

© Ершов Е. В., Виноградова Л. Н., Мартюгов А. С., 2019

Ершов Евгений Валентинович

Доктор технических наук, профессор,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: evershov@mail.ru

Ershov Evgeny Valentinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: evershov@mail.ru

Виноградова Людмила Николаевна

Кандидат технических наук, доцент,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: lvinogradova@bk.ru

Vinogradova Lyudmila Nikolaevna

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: lvinogradova@bk.ru

Мартюгов Артем Сергеевич

Аспирант,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: martyugov@bk.ru

Martyugov Artem Sergeevich

Post-graduate student,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: martyugov@bk.ru

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И
АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРОЦЕССА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**MATHEMATICAL AND ALGORITHMIC
SUPPORT FOR THE PROCESS OF
AUTOMATED TRAINING OF
INDUSTRIAL ENTERPRISE PERSONNEL**

Аннотация. В данной статье рассмотрены и описаны алгоритмы формирования адаптивного тестового материала на основе конечного автомата, а также алгоритмы выбора интерактивного сценария на основе дерева решений. Применение этих алгоритмов позволяет оптимальным образом сформировать такую систему проверки знаний, при которой наиболее полно и достоверно оцениваются компетенции обучаемого сотрудника.

Abstract. This article discusses and describes algorithms for the formation of adaptive test material based on a finite state machine, as well as algorithms for choosing an interactive scenario based on a decision tree. The use of these algorithms makes it possible to optimally form such a system of knowledge testing in which the competencies of the trained employee are most fully and reliably evaluated.

Ключевые слова: обучение персонала; компьютерные обучающие системы; адаптивные алгоритмы проверки знаний; программный комплекс

Keywords: staff training, computer training systems, adaptive knowledge verification algorithms, software package

Введение

Долгое время считалось, что главным ресурсом любой промышленной компании в первую очередь являются ее производственные мощности и набор используемых

на предприятии специфичных технологий. Однако переход на рубеже XX и XXI вв. к постиндустриальному обществу показал несостоятельность этой идеи в современном мире. Главным интенсивным фактором развития постиндустриального общества стал человеческий капитал – профессионалы, высокообразованные люди, наука и знания во всех видах экономической инновационной деятельности.

Таким образом, в современных реалиях главной задачей бизнеса, который хочет остаться эффективным и конкурентоспособным, является обеспечение предприятия высококвалифицированными сотрудниками.

Один из путей решения данной задачи – обучение и переподготовка уже имеющегося на предприятии персонала. Регулярное обучение позволяет повысить уровень знаний, навыков и профессионального развития сотрудников, что способствует увеличению интеллектуального капитала компании, дает значительные конкурентные преимущества, служит инструментом увеличения эффективности, прибыльности бизнеса.

Весь процесс обучения условно можно разделить на две основные части: 1-я часть – изучение работниками теоретического материала, закрепление полученных знаний в форме практических занятий; 2-я часть – проверка качества усвоения знаний (сюда входят различные виды тестирования, решение производственных задач на практике).

С развитием информационных технологий все больше предприятий отдают предпочтение обучению персонала с помощью компьютерных обучающих систем (КОС). Компьютерная обучающая система представляет собой программное обеспечение, которое предлагает пользователю прохождение обучения на основе красочного теоретического материала с дальнейшим закреплением знаний благодаря интерактивному курсу на основе виртуальной реальности. Проверка усвоения материала в КОС осуществляется при помощи адаптивных тестов, позволяющих получить максимально объективную оценку знаний обучаемых.

Основная часть

Стремительное развитие технологий в условиях постоянного изменения требований к сотрудникам вынуждает работодателей выделять значительные ресурсы на профессиональную подготовку и переподготовку рабочих и специалистов.

Под профессиональным обучением по программам профессиональной подготовки по профессиям рабочих и должностям служащих понимается профессиональное обучение лиц, ранее не имевших профессии рабочего или должности служащего¹.

Под профессиональным обучением по программам переподготовки рабочих и служащих понимается профессиональное обучение лиц, уже имеющих профессию рабочего, профессии рабочих или должность служащего, должности служащих, в

¹ Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 25.11.2013). – URL: <https://duma.consultant.ru/page.aspx?1646176> (дата обращения: 16.09.2019).

целях получения новой профессии рабочего или новой должности служащего с учетом потребностей производства, вида профессиональной деятельности¹.

Существующая модель обучения персонала промышленного предприятия

Профессиональное обучение или переобучение направлено на приобретение лицами различного возраста профессиональной компетенции, в том числе для работы с конкретным оборудованием, технологиями, аппаратно-программными и иными профессиональными средствами, получение указанными лицами квалификационных разрядов, классов, категорий по профессии рабочего или должности служащего без изменения уровня образования².

Продолжительность профессионального обучения определяется конкретной программой профессионального обучения, разрабатываемой и утверждаемой на основе профессиональных стандартов (при наличии) или установленных квалификационных требований организацией, осуществляющей образовательную деятельность, если иное не установлено законодательством Российской Федерации.

Программы профессионального обучения не задают жесткие рамки для форм представления учебных материалов и проверки знаний. Несмотря на это большинство работодателей и центров подготовки специалистов придерживаются классического подхода и используют в ходе работы с обучаемыми классическую схему обучения, которая предполагает проведение очных занятий в форме лекций, проверку знаний в форме очного опроса или тестирования с применением бумажных бланков. Практическим занятиям в такой схеме время уделяется по остаточному принципу³.

В общей форме процесс профессиональной подготовки специалиста можно представить в виде следующей схемы (см. рис. 1).



Рис. 1. Процесс профессиональной подготовки специалиста

Лекция – это устное систематическое и последовательное изложение материала по какой-либо проблеме, методу, теме вопроса и т. д. Проведение лекционных

¹ Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 25.11.2013). – URL: <https://duma.consultant.ru/page.aspx?1646176> (дата обращения: 16.09.2019).

² Там же.

³ Шевченко О. И., Волков М. А., Леонов В. А. Технологии нестандартного обучения // Педагогика высшей школы. – 2018. – № 3. – С. 17–25.

занятий считается классическим и одним из самых первых подходов к обучению, но, как и у любого другого подхода, у него есть свои преимущества и недостатки.

Преимущества лекционной подачи материала:

- 1) лектор полностью контролирует содержание и последовательность подачи материала;
- 2) возможность охвата большой аудитории;
- 3) относительно низкие финансовые затраты на одного обучающегося (особенно при условии большого числа слушателей).

Недостатки лекционной подачи материала:

- 1) низкая активность слушателей, невозможность получения обратной связи снижают эффективность усвоения учебного материала;
- 2) невозможность учета различий в образовательном уровне и профессиональном опыте слушателей;
- 3) высокие требования к мастерству лектора. Далеко не каждый преподаватель всегда эмоционально разнообразен и способен добиться высокого уровня внимания и активности («включенности») слушателей на всем протяжении лекции.
- 4) проведение лекционных занятий обычно жестко привязано к учебному расписанию. В случае отсутствия обучающегося на занятиях ему бывает трудно восстановить пропущенный материал в полном объеме¹.

Рассматривая приведенные выше преимущества и недостатки лекционной подачи учебного материала, можно сделать вывод о том, что в разрезе профессиональной подготовки и переподготовки специалистов данный подход не является оптимальным.

Такие недостатки лекций, как невозможность учета различий в образовательном уровне слушателей и невозможность получения обратной связи, являются критичными, так как с изменением экономических реалий и требований к подготовке специалистов на первое место выходит фактическое усвоение образовательного материала сотрудником, а не получение подтверждающих квалификацию документов.

Рассматривая данный способ изложения материала, следует признать, что на настоящий момент он является устаревшим и не позволяет добиться желаемых результатов в обучении сотрудника.

Контроль знаний на основе «тестирования» можно считать одним из наиболее востребованных методов как в учебных заведениях, так и при проведении различного рода опросов. Например, тестирование проводится при приеме на работу для исследования профпригодности соискателя².

Преимущества тестирования:

¹ Компьютерные технологии в высшем образовании: Тезисы докладов Всероссийской научно-методической конференции. Санкт-Петербург, 14–18 марта 1994. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики, 1994. – 132 с.

² Попов А. В. Тестирование как метод контроля качества знаний студентов // Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. – 2013. – № 1. – С. 283–286.

1) тестирование является более качественным и объективным способом оценивания, его объективность достигается путем стандартизации процедуры проведения, проверки показателей качества заданий и тестов целиком;

2) тест – это более точный инструмент; так, например, шкала оценивания теста из 20 вопросов состоит из 20 делений, в то время как обычная шкала оценки знаний – только из четырех;

3) тестирование более эффективно с экономической точки зрения; основные затраты при использовании данного способа оценивания приходятся на разработку качественного инструментария, т. е. имеют разовый характер.

Недостатки тестирования:

1) длительность, дороговизна и трудоемкость разработки качественного тестового инструментария;

2) принятие специальных мер по обеспечению конфиденциальности тестовых заданий продиктовано требованиями объективности и справедливости теста;

3) в тестировании присутствует элемент случайности, существует вероятность угадывания правильного ответа. Это искажает результаты теста и приводит к необходимости учета вероятностной составляющей при их анализе.

Недостатки тестов (как инструмента проверки знаний) возможно нивелировать при помощи применения современного инструментария, а преимущества позволяют эффективно их использовать в процессе подготовки специалистов и рабочих.

Модель формирования интерактивного сценария итогового контроля

Интерактивный сценарий итогового контроля представляет собой набор из трех виртуальных площадок, каждая из которых направлена на развитие определенной группы компетенций сотрудника. В рамках данного проекта рассматриваются следующие группы компетенций: «Грузоподъемные приспособления и механизмы», «Строповка грузов», «Безопасность труда». Каждой из этих компетенций соответствует определенный набор виртуальных площадок; на них обучаемый может проверить качество усвоения навыков поведения на производстве, а также закрепить порядок выполнения тех или иных технологических операций.

Выбор набора виртуальных площадок, на которых будет проходить итоговый контроль, обусловлен результатами пользователя на предыдущих этапах обучения и осуществляется при помощи специального алгоритма.

На первом шаге алгоритма все обучающие модули разделяются на семь блоков. Число блоков соответствует числу виртуальных площадок, на которых закрепляются полученные в ходе изучения блока знания (см. таблицу).

Таблица

Структура обучающих материалов

Учебный блок	Название обучающего модуля
1	2
Общие вопросы безопасности труда	Классификация опасных и вредных производственных факторов и средств защиты работающих с кранами
	Правила электробезопасности
	Правила пожарной безопасности
	Оказание первой доврачебной помощи

Продолжение таблицы

1	2
Правила безопасности и требования при работе с ГПМ	Область распространения «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов»
	Основные требования безопасности при проведении стропальных работ
	Требования к персоналу, выполняющему работы с применением грузоподъемных механизмов
	Чтение рисунков, эскизов и схем
Грузоподъемные машины	Грузоподъемные машины
	Параметры кранов
	Краны мостового типа
	Автомобильные краны
	Башенные краны
	Портальные краны
	Пневмоколесные, гусеничные и железнодорожные краны
Грузозахватные приспособления и тара	Краны-манипуляторы
	Браковка канатов и цепей
	Приборы и устройства безопасности на кранах
	Блоки, полиспасты и крюковая подвеска
	Грузозахватные органы
	Канаты и цепи
	Стропы
	Траверсы
	Съемные зажимные грузозахватные приспособления
Строповка грузов	Тара
	Строповка валов
	Строповка барабанов
	Строповка деталей типа шестерен, венцов, шкивов, маховиков, бандажей
	Строповка деталей типа кубиков, дисков, конусов
	Строповка корпусных деталей, рам, машин и оборудования
	Строповка металлопроката и труб
	Строповка железобетонных конструкций
Производство работ грузоподъемными машинами	Строповка лесоматериалов
	Выполнение стропальных работ
	Сигнализация и связь при выполнении стропальных работ
	Складирование грузов
	Группы перемешанных грузов
Производство стропальных работ с повышенным риском	Погрузка (разгрузка) автотранспорта
	Выполнение стропальных работ в опасной зоне линий электропередач
	Классы и маркировка опасных грузов
	Требования безопасности при погрузке (разгрузке) опасных грузов
	Система информации об опасности грузов

На втором шаге алгоритма каждому блоку выставляется оценка. Она вычисляется как усредненное значение результатов тестов, входящих в модули, из которых состоит оцениваемый блок.

На третьем шаге формируется набор виртуальных площадок, входящих в состав интерактивного сценария. Для этой задачи используется дерево принятия решений.

Дерево принятия решений – средство поддержки принятия решений, использующееся в машинном обучении, анализе данных и статистике. Структура дерева представляет собой «листья» и «ветки». На ребрах («ветках») дерева решения записаны атрибуты, от которых зависит целевая функция, в «листьях» записаны значения целевой функции, а в остальных узлах – атрибуты, по которым различаются случаи. Чтобы классифицировать новый случай, надо спуститься по дереву до листа и выдать соответствующее значение. Подобные деревья решений широко используются в интеллектуальном анализе данных. Цель состоит в том, чтобы создать модель, которая предсказывает значение целевой переменной на основе нескольких переменных на входе.

Каждый лист представляет собой значение целевой переменной, изменяемой в ходе движения от корня по листу. Каждый внутренний узел соответствует одной из входных переменных. Дерево может быть также «изучено» разделением исходных наборов переменных на подмножества, основанные на тестировании значений атрибутов. Это процесс, который повторяется на каждом из полученных подмножеств. Рекурсия завершается тогда, когда подмножество в узле имеет те же значения целевой переменной, таким образом, оно не добавляет ценности для предсказаний. Процесс, идущий «сверху вниз», индукция деревьев решений (TDIDT)¹ является примером поглощающего «жадного» алгоритма, на сегодняшний день это наиболее распространенная стратегия деревьев решений для данных, но не единственная возможная стратегия. В интеллектуальном анализе данных деревья решений могут быть использованы в качестве математических и вычислительных методов, чтобы помочь описать, классифицировать и обобщить данные, которые можно записать следующим образом:

$$(x, Y) = (x_1, x_2, x_3 \dots x_k, Y).$$

Зависимая переменная Y является целевой переменной; ее необходимо проанализировать, классифицировать и обобщить. Вектор x состоит из входных переменных x_1, x_2, x_3 и т. д., которые используются для выполнения этой задачи.

Дерево состоит из трех уровней, каждый из них соответствует одной из групп компетенций. На первом уровне происходит выбор виртуальной площадки для закрепления компетенций «Грузоподъемные приспособления и механизмы». Переход осуществляется по ветке, которой соответствует обучающий блок с наименьшей оценкой, вычисленной на шаге два.

После перехода на второй уровень необходимо выбрать виртуальную площадку для закрепления умений и навыков, относящихся к группе компетенций «Строповка грузов». Выбор ветви для перехода осуществляется аналогично первому уровню.

На третьем уровне выбираются сценарии для группы компетенций «Безопасность труда». Нужная ветвь определяется по наименьшей оценке за обучающий блок, так же как и на предыдущих уровнях.

¹ Компьютерные технологии в высшем образовании: Тезисы докладов Всероссийской научно-методической конференции. Санкт-Петербург, 14–18 марта 1994. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики, 1994. – 132 с.

В общем виде дерево решений для задачи выбора интерактивного сценария представлено на рис. 2.

Если на каком-либо из уровней все представленные блоки имеют одинаковую оценку, виртуальный сценарий на данном уровне будет выбран случайным образом.

На выходе дерева решений имеем двенадцать различных наборов виртуальных площадок для закрепления умений и навыков, которые подобраны в соответствии с предыдущим опытом тестируемого. Такой подход позволяет обратить внимание именно на материал, вызвавший наибольшее затруднение у пользователя и нуждающийся в дополнительной проработке.

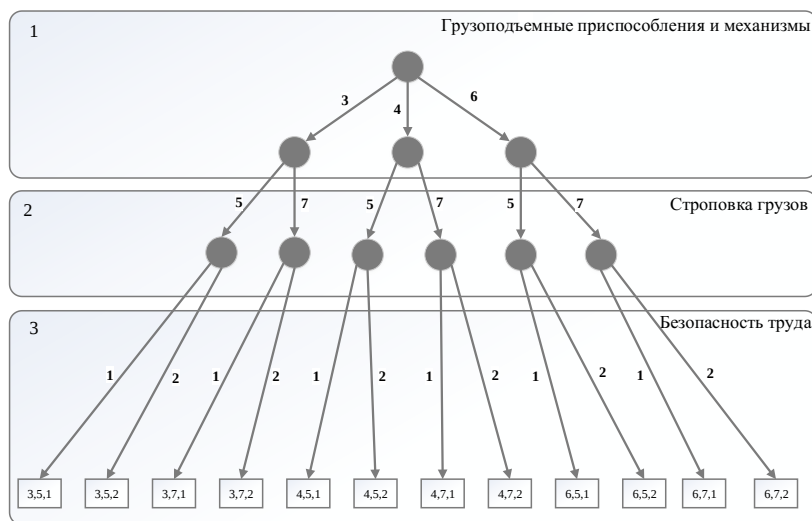


Рис. 2. Дерево решений для задачи выбора интерактивного сценария

Математическая модель адаптивного алгоритма тестирования

Современная организация учебного процесса предполагает использование электронного тестирования в качестве одного из основных способов проверки знаний. Оно используется школами, лицеями, вузами и другими образовательными организациями как в системах дистанционного обучения, так и при традиционных подходах. Электронное тестирование применяется в различных целях: для самостоятельного изучения нового материала, реализации дифференцированного подхода в организации образовательного процесса, проверки знаний и т. д.

Детально процесс разработки тестов описан в трудах Ю. М. Неймана, В. А. Хлебникова, В. С. Аванесова, Н. Н. Самылкина и др.

Основываясь на работах исследователей, можно выделить девять моделей педагогического тестирования: классическую модель, классическую модель с учетом сложности заданий, модель с нарастающей сложностью, модель с распределением задач по уровням усвоения, модель с учетом времени ответа на задание, модель с ограниченным по времени тестированием, адаптивную модель, модель тестирования по сценарию, модель на нечеткой математике.

В последнее время классическое тестирование, реализующееся с помощью стандартных тестов, постепенно утрачивает свою актуальность, так как оно не всегда дает полную оценку знаний учащегося. Активно развиваясь, оно преобразуется в более эффективные интеллектуальные формы адаптивного

тестирования. Они опираются на теоретико-методологические основы, отличные от традиционных, и иные технологии построения и воспроизведения тестов.

Адаптивное тестирование – это тестирование, строящееся по принципу обратной связи, при котором каждое следующее задание формируется на основании результатов тестируемого на предыдущем этапе. Такой процесс проверки знаний более эффективен по сравнению с классическим и позволяет проверить уровень знаний испытуемого, используя меньшее число заданий.

Адаптивная модель тестирования является вариантом традиционной модели, усовершенствованной за счет учета сложности вопросов. Адаптивный тест – это такой тест, в котором сложность заданий изменяется в зависимости от ответов тестируемого. Если испытуемый верно отвечает на вопросы теста, сложность последующих заданий повышается, в противном случае – понижается. Кроме того, предусмотрена возможность добавить в тест дополнительные вопросы для уточнения уровня знаний тестируемого в конкретных областях.

В какой-то мере данный вид тестирования имитирует работу преподавателя на экзамене: в случае уверенного и точного ответа он сразу ставит положительную отметку. В противном случае задаются уточняющие вопросы для того, чтобы помочь испытуемому. Если же тестируемый совершенно не обладает знаниями в проверяемой области, он сразу получает отрицательную оценку.

Существуют две основные стратегии появления тестовых заданий в адаптивном тестировании: двухшаговые и многошаговые, согласно которым используются различные модели формирования адаптивных тестов. Двухшаговая стратегия предполагает наличие двух этапов проверки знаний. На первом этапе все испытуемые получают одинаковый входной тест. На втором этапе происходит построение адаптивных тестов на основе результатов проверки знаний на первом шаге.

Следующей ступенью в развитии современной теории тестирования стали многошаговые стратегии адаптивного тестирования, в рамках которых каждый учащийся движется по своей индивидуальной траектории в процессе выполнения заданий¹.

Многошаговые стратегии адаптивного тестирования можно разделить на две основные группы: фиксировано-ветвящиеся и варьирующе-ветвящиеся.

Фиксировано-ветвящаяся стратегия предполагает использование одного и того же набора заданий с одинаковой сложностью для всех испытуемых. При этом каждый тестируемый движется по списку тестовых вопросов своим путем в зависимости от результатов выполнения очередного задания².

Вопросы обычно располагают по убыванию или нарастанию сложности, что позволяет подстроить темп тестирования индивидуально под каждого испытуемого.

Варирующе-ветвящаяся стратегия адаптивного тестирования предполагает отбор заданий по определенным алгоритмам, которые устанавливают оптимальную сложность следующего вопроса согласно результатам выполнения предыдущего. Таким образом, этап за этапом из отдельных заданий получается адаптивный тест. В нем изменяется не только сложность, но и шаг, определяемый разностью сложности двух соседних вопросов адаптивного теста. Отличительной особенностью варьирующе-ветвящейся стратегии адаптивного тестирования является пошаговая

¹ Шевченко О. И., Волков М. А., Леонов В. А. Технологии нестандартного обучения // Педагогика высшей школы. – 2018. – № 3. – С. 17–25.

² Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий. – Москва: Центр тестирования, 2002. – 240 с.

переоценка уровня подготовленности испытуемого, предпринимаемая после каждого выполнения очередного задания теста.

При создании теста использована индивидуальная адаптивная траектория, которая динамически меняется в зависимости от успехов и неудач обучаемого. Для ее создания база тестовых вопросов и задач разделена на 3 части: СУ – вопросы среднего уровня, НУ – низкого уровня (простые вопросы для слабых учащихся), ВУ – сложные вопросы. Тестирование начинается с заданий средней сложности, затем по результатам нескольких первых ответов оно продолжается вопросами высокого или низкого уровня. Сложность того или иного задания определяется на основе предыдущих результатов.

Тестирование разделено на три этапа, на каждом из которых пользователю могут быть предложены задания разного уровня сложности.

Начальным состоянием для данного конечного автомата является q_0 , на этом шаге испытуемому предлагаются вопросы среднего уровня сложности.

В зависимости от результатов прохождения первого этапа тестирования автомат перейдет в следующее состояние – q_1 , q_2 или q_3 .

Если в ходе первого этапа пользователь успешно решил 70 % заданий и более, осуществляется переход в q_1 , где пользователю будут предложены вопросы высокого уровня сложности.

В случае, если результаты находятся в диапазоне от 50 % до 70 %, автомат переходит в состояние q_2 , и система предлагает вопросы среднего уровня.

Результат менее 50 % приведет к переходу в состояние q_3 с вопросами низкого уровня сложности. После перехода в одно из этих состояний начинается второй этап тестирования.

Если пользователь, находясь в состоянии q_1 , успешно (верно отмечены 70 % заданий и более) прошел тестирование, ему снова предлагаются задания высокого уровня сложности – автомат переходит в состояние q_4 .

В противном случае автомат переходит в состояние q_5 , и система предложит тестируемому задания среднего уровня сложности.

Находясь в состоянии q_2 , автомат может перейти в состояния q_4 , q_5 , q_6 .

В состоянии q_4 предлагаются задания высокого уровня сложности, в q_5 – среднего уровня сложности, в q_6 – низкого уровня сложности.

Находясь в состоянии q_3 , автомат может перейти в состояния q_5 , q_6 .

В состоянии q_5 тестируемому будут предложены задания среднего уровня сложности, в q_6 – низкого уровня сложности.

После перехода в состояния q_4 , q_5 , q_6 начинается третий этап тестирования, на котором пользователь получает оценку своих знаний.

Находясь в состоянии q_4 , пользователь проходит тестирование с заданиями высокого уровня сложности. Если пользователь верно ответил на 70 % вопросов и более, автомат переходит в состояние q_7 – уровень его знаний оценивается как высокий. Иначе автомат переходит в состояние q_8 – уровень знаний пользователя оценивается как средний.

Находясь в состоянии q_5 , пользователь проходит тестирование с заданиями среднего уровня сложности. Если он верно ответил на 70 % вопросов и более, автомат переходит в состояние q_8 – уровень знаний пользователя оценивается как средний. Иначе автомат переходит в состояние q_9 – уровень знаний пользователя оценивается как низкий.

Находясь в состоянии q_6 , пользователь проходит тестирование с заданиями низкого уровня сложности. Если он верно ответил на 70 % вопросов и более, автомат переходит в состояние q_9 – уровень знаний пользователя оценивается как

низкий. Иначе автомат переходит в состояние q_{10} – уровень знаний пользователя оценивается как неудовлетворительный, тест считается не сданным.

Разработанная модель построения тестов представлена в виде конечного автомата на рис. 3.

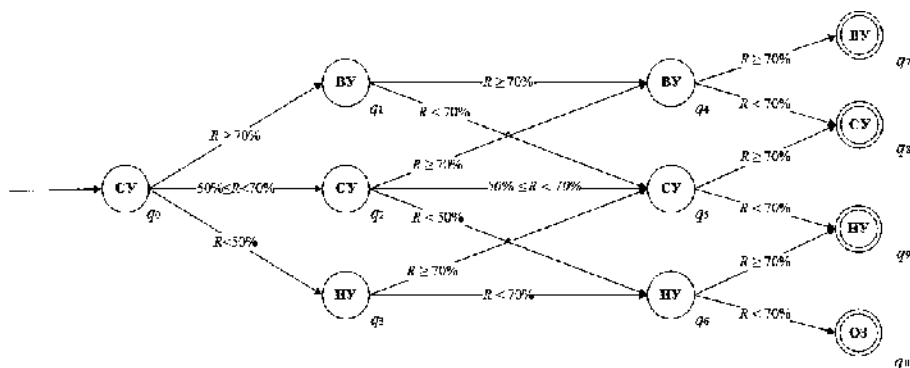


Рис. 3. Модель построения адаптивного теста

Применение такого подхода позволит максимально объективно оценить уровень знаний тестируемых, избежав случайного угадывания вопросов во время теста.

Заключение

В ходе работы были рассмотрены и описаны алгоритмы формирования адаптивного тестового материала на основе конечного автомата, а также алгоритмы выбора интерактивного сценария на основе дерева решений. Применение этих алгоритмов позволяет оптимальным образом выполнить поставленную задачу – сформировать такую систему проверки знаний, которая даст возможность наиболее полно и достоверно оценить компетенции обучаемого сотрудника.

Литература

Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий. – Москва: Центр тестирования, 2002. – 240 с.

Компьютерные технологии в высшем образовании: Тезисы докладов Всероссийской научно-методической конференции. Санкт-Петербург, 14–18 марта 1994. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный институт точной механики и оптики, 1994. – 132 с.

Попов А. В. Тестирование как метод контроля качества знаний студентов // Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. – 2013. – № 1. – С. 283–286.

Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 25.11.2013). – URL: <https://duma.consultant.ru/page.aspx?1646176> (дата обращения: 16.09.2019).

Шевченко О. И., Волков М. А., Леонов В. А. Технологии нестандартного обучения // Педагогика высшей школы. – 2018. – № 3. – С. 17–25.

References

Avanesov V. S. *Kompozitsiia testovykh zadaniy* [Composition of test tasks]. Moscow: Tsentr testirovaniia, 2002. 240 p.

Komp'iuternye tekhnologii v vysshem obrazovanii: Tezisy dokladov Vserossiiskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii. Sankt-Peterburg, 14–18 marta 1994 [Computer technologies in higher education: Abstracts of all-Russian scientific and practice conference. St Petersburg, 14–18 March, 1994]. St Petersburg: Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi institut tochnoi mekhaniki i optiki, 1994. 132 p.

Popov A. V. Testirovanie kak metod kontrolya kachestva znanii studentov [Testing as a method to control the quality of students' knowledge]. *Trudy Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv* [Proceedings of St Petersburg state university of culture and arts], 2013, no. 1, pp. 283–286.

Federal'nyi zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ "Ob obrazovanii v Rossiiskoi Federatsii" (red. ot 25.11.2013) [Federal Law of December 29, 2012 N 273-FZ "On Education in the Russian Federation" (as amended on November 25, 2013)]. Available at: <https://duma.consultant.ru/page.aspx?1646176> (accessed: 16.09.2019).

Shevchenko O. I., Volkov M. A., Leonov V. A. Tekhnologii nestandartnogo obucheniia [Technologies in non-standard education]. *Pedagogika vysshei shkoly* [Higher Education Pedagogy], 2018, no. 3, pp. 17–25.

Для цитирования: Ершов Е. В., Виноградова Л. Н., Мартюгов А. С. Математическое и алгоритмическое обеспечение процесса автоматизированного обучения персонала промышленного предприятия // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2019. – № 5 (92). – С. 10–21. DOI: 10.23859/1994-0637-2019-5-92-1

For citation: Ershov E. V., Vinogradova L. N., Martyugov A. S. Mathematical and algorithmic support for the process of automated training of industrial enterprise personnel. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2019, no. 5 (92), pp. 10–21. DOI: 10.23859/1994-0637-2019-5-92-1