

М.Н. Рыжкова

Муромский институт ФГОУ ВПО «Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром, Россия

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

Предложено формальное описание процесса обучения в средней школе. Построение модели образовательного процесса использует дедуктивно-индуктивный подход, выявляя структуру процесса обучения для каждого субъекта и объединяя их в единую взаимосвязанную модель. Функциональная модель позволяет описать внутренние взаимосвязи в системе и учесть особенность взаимодействия субъектов процесса. Подобное описание образовательной системы позволяет положить данную модель в основу единой информационной среды среднего образования.

Ключевые слова: обучение, модель обучения, структурная модель, функциональная модель.

Введение

Проблема использования информационных технологий в образовании не нова. Уже проведены многочисленные исследования по особенностям процесса внедрения информационных систем или их компонент в классическое образование (А.И. Каптерев, В.С. Аванесов, В.П. Беспалько, Е.З. Власова, Ю.Е. Гапанюк, О.В. Зимина, А.И. Кириллов, М.Л. Зуева, А.И. Лазарев, Ю.С. Петрик, А.Э. Софиев, Е.А. Черткова, P. Brusilovsky, N. Henze, W. Nejd и др.), разработано множество систем дистанционного обучения. Федеральная целевая образовательная программа на 2011–2015 гг. направлена на внедрение и эффективное использование новых информационных сервисов, систем и технологий обучения, электронных образовательных ресурсов нового поколения; предоставление в электронном виде гражданам и организациям значительной части государственных услуг в сфере образования; внедрение процедур независимой оценки деятельности образовательных учреждений и процессов [1]. На первый план выходят требования по подготовке педагогов к работе с новыми информационными технологиями, а также создание единой информационной системы сферы образования, что позволит собирать и хранить в единой системе данные об учащих всех уровней образования.

При этом главной проблемой до сих пор остается отсутствие системности и общности в подходах к проектированию систем образовательного назначения. Управление процессом обучения, как и любым другим социально-экономическим

процессом, требует детального изучения отрасли, учета всех действующих или потенциальных и латентных факторов, которые влияют на процесс, в том числе опосредованно, через другие факторы.

Чтобы разобраться в структуре отрасли и во внутренних взаимосвязях ее компонент, удобно пользоваться математическим моделированием. При этом эффективным оказывается дедуктивный подход к моделированию, подразумевающий разложение крупных блоков системы на более мелкие и рассмотрение их взаимосвязей (декомпозиция). В результате нескольких последующих детализаций возможно получить приемлемую модель, описывающую процесс обучения на требуемом уровне подробности. Однако и метод индукции важен, так как процесс обучения имеет несколько взаимодействующих субъектов, для которых сам процесс различен.

В связи с этим появляется комбинированный дедуктивно-индуктивный подход к построению модели процесса обучения. В статье рассмотрен данный подход на примере моделирования процесса обучения в средней школе.

1. Субъекты процесса обучения

Процесс обучения требует участия множества человек. Под субъектом процесса обучения какой-либо дисциплины нами понимаются следующие участники процесса обучения:

- ученик,
- учитель,
- автор учебника,
- Министерство образования и науки (МОН),

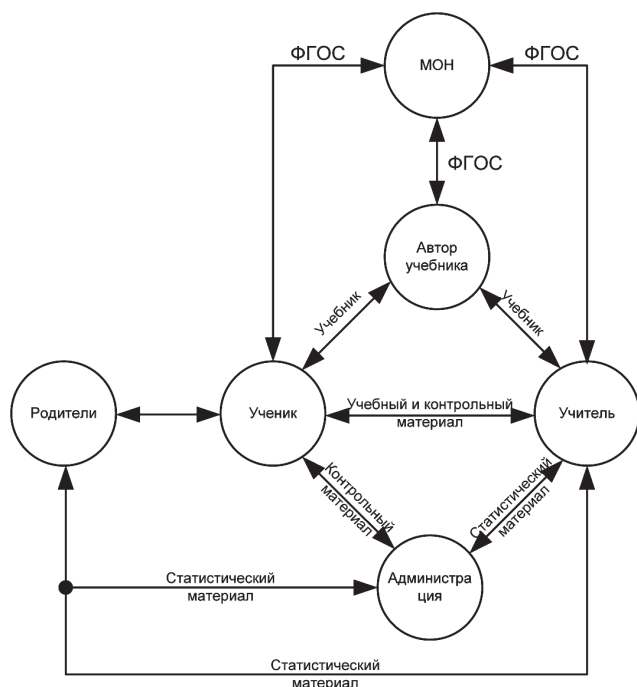


Рис. 1. Субъекты процесса обучения

– администрация школы, округа и т.п.,
– родители.

Субъекты процесса обучения взаимодействуют с помощью средств обучения: учебных и контрольных материалов, учебников, ФГОС, статистических материалов и т.д. Схема взаимодействия субъектов процесса обучения показана на рис. 1.

Стрелки означают направление взаимодействия. Так, например, не только ученик взаимодействует с учителем посредством учебных и контрольных материалов, но и учитель взаимодействует с учеником.

При этом примем, что субъекты «учитель» и «ученик» являются основными, так как система образования предназначена в первую очередь для изменения знаний ученика, а учитель в данном случае будет создавать средства управления знаниями учащегося (учебные и контрольные материалы). Остальных участников процесса обучения назовем контролирующими, т.е. задающими рамки, в которых должны меняться знания ученика.

Целью системы обучения как системы управления знаниями будет приведение текущих знаний ученика к требованиям контролирующих субъектов.

2. Структурное моделирование процесса обучения в школе

Процесс обучения – сложный, многофакторный процесс. Для управления учебным процессом необходимо рассмотреть все компоненты учебного процесса и их взаимосвязи.

Представим процесс обучения в виде «черного ящика» и рассмотрим входные и выходные данные такого процесса (кибернетический подход, рассматриваемый Л.А. Расстригиным [2]). Для такой системы характерен дуализм, т.е. наличие двух равноправных участников – учителя и ученика. При этом входными данными для такой системы становятся текущие знания как учителя – для формирования учебных материалов и собственно обучения, а также текущие знания ученика, которые будут изменяться в процессе обучения (рис. 2).

На выходе процесса обучения также две категории данных: знания, полученные учеником в процессе обучения, и оценка его знаний в определенной заранее шкале (например, в пятибалльной).

Рассмотрим процесс обучения с точки зрения каждого участника. Учитель формирует учебный материал на основе своих знаний, умений, навыков, с использованием текущих государственных образовательных стандартов и рекомендованного Министерством образования учебником. В зависимости от дисциплины требуется формировать различный по составу учебный материал. Так, например, для курса физики необходимо разбивать учебный материал на несколько взаимосвязанных частей: теоретический материал, лабораторный практикум, практикум по решению задач, творческие задания и т.п. Затем на основе созданного учебного материала учитель разрабатывает контрольно-измерительные материалы для оценивания усвоенных учеником знаний. На рис. 3 представлена схема процесса формирования учебных и контрольно-измерительных материалов.

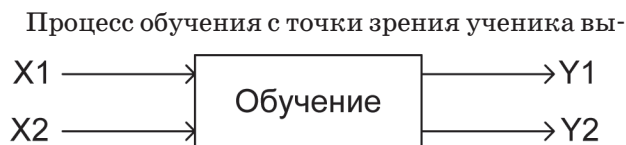


Рис. 2. Структура модели получения знаний в виде многополюсника

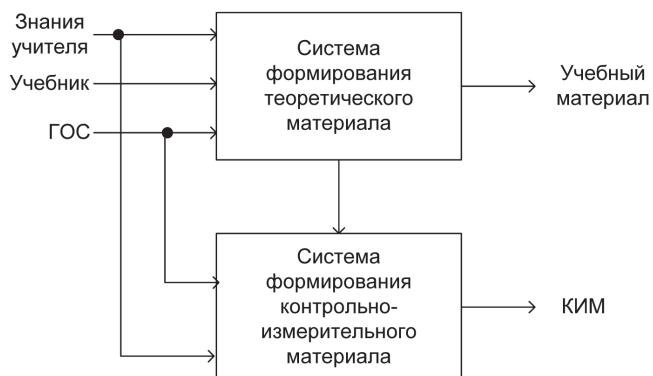


Рис. 3. Схема создания учебных и контрольно-измерительных материалов

глядит как преобразование его текущих знаний в соответствии с требованиями ГОС. Ученик, обладая некоторыми начальными знаниями, которые формируются при предыдущем изучении курса либо отдельных его элементов, изучает учебный материал, сформированный учителем. После изучения теоретического материала, работы с лабораторным практикумом и практикумом по решению задач учащийся работает с контрольно-измерительными материалами, что позволяет получить оценку в требуемой шкале. Целью обучения является изменение текущих знаний учащегося в соответствии с ГОСами для данного уровня обучения и предмета. На выходе получают новые знания учащегося, скорректи-

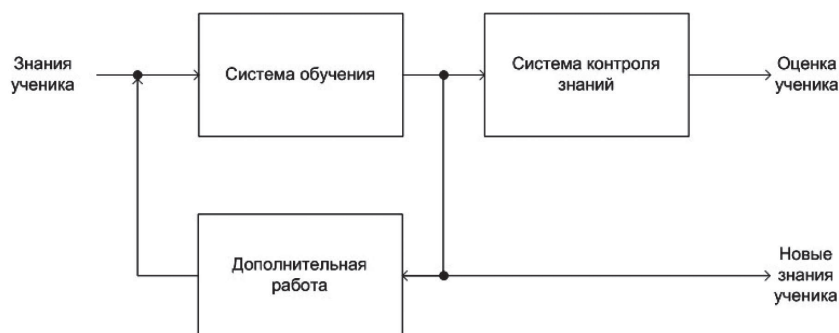


Рис. 4. Схема процесса обучения ученика

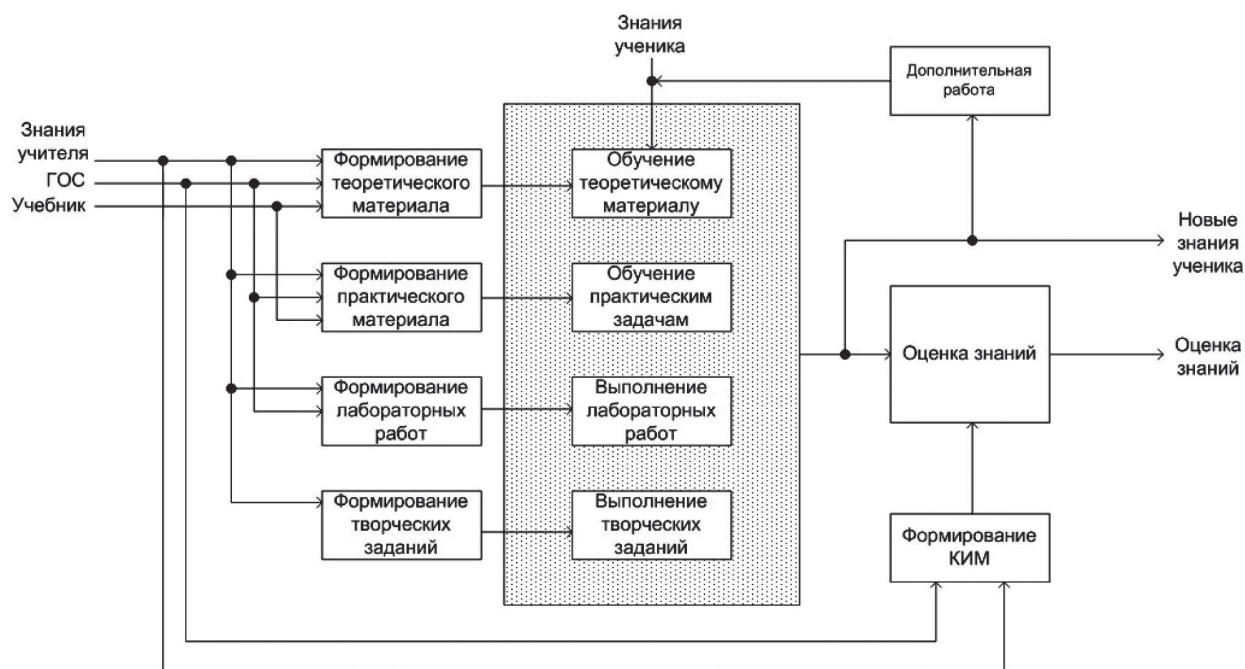


Рис. 5. Схема процесса обучения

рованные в соответствии с программой обучения, сформулированной учителем.

Для повышения качества в схему учебного процесса желательно внести обратную связь, т.е. желательно, чтобы ученик мог не только узнавать свою текущую оценку, но и корректировать ее самостоятельной работой либо дополнительной работой с учителем.

На рис. 3 и 4 изображены отдельные компоненты процесса обучения с точки зрения ученика и учителя. Эти компоненты необходимы для синтеза общей схемы процесса обучения, представленной на рис. 5.

Особенность процесса обучения заключается в том, что система не может быть замкнутой, учебный процесс обязательно контролируется органами государственной власти в лице администрации школы, муниципальных отделов управления образования, Министерством образования и науки, которые имеют доступ к результатам контрольно-оценочной деятельности, оценкам и характеристикам учащихся. Кроме того, администрация имеет право проводить независимую контрольно-оценочную деятельность в виде итоговых контрольных работ, ГИА, ЕГЭ.

Рассмотренная модель является лишь первым приближением в процессе моделирования структуры процесса обучения.

3. Функциональное моделирование процесса обучения

С математической точки зрения любой процесс можно представить в виде соотношения:

$$Y = AX,$$

где X – матрица входных данных системы;

Y – матрица выходных данных системы;

A – оператор системы, который отвечает за соотношения, связывающие входной и выходной сигналы и вектор состояния системы.

Кроме того, при описании математической модели системы учитывают еще и пространства состояний системы – данные, изначально заложенные в систему.

Введем обозначения для математического описания процесса обучения:

$X = (X_1, X_2)$ – входные данные системы: X_1 – знания, навыки, опыт учащегося; X_2 – знания, навыки, опыт учителя. X_1 и X_2 являются массивами данных, размерность которых определяется степенью детализации.

$Y = (Y_1, Y_2)$ – выходные данные системы: Y_1 –

выходные знания учащегося, массив имеющий размерность массива X_1 ; Y_2 – оценка в требуемой шкале.

$Z = (Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8)$ – параметры состояния системы: Z_1 – теоретический учебный материал, сформированный учителем; Z_2 – лабораторный учебный материал, сформированный учителем; Z_3 – практический учебный материал, сформированный учителем; Z_4 – творческие задания, сформированные учителем; Z_5 – массив учебных материалов, взятых из учебника, размерность зависит от степени детализации; Z_6 – требования ГОСов к учебным материалам, размерность массива как у Z_5 ; Z_7 – требования ГОСов к шкале оценивания, массив, размерность которого зависит от шкалы; Z_8 – контрольно-измерительные материалы, сформированные учителем.

$A = (A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}, A_{11}, A_{12})$. Здесь A_1 – функция, позволяющая преобразовать входные знания учащегося в выходные при изучении теоретического материала; A_2 – функция, позволяющая преобразовать входные знания учащегося в выходные при выполнении лабораторного практикума; A_3 – функция, позволяющая преобразовать входные знания учащегося в выходные при решении практических задач; A_4 – функция, позволяющая преобразовать входные знания учащегося в выходные при выполнении творческих заданий; A_5 – функция, позволяющая оценить выходные знания учащегося; A_6 – функция, позволяющая преобразовать выходные знания в оценку в требуемой шкале; A_7 – функция обратной связи, позволяющая проводить корректировку входных знаний учащихся; A_8 – функция, позволяющая формировать теоретический учебный материал; A_9 – функция, позволяющая формировать лабораторный учебный материал; A_{10} – функция, позволяющая формировать практический учебный материал; A_{11} – функция, позволяющая формировать творческие задания; A_{12} – функция, позволяющая формировать контрольно-измерительные материалы.

Преобразуем структурную схему (см. рис. 5) в соответствии с математическим описанием процесса (исключив на данном этапе администрацию как участника, не влияющего на ход процесса преобразования входных знаний учащегося в выходные).

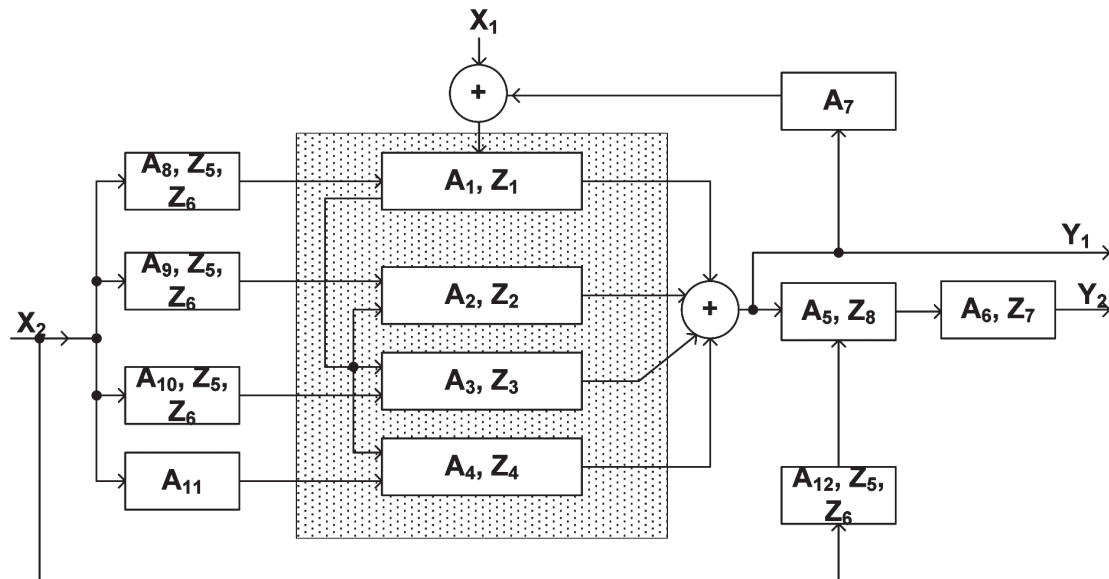


Рис. 6. Функциональная модель системы обучения

Опишем получение выходных данных поэтапно, введем дополнительные обозначения для описания промежуточных результатов (рис. 6).

Формирование теоретического учебного материала на основе знаний учителя, материала учебника и требований ГОС:

$$Z_1 = A_8(X_2, Z_5, Z_6).$$

Формирование лабораторного учебного материала на основе знаний учителя, материала учебника и требований ГОС:

$$Z_2 = A_9(X_2, Z_5, Z_6).$$

Формирование практического учебного материала на основе знаний учителя, материала учебника и требований ГОС:

$$Z_3 = A_{10}(X_2, Z_5, Z_6).$$

Формирование творческих заданий на основе знаний учителя, обычно выходит за рамки стандартных требований:

$$Z_4 = A_{11}(X_2).$$

Формирование контрольно-измерительных материалов на основе знаний учителя, материала учебника и требований ГОС:

$$Z_8 = A_{12}(X_2, Z_5, Z_6).$$

Формирование знаний учащегося теоретического учебного материала на основе текущих знаний ученика и материала, сформированного учителем:

$$B_1 = A_1(X_1, Z_1).$$

Формирование знаний учащегося лабораторного учебного материала на основе текущих знаний

ученика, материала, сформированного учителем, и знаниями, полученными в ходе изучения теоретического материала:

$$B_2 = A_2(X_1, Z_2, B_1).$$

Формирование умений учащегося решать задачи на основе текущих знаний ученика, материала, сформированного учителем, и знаниями, полученными в ходе изучения теоретического материала:

$$B_3 = A_3(X_1, Z_3, B_1).$$

Формирование умений учащегося выполнять творческие задания на основе текущих знаний ученика, материала, сформированного учителем, и знаниями, полученными в ходе изучения теоретического материала:

$$B_4 = A_4(X_1, Z_4, B_1).$$

Выходные знания учащегося по всем разделам курса суммируются:

$$Y_1 = B_1 + B_2 + B_3 + B_4.$$

Этот результат используется тремя различными способами:

1) подается без изменений на выход, представляя собой знания учащегося после прохождения обучения;

2) оценивается с помощью контрольно-измерительных материалов

$$B_5 = A_5(Y_1, Z_8)$$

и приводится к требуемой шкале оценивания, таким образом, на выходе получают новые выходные данные – оценка:

$$Y_2 = A_6(B_5, Z_7);$$

3) подается в систему обратной связи, где превращается в новые входные данные для следующего цикла работы системы:

$$X_1 = A_7(Y_1).$$

При этом над выходными данными может не проводиться преобразование ($A_7 = 1$) или выходные данные видоизменяются в зависимости от вида функции A_7 .

Заключение

Подходов к моделированию сложных социально-экономических систем бесчисленное множество. Любая известная математика может быть использована для математического моделирования процесса обучения.

В статье предлагается один из возможных подходов к моделированию процесса обучения – дедуктивно-индуктивный. В результате использования такого подхода получена структурная модель процесса обучения в средней школе, которая учитывает не только процессы, происходящие в системе, но и взаимодействие, как прямое, так и опосредованное, между субъектами образовательного процесса, а также учитывает обязательную корректировку входных знаний учащегося. Функциональная модель, полученная на основе рассмотрения взаимодействия различных компонент и субъектов образовательной системы, в дальнейшем позволит реализовать информационную систему образовательного назначения, подобную реальной образовательной среде.

Рассмотренная модель является лишь первым приближением в процессе моделирования структуры процесса обучения. Дальнейшая детализация позволит изучить процесс обучения вплоть до способов формирования и изменения знаний в пределах заданных тем или уроков, в соответствии с заданной программой обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная целевая программа развития образования на 2011–2015 годы // Федеральные инновационные площадки: [сайт]. – URL: <http://fip.kpmo.ru/fip/info/13430.html> (дата обращения: 27.01.2014).
2. *Расстригин Л.А.* Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Сов. радио, 1980.
3. *Рыжкова М.Н., Павлова С.М.* Моделирование структуры курса физики в техническом вузе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №1.
4. *Рыжкова М.Н., Курников А.В.* Функциональная и логическая модели информационной системы // Методы и

устройства передачи и обработки информации: межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 11 / под ред. В.В. Ромашова, В.В. Булкина. – М.: Радиотехника, 2009. – С. 410–413.

5. *Рыжкова М.Н., Самохин А.В.* Общие подходы к моделированию адаптивной системы обучения. Всероссийские научные Зворыкинские чтения – I: Всерос. межвуз. науч. конф. «Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России»: сб. тез. докл.: в 3 т. – Т. 2 / Муромский ин-т Владимирского ун-та, 6 февраля 2009 г. – Муром: Изд.-полиграф. центр МИ ВлГУ, 2009. – С. 126.

M.N. Ryzhkova

Murom Institute «Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovych», Murom, Russia

A WAY TO SCHOOL EDUCATIONAL PROCESSES MODELING

Key words: learning, educational model, structural model, functional model.

Introduction of information technology in education is a very rapid process. In 90s of 20th century the development of information resources for educational purposes was carried out by large software firms or individual enthusiastic teachers. Nowadays, educational software developers and customers are university and school teachers, besides anyone, who is not even experienced in programming, can create his own training system based on Open Source-systems, for example, Moodle. Number of opportunities for learning via computer technologies grows exponentially, but often the educational system quality suffers, because they are mostly used as a simple repository of teaching material and testing system. For development of “really educational” system it is necessary to create an approximation to actual learning process, to simulate the structure of learning process and various relationships of its parts.

Learning process, as any social and economic process is a quite complex formal language, therefore there are many modeling approaches to do it. The paper offers one of the possible approaches to the educational process description, i.e. deductive and inductive approach. It considers the particularity of the process in terms of its subjects, who are the student and the teacher. Subsequently, as these subjects interact closely with each other, we can join the parts of the system into a single structure.

Functional model enables to describe mathematically internal relationships within the system and

take into account the subjects' interaction of the process. The theory of elementary automatic machine, making it possible to predict the output data based on the input, as well as some presets of each circuit block are assumed as a basis of the model. The model permits to describe the system in terms of input data, output data, parameters and functions of each component. The input data for the system are the knowledge, skills and experience not only of the student but also of the teacher. The output data of the system are the knowledge and skills, which students obtain during the educational process, as well as its evaluation presented in a special score or score-rating system.

The data stored in the system, i.e. state parameters are teaching and testing material, collected by the teacher in accordance with national educational standards, requirements for educational and assessment material. Furthermore, the paper describes system functions, which allow reorganizing the input data into the output in accordance with the educational process.

This educational system description makes it possible to use this model as the basis for a unified information environment of secondary education.

REFERENCES

1. Federal'naja celevaja programma razvitija obrazovanija na 2011–2015 gody // Federal'nye innovacionnye ploshhadki: [sajt]. – URL: <http://fip.kpmo.ru/fip/info/13430.html> (data obrashhenija: 27.01.2014).
2. *Rasstrigin L.A.* Sovremennye principy upravlenija slozhnymi ob#ektami. – M.: Sov. radio, 1980.
3. *Ryzhkova M.N., Pavlova S.M.* Modelirovanie struktury kursa fiziki v tehničeskom vuze // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014. – №1.
4. *Ryzhkova M.N., Kurnikov A.V.* Funkcional'naja i logičeskaja modeli informacionnoj sistemy // Metody i ustrojstva peredachi i obrabotki informacii: mezhvuz. sb. nauch. tr. – Vyp. 11 / pod red. V.V. Romashova, V.V. Bulkina. – M.: Radiotekhnika, 2009. – S. 410–413.
5. *Ryzhkova M.N., Samohin A.V.* Obshhie podhody k modelirovaniju adaptivnoj sistemy obuchenija. Vserossijskie nauchnye Zvorykinskie chtenija – I: Vseros. mezhvuz. nauch. konf. «Nauka i obrazovanie v razvitii promyshlennoj, social'noj i jekonomičeskoj sfer regionov Rossii»: sb. tez. dokl.: v 3 t. – T. 2 / Muromskij in-t Vladimirskogo un-ta, 6 fevralja 2009 g. – Murom: Izd.-poligraf. centr MI VIGU, 2009. – S. 126.