

УДК 681.5

## МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ РЕСПОНДЕНТОВ ТРЕНАЖЕРА ДОБЫЧИ БИОРЕСУРСОВ

Сметюх Н.П., Авдеев Б.А.

*ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,  
Керчь, e-mail: sergiiblack@mail.ru*

Целью и задачей статьи является повышение качества и интенсификации обучения респондентов тренажера добычи биоресурсов в Азово-черноморском регионе. Данное повышение осуществляется за счет создания таких тестов, в которых происходит учет и использование индивидуальных особенностей обучаемых, создание новых функциональных моделей и адаптивных алгоритмов процесса обучения и тестирования. Модель адаптивной компьютерной системы обучения и алгоритмы ее функционирования позволяют осуществлять автоматизированное управление процессом изучения и проверки полученных знаний по учебной дисциплине обучаемыми, практически не требуя вмешательства преподавателя в этот процесс. Определены исходные данные для обеспечения индивидуального подхода к процессу адаптивного управления обучением. Представлены количественные параметры для классификации респондентов. Подробно описан состав и последовательность работы ярусно-параллельного графа знаний, который является основой разработки и совершенствованию методов адаптивного управления процессом обучения и контроля знаний обучаемых с помощью тестовых заданий.

**Ключевые слова:** информационные технологии, адаптивное управление, модели, критерии, алгоритм, компьютеризированное обучение

## MODEL OF THE LEARNING PROCESS AND TESTING OF KNOWLEDGE OF RESPONDENTS OF THE PRODUCTION BIORESOURCES SIMULATOR

Smetyuh N.P., Avdeev B.A.

*Federal State Educational Institution of Higher Education Kerch State Marine Technical University,  
Kerch, e-mail: sergiiblack@mail.ru*

The purpose and objective of the article is to improve the quality and intensification of the respondents learning of the simulator of production of bioresources in the Azov-Black Sea region. This increase is carried out through the creation of such tests, in which there is a registration and applying of the individual characteristics of students, the creation of new functional models and algorithms of adaptive learning and testing. Model of adaptive computer training system and its operation algorithms allow for the automated management of the studying process and test the acquired knowledge of academic discipline of the trainees, almost without requiring the intervention of the teacher in this process. Benchmark data is defined for ensuring individual approach to the process of adaptive learning management. The quantitative parameters for the classification of respondents are presented in detail. The composition and operation sequence of the stacked-parallel graph of knowledge that is the basis for the development and improvement of methods for adaptive control of the learning process and the control of knowledge of students by means of tests is described in detail.

**Keywords:** information technology, adaptive control, model, criteria, algorithm, computer-based training

Технологии и методы составления компьютерных тестов развиваются достаточно быстро, уже сейчас появляются новые системы тестового контроля, позволяющие каждый следующий вопрос в тесте выбирать адаптивно в зависимости от ответов на предыдущие вопросы, т.е. в конечном счете, управлять собственно процессом обучения. Именно таким системам обучения и тестового контроля принадлежит будущее педагогической практики. Поэтому сегодня важно развивать теоретические и практические вопросы создания комплексных компьютеризированных систем обучения и контроля, а именно: разработку методов, моделей и алгоритмов их адаптивного управления [4–7].

### Анализ литературных исследований

Один из важнейших моментов в проведении занятия состоит в оценивании знаний обучаемых. Преподаватель должен

хорошо понимать роль и значение процесса и результатов выставления оценки на основе проведенного контроля. Главное состоит в том, чтобы оценки были справедливые и оказывали содействие активизации учебной деятельности. В настоящее время при проведении занятий широко используется автоматизированная и неавтоматизированная система тестирования полученных обучаемыми знаний. Остановимся на тестировании более подробно. Основные требования к тестам следующие [1–5]:

– формулировки тестовых заданий не должны прямо повторять текст учебника или конспекта. Ответ на тестовый вопрос должен требовать понимания темы или раздела, знания сути предмета;

– в каждой теме, включенной в тест, должно быть, по крайней мере, 50% практических заданий;

– желательна подготовка тестов различного уровня сложности, с различной максимальной оценкой.

**Целью исследований** является разработка информационных технологий обучения и контроля знаний для повышения качества и интенсификации обучения за счет учета и использования индивидуальных особенностей респондентов путем создания новых функциональных моделей и адаптивных алгоритмов процесса обучения и тестирования.

Достижение поставленной цели определило необходимость решения научной задачи – разработки и совершенствовании методов адаптивного управления процессом обучения и контроля знаний обучаемых в КСОТ;

**Материалы и методы исследования**

Тестирование для выполнения тестовых двух условий конструируется в виде простых автоматов. Правила автоматов отражают структуру возвратов для различных типов контроля. Для респондентов, где блоки обучения разнесены по слоям детализации, возвраты выходного контроля имеют вложенную

структуру, соответствующую дереву вывода знаний [5, 6, 10].

На графе 1 выделяется конечное состояние, которое имеет выход с условием разрешения прохода на следующий блок обучения или допуска к очередному блоку обучения.

Для этого случая граф знаний (рис. 1) должен быть дополнен блоками тестового контроля (СКН<sub>i</sub>) знаний учебных блоков. В зависимости от разрешенного количества повторов вопроса (от разрешенного количества ошибок в ответе на заданный вопрос) в тесте граф блока контроля будет иметь вид рис. 2. На этом рисунке изображен граф одного такта работы блока контроля выходов при трехразовом разрешенном количестве повторов заданного вопроса теста.

Структурная схема модели блока контроля знаний со спуском для организации выходного контроля знаний одного обучающегося по учебной дисциплине примет вид рис. 3.

Здесь *R* – условие возврата *if-else*, к исходному блоку знаний или «спуску» на *Li-1* слой по выходному критерию; *RU* – условие *if-else* подъема на *Li* слой блока знаний по выходному критерию контроля *Li-1* блока.

На рис. 4 показан граф блока контроля выходов ЯПГ на *n* тактов работы со спуском на «*m-1*» уровень знаний. Количество тактов работы блока тестового контроля СКН<sub>i</sub> соответствует количеству заданий в тесте.

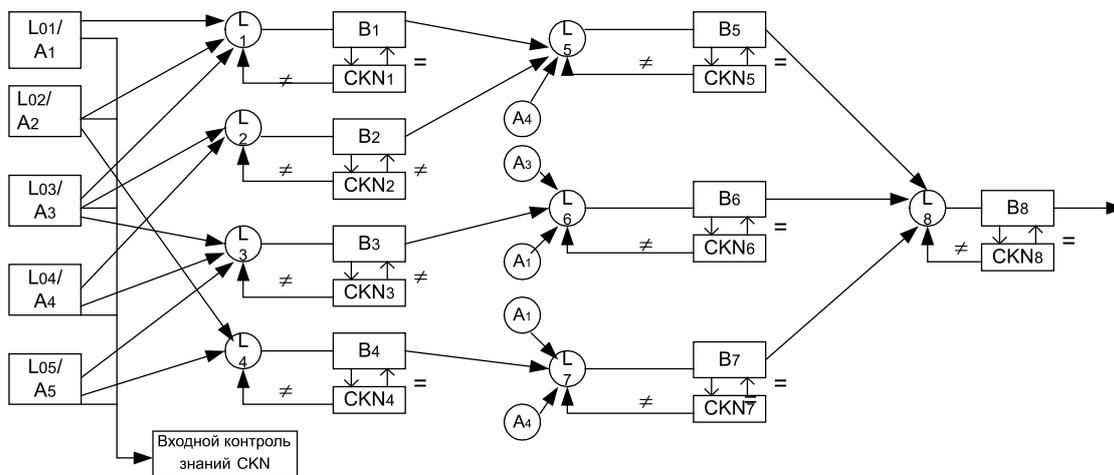


Рис. 1. Ярусно-параллельный граф знаний

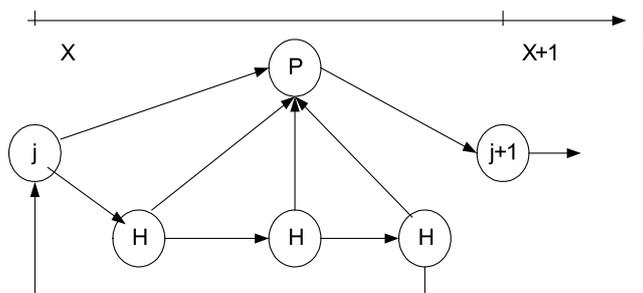


Рис. 2. Такт работы графа автомата контроля выходов блока СКН, где *H* – обозначает неправильный ответ на задание теста; *P* – правильный; *j, j + 1* – номера вопросов теста

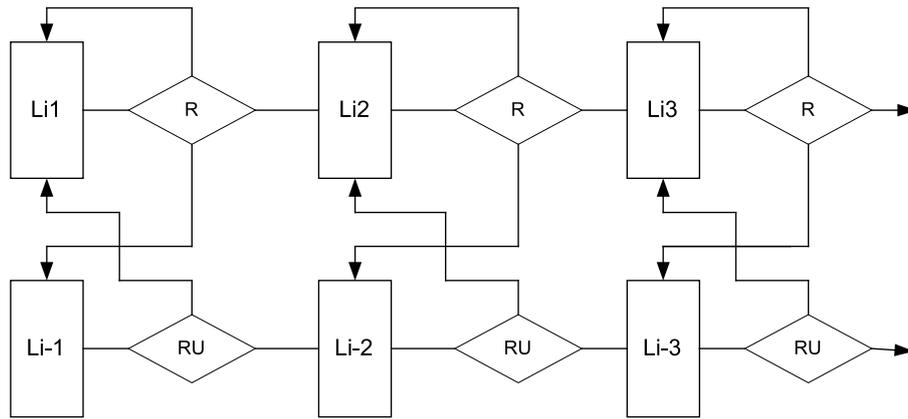


Рис. 3. Структурная схема модели блока контроля знаний со спуском

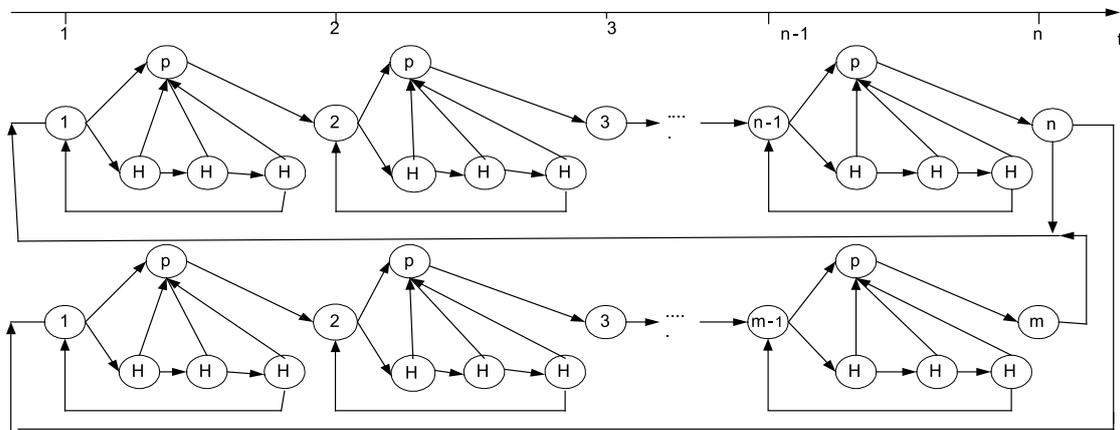


Рис. 4. Граф автомата контроля на  $n$  тактов со спуском на « $t - 1$ » уровень знаний

Если обучаемый не отвечает на требуемое количество заданий в тесте  $m$ -го уровня, то по общим результатам за тест он получает неудовлетворительную оценку и блоком  $KCN_i$  будет автоматически спущен для повторения необходимого материала на « $m - 1$ » уровень графа знаний.

Тестовые задания на данном уровне должны быть легче, чем на  $m$ -м и содержать те знания, которые раскрывают и поясняют знания на более высоком уровне. На этом уровне усвоенные обучаемым знания также тестируются и он может вернуться на  $m$ -й уровень только после успешного окончания проверки. По решению преподавателя (разработчика теста) могут быть и другие схемы организации контроля выходов (входов) блоков знаний учебного материала.

Таким образом, если модель учебной дисциплины сформирована на основе смешанной потоковой и ЯПГ модели знаний в виде блоков, то путь изучения, в том числе повторение пройденного материала, определяется результатами входного/выходного контроля знаний учебных блоков для каждого обучающегося.

В целом, методы построения предметной области обучения на основе ЯПГ и возвратного тестирования адаптивных КСОТ позволяют моделировать интел-

лектуальную обработку знаний о ходе изучения обучаемыми материалов учебной дисциплины, управляя траекторией процесса обучения на основе результатов текущего, рубежного и итогового тестирования по учебной дисциплине. Как показала практика [5, 7–11], именно такую форму, в виде обучающего графа представления знаний учебных дисциплин в ПрО перспективных обучающих систем, целесообразно использовать.

### Результаты исследования и их обсуждение

Обеспечение индивидуального подхода к процессу адаптивного управления обучением в КСОТ возможно, если в ней есть процедура автоматического определения типов респондентов (модель обучаемых). Исходными данными для решения этой задачи являются:

#### 1. Априорные данные

– характеристики респондентов – начальный уровень знаний по изучаемой дисциплине, способности к обучению, средняя

скорость обучения, качество выполнения заданий, уровень практических навыков и умений;

– параметры тестовых заданий – допустимые времена выполнения тестового задания  $T_D$ , вопроса задания  $T_0$ ;

– допустимое количество ошибок и повторов выполнения задания и теста;

**2. Текущие данные:**

– полученные реальные времена выполнения теста  $t_D$  и вопроса задания  $t_i$ ;

– количество ошибок  $K_o$  ( $K_v$ ) и повторов  $K_p$  ( $K_v$ ) выполнения задания и теста;

**3. Апостериорные данные:**

– полученные оценки в результате выполнения теста и рейтинговые оценки по освоению знаний учебной дисциплины респондентами.

Для классификации респондентов по типам также должны быть определены экспертные оценки целого ряда количественных характеристик учебной дисциплины и процесса тестирования.

Таковыми характеристиками являются:

$Q = \{t_{po}, t_{mo}, t_{zo}\}$  – директивное время изучения материала раздела, темы и занятия соответственно;

$O = O_d - Ot_i > 0$  – результаты сравнения полученной респондентом оценки с допустимой для ТВ теста;

$Tras = t_{po} - t_{pm} > 0$  – результаты сравнения директивного на изучение материалов раздела дисциплины времени с текущим («да – директивное больше текущего», «нет – текущее превышает директивное»);

$Ttem = t_{mo} - t_{mm} > 0$  – результаты сравнения допустимого на изучение темы дисциплины времени с текущим («да», «нет»);

$Tzan = t_{zo} - t_{zm} > 0$  – результаты сравнения допустимого на изучение материалов занятия дисциплины времени с текущим («да», «нет»).

Количественные параметры для классификации респондентов представлены в таблице.

Для организации адаптивного к характеристикам респондентов, управления ПОТ,

должна быть сформирована по каждой ЭВМ сети КСОТ база критических ситуаций. В алгоритме функционирования системы ситуационного управления используются два аспекта классификации возможных ситуаций нарушения ПОТ i-й ЭВМ сети: первый связан с определением ситуаций, требующих вмешательства системы управления в ПОТ, второй – с классификацией КС по способам их разрешения.

Поэтому, в первую очередь, должна быть сформирована по каждой i-й ЭВМ сети КСОТ база критических ситуаций, которая включала бы ситуации, свидетельствовавшие о нарушении ПОТ этой ЭВМ сети. К ним отнесем следующие ситуации: полученные текущие времена выполнения вопросов задания (теста) превысили допустимые; количество ошибок выполнения задания (теста) превысило допустимые; количество повторов выполнения задания (теста) превысило допустимые.

Будем классифицировать КС в КСОТ по следующим типам – ситуации 1-го типа – это признаки нарушения ПОТ: 1-я, ..., к – я ошибка в ответе на задание теста; необходимость перехода на различные уровни тестирования; неудовлетворительная оценка за тест, требующая повторения тестирования; превышение требуемого времени на обработку задания теста; превышение времени сравнения текущего и допустимого количества ошибок и повторов заданий теста; превышение требуемого времени на тест в целом; превышение времени формирования запроса на определенный тип алгоритма коррекции вычислительного процесса и его включения в работу и т.д.

Также алгоритмами классификации респондентов и САУ формируются признаки необходимости перехода на требуемый уровень тестирования, неудовлетворительной оценки за тест и превышения времени формирования запроса на определенный тип алгоритма коррекции процесса обучения и тестирования.

Исходные данные для тестирования респондентов в КСОТ

Тип респондента	Кол-во заданий теста	Допустимое время выполнения теста	Допустимое количество ошибок	Допустимое количество повторов	Максимальное время выполнения задания	Допустим, средний балл (12-балльн. шкала)
Начинающий	10–30	20–40 мин	<4	<4	0,75–2 мин	2–4
Слабый	10–30	15–35 мин	<4	<4	0,7–1 мин	3–6
Средний	10–30	12–30 мин	<3	<3	0,65–1 мин	7–9
Сильный	10–30	10–20 мин	<2	<2	0,50–1 мин	9–11
Оч. сильный	10–30	5–12 мин	1	1	0,25–0,5мин	11–12

Типы разрешения КС (ситуации 2-го типа): запустить ПОТ; продолжать ПОТ; остановить ПОТ; изучить учебный материал; начать тестирование; повторить вопрос теста; повторить тест; задать тестовое задание на «m – 1» уровне; задать задание на m – уровне; закончить тестирование.

Аналитические модели этих КС системы ситуационного управления КСОТ разработаны универсальные модели и поэтому использованы в алгоритме функционирования САУ сети КСОТ учебных дисциплин.

### Выводы

Модель адаптивной КСОТ и алгоритмы ее функционирования позволяют осуществлять автоматизированное управление процессом изучения и проверки полученных знаний по учебной дисциплине обучаемыми, практически не требуя вмешательства преподавателя в этот процесс, что, в свою очередь, позволяет эффективно использовать КСОТ не только при аудиторных занятиях, но и при дистанционном обучении.

### Список литературы

1. Бояшова С.А. Метрологическая основа построения автоматизированной системы тестирования. Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2009. – Т. 52, № 5. – С. 82–84.
2. Железняк А.А., Каторин Ю.Ф., Сметюх Н.П., Доровской В.А., Черный С.Г. Обеспечение инвариантности системы распознавания образов морских судовых систем в процессе промысла. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 6, № 2 (78). – С. 47–54.
3. Жиленков А.А., Черный С.Г. Повышение эффективности систем автоматического управления автономными буровыми установками за счет разработки методов обеспечения их совместимости и интеграции // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2015. – № 4. – С. 9–18.
4. Жиленков А.А., Черный С.Г. Применение нейронечеткого моделирования для задач идентификации многокритериальности в транспортной отрасли. Вестник СамГУПС. – 2014. – № 1 (23). – С. 100–106.
5. Лисицына Л.С. Теория и практика компетентностного обучения и аттестаций на основе сетевых информационных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 147 с.
6. Седов В.А., Седова Н.А. Гибридная система управления судном. Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 2. – С. 204–207.
7. Седов В.А., Седова Н.А., Перечесов В.С. Нечеткая система удержания судна на курсе. Южно-Сибирский научный вестник. – 2012. – № 1. – С. 86–87.
8. Черный С.Г. Анализ правил комбинирования групповых экспертных оценок при нечетких данных. Системы управления и информационные технологии. – 2014. – Т. 57, № 3.1. – С. 182–187.
9. Черный С.Г. Системный анализ процессов синергетики для судоходной отрасли. Транспорт: наука, техника, управление. – 2014. – № 8. – С. 12–15.
10. Черный С.Г. Применение технологии экспертного оценивания в задачах развития сценариев на примере транспортно-энергетической отрасли. Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 4 (26). – С. 139–150.
11. Жиленков А.А., Черный С.Г. Модель взаимодействия телевизионного датчика и объекта в задачах автоматизации инспектирования состояния подводных коммуникаций. Инженерная физика. – 2016. – № 4. – С. 43–49.