

УДК 519.711.2

**Моделирование системы построения адаптивной образовательной программы**

Рыжкова М.Н., Усачева А.А., Орехова Д.Д., Асатрян А.А., Калинина И.В., Гаранина К.Е.

В современных реалиях образование строится по индивидуальному принципу исходя из личностных особенностей, навыков и уровней усвоения материала. Статья посвящена автоматизации процесса проверки знаний у учащихся с помощью системы адаптивного обучения. В данной публикации были рассмотрены: модель чёрного ящика, модель состава, модель структуры и функциональная модель системы адаптивного обучения. В работе описана система, которая на основе тестирования ориентируется на результаты тестирования студента и формирует теоретический и практический материал. Обозначены входные данные, которые в дальнейшем будут обрабатываться в системе по разработанным алгоритмам. Подробно описаны этапы работы системы и их функциональность. Разработанная модель может быть положена в основу информационной системы адаптивного обучения. Система может быть использована учащимися и преподавателями в качестве средства дополнительного обучения.

*Ключевые слова:* адаптивное обучение, линейно конгруэнтный метод, математическая модель, обучение в электронной среде, информационно-образовательная среда, интегрированное обучение, педагогика развития.

**Введение**

Информационные технологии прочно вошли в систему современного образования. Одним из перспективных направлений в современном обществе для решений проблем в организации обучения является адаптивная система. Адаптивное обучение – это модель, использующая новые технологии для улучшения уровня знаний обучающегося с учетом его индивидуальных особенностей. Эффективность данной системы измеряется в знаниях студента и уровне его подготовленности, то есть чем больше подготовлен студент, тем меньше число заданий [11]. Актуальность данного подхода характеризуется активным развитием инновационных процессов, направленных на модернизацию образовательной системы [5-8].

Целью данной работы является построение системы адаптивной образовательной программы на основе информации о знаниях обучаемого.

Для решения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- разработать алгоритм модели адаптивного обучения,
- разработать алгоритм оценивания знаний обучаемого,
- разработать алгоритм формирования набора учебного материала на основе результата пройденного теста.

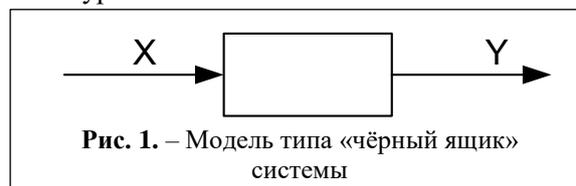
**Модель системы построения адаптивной образовательной программы**

Для построения модели системы построения адаптивной образовательной программы используем кибернетический подход к моделированию сложных систем, который предполагает построение иерархического ряда моделей. Первой моделью в таком ряду может стать модель типа «Черный ящик».

Модель «черный ящик» – это система, в которой внешнему наблюдателю доступны лишь входные и выходные величины, а структура и внутренние процессы не известны.

В качестве входных данных  $X$  выберем информацию об обучаемых (ФИО, группа, факультет).

В качестве выходных данных  $Y$  выберем программу обучения, под которой будем понимать последовательность учебного материала и уровень его сложности.



**Рис. 1.** – Модель типа «чёрный ящик» системы

Следующая модель в иерархическом ряду будет представлять собой модель типа «модель состава», которая детализирует функции системы и определяет подсистемы, которые реализуют эти функции. Выберем в качестве основных функций две: определение знаний



Рис. 2. – Модель типа «модель состава» системы

обучаемого и формирование программы обучения.

Таким образом, система будет содержать две подсистемы, которые назовем «Тестирование» и «Система обучения». Функция подсистемы «Тестирование» - выбор заданий из базы данных и выдача обучаемому заданий теста, проверка правильности ответа и выдача результата оценивания знаний. Функция подсистемы «Система обучения» - на основании оценки, полученной подсистемой «Тестирование», формировать набор учебного материала, как теоретического, так и практического.

Следующая модель – модель структуры системы, которая позволяет описать процесс взаимодействия между подсистемами. Поскольку система обучения должна быть адаптивной, то необходимо регулярно отслеживать изменения уровня знаний обучаемого в процессе обучения, а значит, «Система обучения» не только берет данные от системы «Тестирование», но и регулярно отправляет данные для повторного тестирования обучаемого. Таким образом, получаем простейшую систему с обратной связью. Взаимосвязь между подсистемами описана в таблице 1. При этом все взаимосвязи отражены в модели на рис. 3.

Таблица 1. Взаимосвязь подсистем модели.

Пары элементов	Номер связи	Связь
«Тестирование» и «Система обучения».	1	Определение уровня знания студента
«Система обучения» и «Тестирование»	2	Повторное прохождение теста

На рис. 4 представлена более подробная структурная модель системы, рассмотрены детально блоки каждой подсистемы в соответствии с функциями, которые они должны выполнять.

Следующий уровень иерархии – функциональная модель системы (рис. 5), которая показывает функции, которые выполняет каждый из блоков системы.

Для упрощения дальнейших рассуждений введем ряд обозначений для блоков:

- A0 – блок хранения данных;
- A1 – блок тестирования:
  - A1.1 – блок выбора задач из БД;
  - A1.2 – блок проведения теста;
  - A1.3 – блок сравнения результатов;

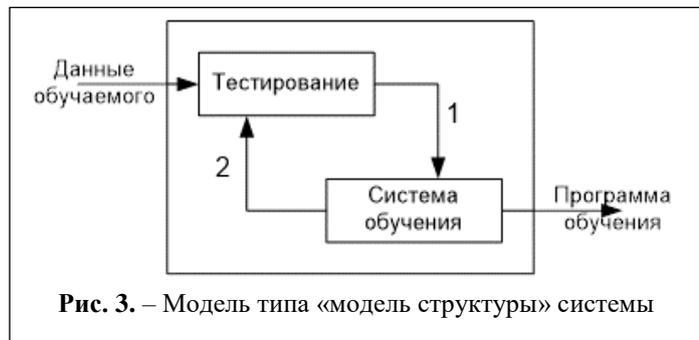


Рис. 3. – Модель типа «модель структуры» системы

- A1.4 – блок формирования результатов оценки знаний обучающегося;
- A2 – блок система обучения:
  - A2.1 – формирование программы лекций;
  - A2.2 – формирование программы практик.

#### Функциональная модель системы

Блок A0 не входит в состав системы и представляет собой базу данных, которая хранит данные об обучаемом и его результатах тестирования и обучения. Кроме того, в базе данных хранятся задания для тестирования и учебный материал. Все задания для оценивания знаний разбиты на 3 уровня сложности:

- шаблонная задача, коэффициент сложности равен 1,
- типовая задача, коэффициент сложности равен 2,
- сложная задача, коэффициент сложности равен 3.

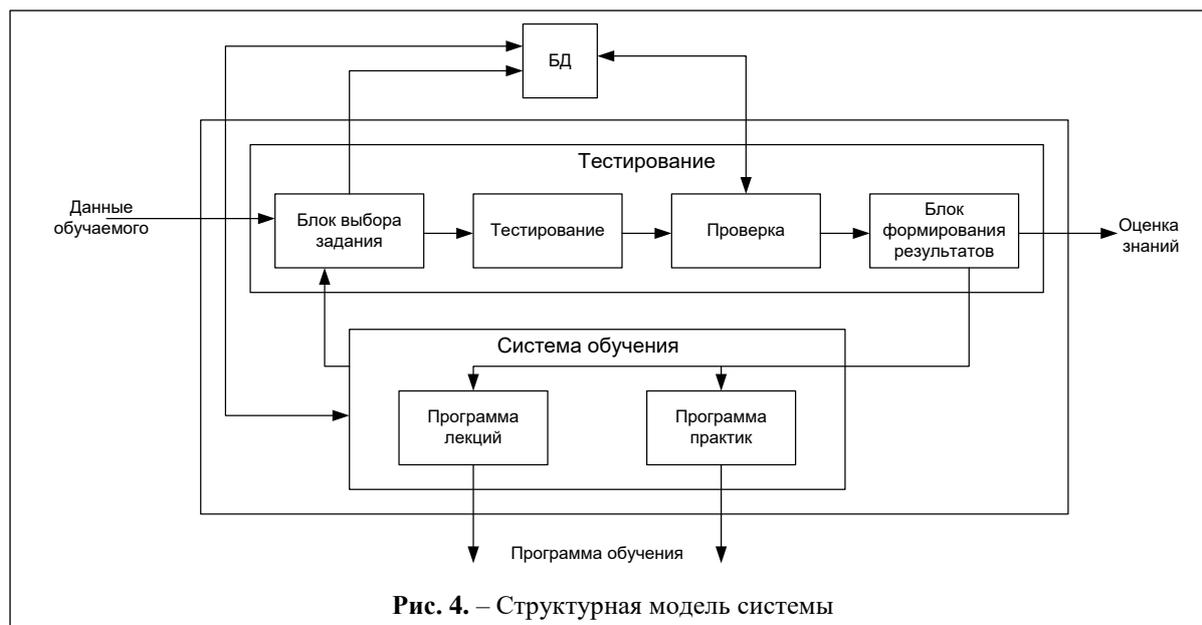


Рис. 4. – Структурная модель системы

Учебный материал также разбит на отдельные небольшие блоки, различные комбинации которых могут составить программу адаптивного обучения по каждой теме учебной дисциплины. Каждый из блоков учебного материала имеет метку, которая соответствует определенной группе обучения.

Блок А1 представляет собой блок оценивания знаний обучающегося. На блок поступают входные данные студента. В него входят подблоки А1.1, А1.2, А1.3, А1.4.

Обучаемый, обращаясь к системе обучения, передает ей свои данные, которые заносятся в базу данных, а также дает запрос в блок А1.1 на начало тестирования.

Из блока А1.1 идет запрос в блок А0 на выборку заданий. Номера задач из блока А0 генерируются случайным способом с помощью линейного конгруэнтного метода [9]:

$$x_{n+1} = (ax_n + c) \bmod m, \quad (1)$$

где  $x_{n+1}$ ,  $x_n$  – номера текущей и предыдущей задач,  $a$  – свободный множитель,  $c$  – шаг,  $\bmod m$  – операция взятия остатка от деления.

Из А0 в блок А1.1 передается  $n = 20$  задач (8 шаблонных задач, 8 типовых и 4 сложных).

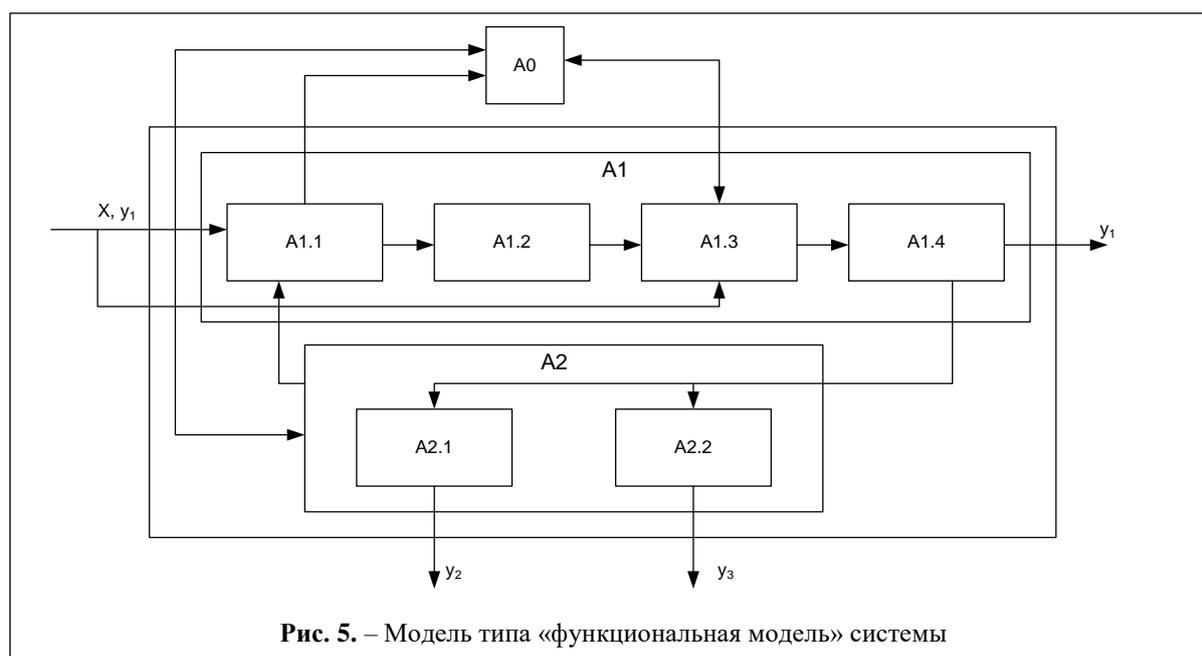


Рис. 5. – Модель типа «функциональная модель» системы

Выбранные задачи передаются в подблок A1.2, где идет формирование тестового набора и выдача его пользователю.

Обучаемый решает задачи и его ответы переходят к подблоку A1.3.

Блок A1.3 обращается к блоку A0, запрашивает ответы на соответствующие задания и выполняет сравнение правильности ответов обучаемого с ответами из блока A0. Ответы студента при этом также сохраняются в блоке A0. Кроме того, блок проверяет, является ли данное тестирование для обучаемого первичным или повторным, в связи с чем делает запрос к A0, проходил ли данный пользователь тестирование. Если пользователь проходит тестирование повторно, то блок сравнивает прошлые результаты с действующими и эталонными. После сравнения ответов данные передаются в блок A1.4 и в блок A2.

Блок A1.4 на основании результатов тестирования формирует оценку знаний обучаемого и рекомендации системе по построению программы обучения, которые передаются в блок A2. Эти рекомендации по запросу могут быть выведены пользователю.

При формировании рекомендаций обучаемый может быть отнесен к одной из групп в соответствии с результатом тестирования.

Для того чтобы отнести студента к одной из этих групп используется интегральный критерий I:

$$I = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots + b_n x_n,$$

где  $b_i$  – коэффициент уровня сложности задачи,  $x_i$  – результаты ответов обучаемого (0 – если ответ неверный, 1 – если верный);

Если:

- $I < 9$  - группа «пороговый уровень»;
- $9 \leq I < 25$  - группа «средний уровень»;
- $25 \leq I$  - группа «высокий уровень».

Блок A2 представляет собой систему формирования учебного материала. В этот блок поступают рекомендации по формированию программы обучения, на основе которых блоки A2.1, A2.2 формируют последовательность учебных теоретических и практических материалов.

В подблоке A2.1 при поступлении результатов проверки формируется материал лекций.

На основе уровня подготовки студента из A0 берутся лекционный материал, относящийся к той или иной категории.

Лекционный материал подразумевает под собой теоретический материал по дисциплине

(теме, разделу) и разбит на 3 уровня: 1 уровень соответствует группе «пороговый уровень» и включает в себя большой объем материала высокой степени подробности, что позволяет обучаемому осваивать теоретический материал с нуля. 2 уровень лекционного материала соответствует группе «средний уровень» и не включает в себя базовый материал, исходя из гипотезы, что обучаемый обладает минимальным набором знаний. 3 уровень – включает в себя объем материала повышенной сложности, который расширяет и углубляет знания обучаемого.

В блоке A2.2 формируется набор практических заданий на основании тех же представлений.

На выходе получаем программу обучения:

$$P_i = \{p_{1i}, p_{2i}, p_{3i} \dots p_{ji}\},$$

где  $P_i$  – полученная программа для  $i$  – го обучаемого,  $p_{ji}$  – учебные и практические материалы по  $j$ -й теме.

После выданного материала студент может пройти тестирование повторно, в результате чего программа будет скорректирована при изменении величины интегрального критерия.

### Заключение

В ходе работы была построена модель системы построения адаптивной образовательной программы, основанная на определении знаний обучаемых и их корректировке в процессе обучения. Описан ход разработки модели на основе кибернетического подхода. Особенность данной модели – использование интегрального критерия для отнесения обучаемого к различным группам обучения. При таком подходе учащийся может быть отнесен к определенной группе обучения по какой-то дисциплине в целом или по разделу дисциплины или даже по отдельным темам. Уровень подробности в данном случае будет характеризовать степень адаптивности учебного материала к знаниям, умениям и навыкам учащегося.

Данная модель может быть положена в основу информационной системы адаптивного обучения, которая может быть использована для самостоятельного или дополнительного обучения.

### Литература

1. Головина Е.Ю., Чибизова Н.В. О построении интеллектуальной обучающей системы. Изв. РАН. Теория и системы управления. 2004. № 5.

2. Дональд Э. Кнут. Случайные числа // Искусство программирования = The Art of Computer Programming. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2000. — Т. 2. Получисленные алгоритмы. — 832 с. — 7000 экз. — ISBN 5-8459-0081-6 (рус.) ISBN 0-201-89684-2 (англ.).

3. Зайцева Л.В.; Модели и методы адаптации в системах компьютерного обучения, Труды X Всероссийской научно-метод. конференции Телематика 2003. - Том 2. 14 - 17 апреля 2003 г. - Санкт-Петербург: С-ПИТМО.

4. Заруба Н. А. Адаптивный подход в управлении образованием: принципы управления // Профессиональное образование в России и за рубежом. - 2012. - № 6. - С. 75-79.

5. Заруба Н. А. Подготовка профессионально-компетентных кадров для сферы культуры в условиях транзитивного общества // Вестн. Кемеров. гос. ун-т культуры и искусств. – 2014. – № 26. – С. 228–232.

6. Заруба Н. А. Управление образованием адаптивный подход // Сборник научных трудов Sworld, 2012. – Т. 16, № 1. – С. 23–29.

**Поступила 23 апреля 2022 г.**

7. Заруба Н. А., Шпак Л. Л. Деадаптация в контексте повседневной жизни. – Кемерово: Кемеров. гос. ун-т культ туры и искусств, 2009. – 446 с.

8. Л. Бараш. Алгоритм AKS проверки чисел на простоту и поиск констант генераторов псевдослучайных чисел // Безопасность информационных технологий. — 2005. — № 2. — С. 27—38.

9. Максимова Т.Г., Попова И.Н. Эконометрика: учебно-методическое пособие /Т.Г.Максимова, И.Н. Попова. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 70 с.

10. Тягунова Т.Н. Философия и концепция компьютерного тестирования. М.: МГУП, 2003. 246 с.

11. Шамова Т. И., Давыденко Т. М., Рогачёва Н. А. Адаптивная школа: проблемы и перспективы. – Архангельск; М., 1995. – 160 с.

12. Ямбург Е. А. Школа для всех: Адаптивная модель. – М.: Новая шк., 1996. – 352 с.

13. Чельшкова М. Б. Адаптивное тестирование в образовании (теория, методология, технология). М.: Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов, 2001. 165 с.

In modern realities, education is based on an individual principle based on personal characteristics, skills and levels of assimilation of the material. The article is devoted to automating the process of testing students' knowledge with the help of an adaptive learning system. In this publication, the following were considered: a black box model, a composition model, a structure model and a functional model. The paper describes a system that, based on testing, focuses on the student's results and forms theoretical and practical material. The input data is indicated, which will be further processed in the model using certain formulas. Each stage of the algorithm and its functionality are described in detail. The system can be used both by teachers in order to control the assimilation of material by students, and for various educational disciplines.

*Key words:* information and educational environment, integrated training, adaptive educational environment, network training, developments pedagogics, mathematical model, linear congruential generator.

*Рыжкова Мария Николаевна* – к.т.н., доцент, доцент кафедры Физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*Усачева Анастасия Андреевна* – студент кафедры Физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*Орехова Дарья Денисовна* – студент кафедры Физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*Асатрян Анна Араратовна* – студент кафедры Физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*Калинина Ирина Владимировна* – студент кафедры Физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*Гаранина Ксения Евгеньевна* – студент кафедры Физики и прикладной математики Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

*Адрес:* 602264, Муром, ул. Орловская, д. 23.