пособие для слушателей Учеб. центра Гособразования СССР / В.С. Аванесов; Моск. ин-т стали и сплавов, Исслед. центр по пробл. упр. качеством подготовки специалистов при МИСиС. – Москва: МИСиС, 1989.– 167 с.

## ORGANIZATION OF INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORIES INTELLECTUAL CONTROL

**V.V. LOMAKIN**  
**R.G. ASADULLAEV**

*Belgorod National  
Research University*

*e-mail:*  
*lomakin@bsu.edu.ru*  
*asadullaev@bsu.edu.ru*

The method of intellectual individual learning path control was developed. This method based on models of subject area, adaptive testing, student and adaptive programming learning. The intellectual individual educational trajectories and adaptive knowledge testing algorithms were built.

Keywords: e-learning, the elementary unit of knowledge, personal-focused training, personal trajectory of training, intellectual algorithm for the forming of a training course.