

УДК 004.85

М.Н. Рыжкова

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ: КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Рассматриваются исследования в области моделирования образовательной системы. В статье выдвигаются требования к универсальной модели образовательной системы, и в соответствии с этими требованиями разрабатывается модель образовательной системы на основе кибернетического подхода. Универсальность модели подтверждается частными моделями уровней образовательной системы, получаемыми из общей модели введением ограничений и допущений.

Ключевые слова: универсальная модель, кибернетический подход, образовательная система, образовательный процесс.

Введение. Образовательная система как система получения знаний является сложной по внутренним связям и большой по количеству элементов. Будем подразумевать под *сложными системами* системы или процессы, которые описываются большим числом параметров, а также в процессе работы зависят от человека и принимаемых им решений.

Характерные особенности сложных систем [1]: уникальность, слабая структурированность знаний о системе, составной характер системы, разнородность подсистем и элементов, случайность и неопределенность факторов, действующих в системе, многокритериальность оценок процессов, протекающих в системе, большая размерность системы из-за наличия множества разнородных данных и критериев.

Если оценивать образовательную систему по приведенным критериям сложных систем, то можно сделать вывод, что образовательная система является сложной социальной системой. Поэтому для упрощения изучения поведения такой системы и ее объектов приходится делать некоторые ограничения, то есть от реальной системы переходить к ее модели. Модель системы позволяет выделить отдельные подсистемы, обладающие функциями управления или требующие управления в сложной системе.

Анализ литературы по моделированию образовательных систем и процессов позволил выявить несколько различных подходов [2]:

- статистический подход (П.А. Орлов, А.Н. Членов, А.П. Свиридов, М.В. Сыгогина и др.), вероятностный подход (Л.А. Растринин);
- когнитивный подход (Ф.С. Робертс, В.И. Максимов, А.А. Кулинич, З.К. Авдеева,

С.В. Коврига, Д.И. Макаренко, М.А. Заболотский, И.А. Полякова, А.В. Тихонин и др.);

- метод оптимума номинала (Г.В. Горелова, Е.А. Карпова);

- кибернетический подход (Н. Винер, Б.Ф. Скиннер, В.П. Беспалько, Л.А. Растринин, М.Х. Эренштейн, Т.Л. Мазурок и др.);

- модель онтологий (И.Л. Артемьева, М.А. Князева, О.А. Купневич, В.Н. Высоцкий, Н.В. Рештаненко);

- семантические сети, в частности представление данных и знаний в обучающих системах (В.С. Лозовский, И.П. Кузнецов, Г.С. Осипов, А.И. Башмаков, И.А. Башмаков, П.Д. Рабинович, И.А. Перминов), а также некоторые другие подходы.

Каждый из этих подходов использует свой математический аппарат для моделирования образовательных систем, однако, каждый из этих подходов применим лишь для определенных подсистем и не может быть использован для других. С учетом этого можно сформулировать основную проблему: *нет единого подхода к описанию системы обучения, следовательно, нет возможности скомбинировать имеющиеся модели для получения единой структуры.*

Цель работы – разработка универсальной модели образовательной системы на основе кибернетического подхода. Для реализации цели необходимо разработать требования к построению универсальной модели образовательной системы, а также разработать частные модели образовательных систем на основе универсальной модели посредством введения ограничений и допущений.

Основные требования к моделированию

системы обучения. В литературе встречаются общие принципы построения моделей сложных систем [3]:

- адекватность,
- соответствие модели решаемой задаче,
- упрощение при сохранении существенных свойств системы,
- соответствие между требуемой точностью результатов моделирования и сложностью модели,
- баланс погрешностей различных видов,
- многовариантность реализаций элементов модели,
- блочное строение.

В дополнение к этому на основе анализа литературы сформулируем принципы о построении моделей образовательных систем:

- **принцип ограничения**, подразумевающий рассмотрение образовательной системы как системы приобретения знаний, позволяющий пренебречь финансово-хозяйственной деятельностью образовательного учреждения,

- **принцип общности целей**, который предусматривает единую цель любой образовательной системы – получение знаний,

- **принцип детализации целей** в зависимости от назначения образовательной системы подразумевает, что на каждой образовательной ступени существуют свои частные цели, которые должны быть определены,

- **принцип достоверности исходных данных**, подразумевающий необходимость оценивания входных знаний и личностных характеристик учащегося до начала обучения,

- **принцип дискретности учебного процесса**, подразумевающий дискретизацию учебного материала на отдельные блоки,

- **принцип адаптивности**, который определяет необходимость введения механизмов адаптации в систему для индивидуализации процесса обучения,

- **принцип множественного контроля**, подразумевающий многочисленное разнообразное оценивание результатов обучения, необходимых для адаптации процесса обучения в ходе работы,

- **принцип непрерывности**, определяющий возможность переходить с одной ступени образовательной системы на другую в рамках одной образовательной программы,

- **принцип неопределенности**, который требует введения инструментария работы в режиме неопределенности и неточности, например при оценивании знаний.

На основании сформулированных принципов можно выделить основные требования к

процессу моделирования системы обучения:

- определение субъектов образовательного процесса,
- определение целей обучения,
- определение способов взаимодействия субъектов,
- определение средств взаимодействия субъектов,
- определение внедряемых механизмов адаптации,
- определение элементов структуры, вносящих неопределенность в принятие решений,
- определение элементов, которыми можно управлять, и способов управления.

При построении частной модели обучающей системы необходимо учитывать вид образовательной системы (например, уровень обучения) и вводить некоторые допущения и ограничения.

Модель системы обучения

Основная цель моделирования в данном случае – выявление элементов системы обучения, которые влияют на выходные знания учащегося и элементов, которыми можно управлять для более эффективного обучения. Показателем эффективности системы обучения становится разность между требуемым уровнем обучения (задается МОН и администрацией) и реальными знаниями учащегося. Данный показатель определяется в результате аттестационного контроля и по его результатам делается вывод о необходимости дополнительного или повторного обучения.

Опишем поэтапно процесс моделирования, для этого определим:

- субъекты образовательного процесса: учащийся, учитель/педагог, авторы учебников, справочной информации, учебно-методических материалов, Министерство образования и науки (МОН), администрация учебного заведения, округа и т.п., родители. На разных уровнях образовательной системы субъекты образовательного процесса определяются целями и задачами обучения;

- цели обучения: если рассматривать образовательную систему, в первую очередь, как систему получения знаний, то основная цель такой системы – преобразование текущих знаний учащегося в новые знания, которые соответствуют требованиям государственных стандартов, существуют и вспомогательные цели, такие как всестороннее развитие учащегося, воспитание, развитие творческих способностей и научного потенциала, саморазвитие учащихся и педагогов и некоторые другие. Цели могут варьироваться в соответствии с уровнем образовательной системы;

- способы и средства взаимодействия субъектов: 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 рисунке 1 [4]. Стрелки означают направление взаимодействия. Средства взаимодействия помечены над стрелками.

Определение внедряемых механизмов адаптации, а также элементов структуры, вносящих неточность в принятие решений, элементов, которыми можно управлять, и способов управления удобно проводить уже по готовой модели структуры системы.

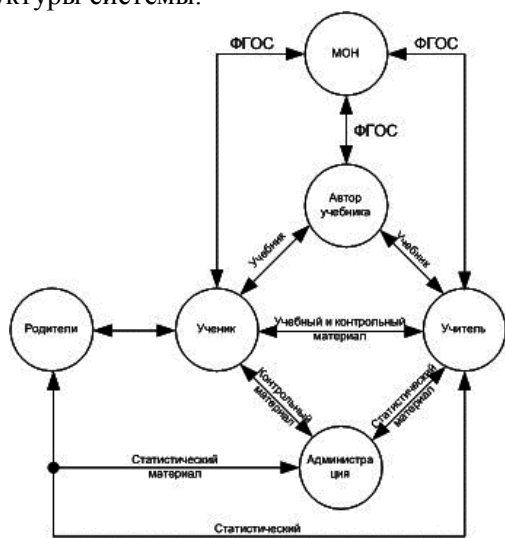


Рисунок 1 – Субъекты процесса обучения

Для построения модели образовательной системы воспользуемся кибернетическими методами. С точки зрения кибернетики в моделировании сложных систем используют несколько подходов [5]:

- модель типа «черный ящик», которая предполагает описание входных параметров си-

стемы и целей ее работы, при этом неизвестно, каким образом входные сигналы преобразуются в выходные цели. Данную модель целесообразно реализовывать на первом этапе моделирования сложных систем, чтобы определиться с наиболее существенными входными данными системы, а также определить основные цели и результаты работы системы;

- модель состава системы, которая описывает все блоки и подсистемы, входящие в систему, но не описывает их взаимодействие; деление системы на составные части всегда определяется целями моделирования и может быть выполнено с различной степенью подробности. Данную модель необходимо рассматривать, если система одновременно должна реализовывать несколько целей или за реализацию одной цели должны отвечать несколько разных по функционалу блоков;

- модель структуры, которая отражает взаимосвязи между блоками или элементами системы и указывает, каким образом из входных данных получают выходные, то есть каким образом реализуются цели в данной системе. Данная модель предполагает наличие уже известных входных и выходных данных, а также блоков системы, которые выполняют определенные функции.

Последовательное использование этих подходов позволяет построить модель любой сложной системы.

Модели процесса обучения приведены на рисунках 2,3,4.



Рисунок 2 – Модель процесса обучения в виде «черного ящика»



Рисунок 3 – Модель состава образовательного процесса

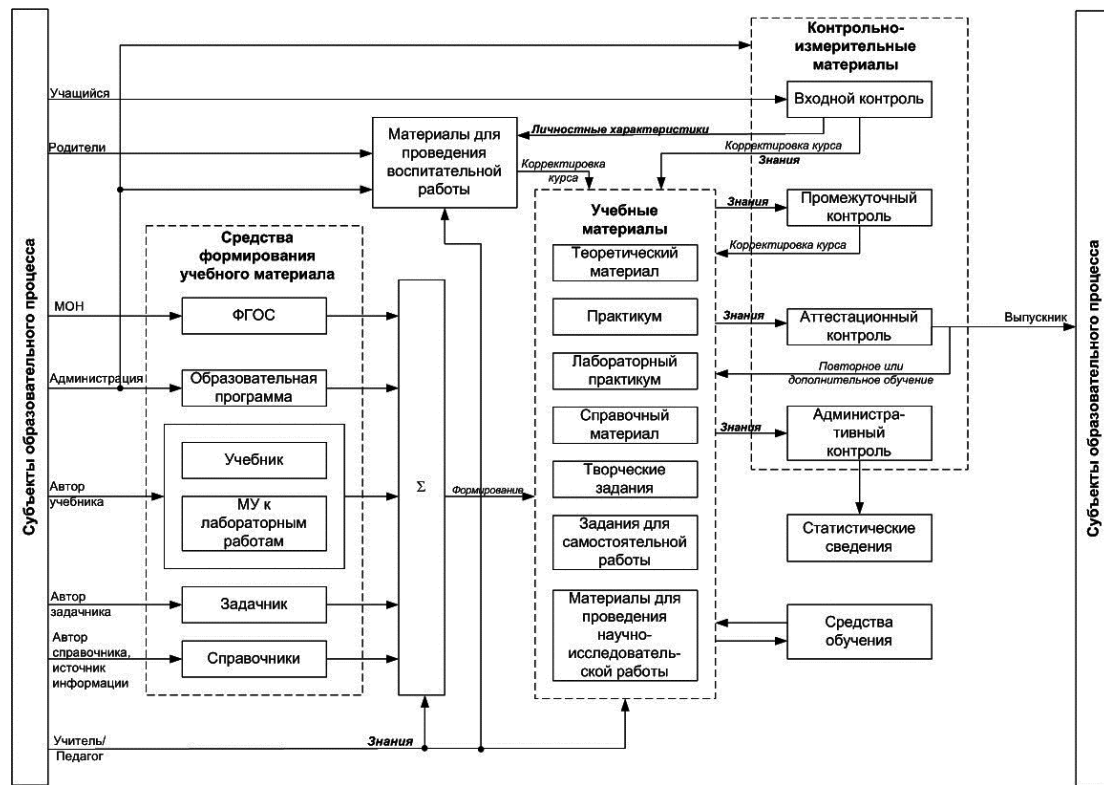


Рисунок 4 – Модель структуры образовательной системы

Определим механизмы адаптации, которые можно использовать в учебном процессе: адаптивное представление, вариативная сложность и подробность учебного материала и контрольно-измерительных материалов, индивидуальный график обучения, индивидуальная творческая и самостоятельная работа.

Определим элементы структуры, вносящие неопределенность в принятие решений: неточность оценивания знаний, неточность определения уровня сложности заданий, неопределенность оценивания личностных характеристик учащегося.

Определим элементы системы, управление которыми может повысить эффективность процесса обучения:

- 1) контрольно-измерительные материалы,
- 2) проверка знаний на всех этапах контроля,
- 3) структура учебных материалов и последовательность обучения,
- 4) структура материалов и траектория для самостоятельной работы.

Частные модели учебного процесса. Под частными моделями учебного процесса будем понимать модели отдельных уровней образовательной системы. Законом об образовании (ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ [7]) устанавливаются следующие уровни образовательной системы:

- 1) общее образование:
 - дошкольное образование,

- начальное общее образование,
- основное общее образование,
- среднее общее образование,
- 2) профессиональное образование:
 - среднее профессиональное образование,
 - высшее профессиональное образование,
 - 3) дополнительное образование:
 - дополнительное образование детей и взрослых,
 - дополнительное профессиональное образование.

Рассмотрим укрупненную модель школьного обучения, включающую начальное общее, основное общее и среднее общее образование, а также среднее профессиональное образование как преследующие общие цели и имеющие схожую структуру. Под моделью вузовского обучения будем иметь в виду модель высшего профессионального образования. Под дополнительным образованием будем подразумевать дополнительные образовательные программы по общеобразовательным предметам для детей, включая программы в сфере искусств, физической культуры и спорта. В качестве модели системы повышения квалификации кадров будем использовать модель дополнительного профессионального образования.

Школьное обучение. Школьное обучение на любом уровне включает в себя самые широкие цели, самое большое число участников образовательного процесса и все процессы, которые

были предусмотрены в общей модели, поэтому школьному обучению соответствует универсальная модель, приведенная на рисунке 4.

Вузовское обучение. Вузовское обучение имеет существенные отличия от школьного образования: увеличивается роль самостоятельной работы учащегося, меняется роль учебников, которые заменяются в большинстве случаев конспектами лекций, больше научной деятельности, обучение становится профессионально направленным и практико-ориентированным (увеличивается число практических и лабораторных заня-

тий), практически нивелируется роль родителей в учебном процессе.

Особенности модели:

- родители не являются субъектами образовательного процесса,
- поскольку увеличивается роль самостоятельной работы, то новые знания и личностные характеристики могут быть получены и самостоятельно из источников информации или учебных материалов без участия педагога.

Все остальные элементы универсальной модели остаются неизменными (рисунок 5).

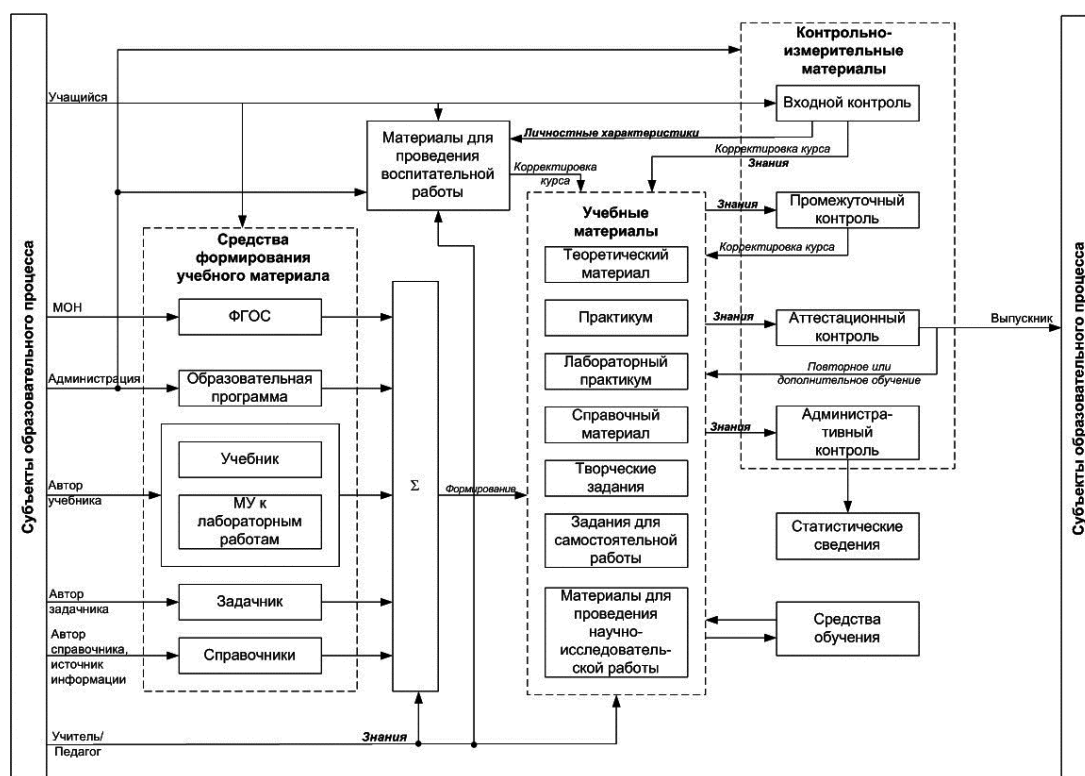


Рисунок 5 – Модель вузовского обучения

Дополнительное образование. Дополнительное образование имеет ряд особенностей, которые определяются целями и задачами дополнительного обучения: повышенная мотивация учащихся, дополнительное обучение проводится индивидуально или в малых группах, для каждого учащегося в идеале разрабатывается индивидуальная программа обучения, при этом существуют ограничения по времени, которое отводится на занятия, участие родителей по мере необходимости. Дополнительное обучение обычно проводится организациями (школами, государственными и частными образовательными центрами, центрами внешкольной работы и т.д.) или частными лицами (репетиторство). В зависимости от целей обучения образовательные программы могут опираться на ФГОС или выходить за его рамки.

Особенности:

- в качестве субъектов образовательного процесса исключаются МОН, авторы учебников, задачников и т.д. (при условии, что эти учебные материалы рекомендованы МОН в качестве основных в рамках школьного обучения) и администрация, контролирующая роль которой сводится к организационным задачам, не рассматриваемым в данной модели,
- увеличивается доля педагогического опыта и знаний педагога, а также роль дополнительных источников информации,
- пропадает необходимость аттестационного, административного контроля, так как этим занимается школа/вуз,
- увеличивается роль самостоятельной работы (за счет повышенной мотивации учащегося),

- оценка эффективности дополнительного образования проводится педагогом в рамках промежуточного контроля.

Учитывая введенные ограничения дополнительного образования на модель, получаем структурную модель, приведенную на рисунке 6.

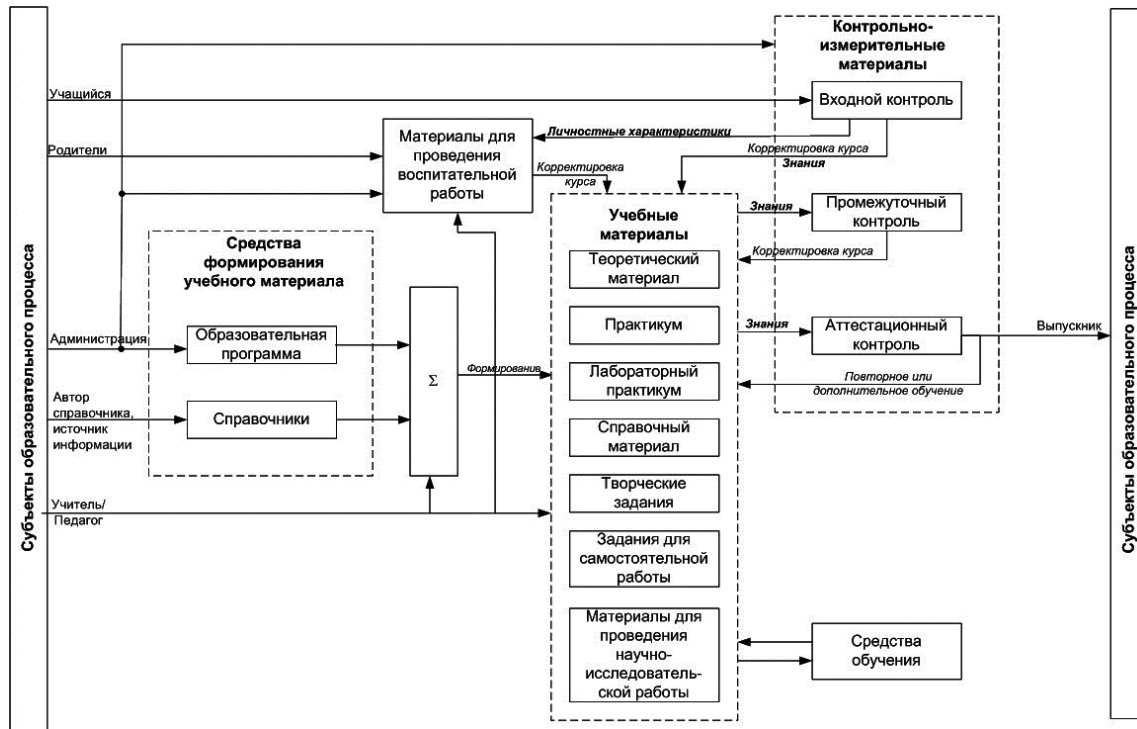


Рисунок 6 – Модель дополнительного образования

Система повышения квалификации кадров. Особенности системы повышения квалификации кадров основаны на том, что эта система ориентирована на взрослых людей, уже обладающих как высшим образованием, так и навыками профессиональной деятельности [6]. Такая подготовка необходима, прежде всего, при переводе работника с одной должности на другую, а также для повышения и развития профессиональных знаний. Программа подготовки в данном случае разрабатывается высшими учебными заведениями либо специализированными центрами подготовки и переподготовки кадров, в результате обучения учащийся получает свидетельства или сертификаты государственного образца, следовательно, программы и курсы должны разрабатываться на основе требований с одной стороны Министерства науки и образования, с другой стороны, заказчиком является работодатель, поэтому необходимо ориентироваться на его требования. Программа подготовки должна быть индивидуальной, профессионально направленной, узкоспециализированной.

Особенности:

- заказчиком, в первую очередь, является работодатель, его требования определяют программу обучения, разрабатываемую админи-

страцией,

- в качестве субъектов образовательного процесса исключаются МОН, авторы учебников, задачников и т.д. (при условии, что эти учебные материалы рекомендованы МОН в качестве основных в рамках школьного обучения),

- администрации, наряду с работодателем, отводится контролирующая роль при итоговой аттестации,

- увеличивается доля педагогического опыта и знаний педагога, а также роль дополнительных источников информации,

- административный контроль и промежуточный контроль сводятся к итоговой аттестации,

- пропадает необходимость воспитательной работы в чистом виде,

- увеличивается роль самостоятельной работы (за счет повышенной мотивации учащегося),

- пропадает значимость количественной оценки знаний, итоговая аттестация дает решение о получении сертификата/свидетельства.

Учитывая введенные ограничения на модель системы повышения квалификации кадров, получаем структурную модель, приведенную на рисунке 7.

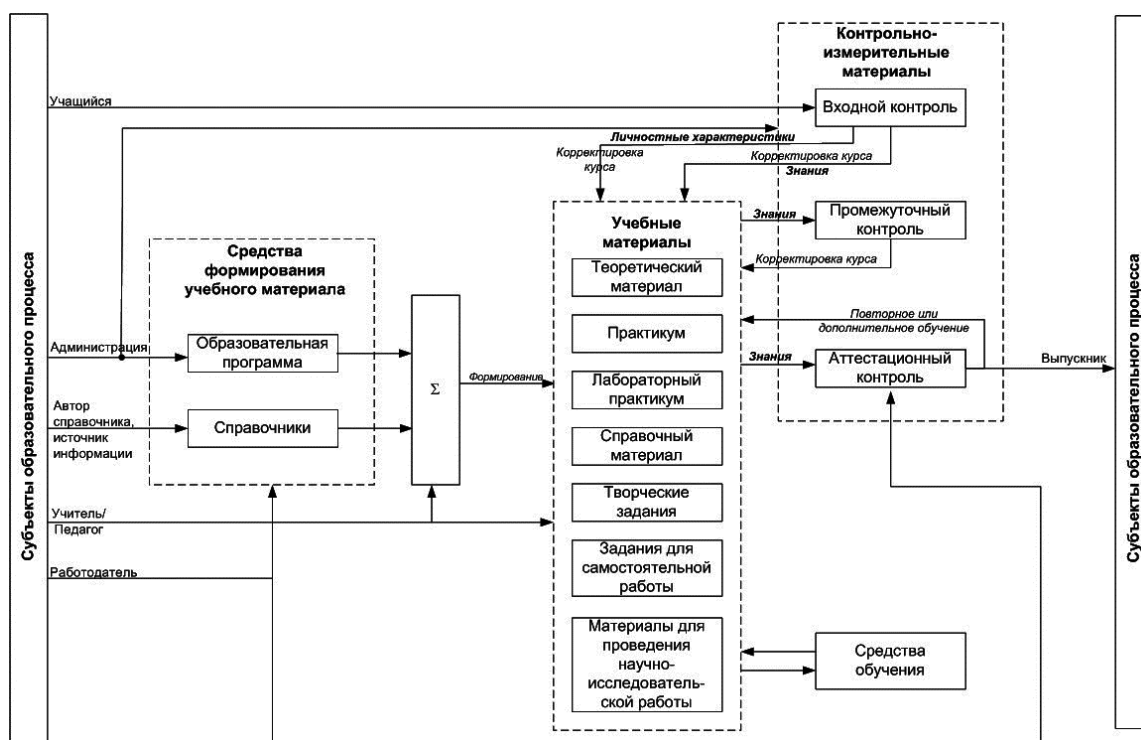


Рисунок 7 – Модель системы повышения квалификации кадров

Заключение. В ходе исследования были сформулированы основные принципы, характерные для моделирования образовательной системы, которые включают в себя принцип ограничения, принцип общности целей, принцип детализации целей, принцип достоверности исходных данных, принцип дискретности учебного процесса, принцип адаптивности, принцип множественного контроля, принцип непрерывности, а также принцип неопределенности. На их основе разработаны требования к построению универсальной модели образовательной системы.

В результате проведенного исследования была разработана универсальная модель образовательной системы на основе кибернетического подхода, предполагающего последовательную разработку модели на трех уровнях: в виде «черного ящика», в виде модели состава, в виде модели структуры. Полученная в результате структура легла в основу универсальной модели образовательной системы.

Универсальность модели подтверждена тем, что из нее с помощью дополнительно введенных ограничений были получены частные модели, описывающие различные уровни образовательной системы: модель школьного обучения, модель вузовского обучения, модель дополнительного образования, модель системы повышения квалификации кадров.

Кроме того, универсальная модель образовательной системы позволила определить, какими элементами системы можно управлять в процессе образовательной деятельности.

Библиографический список:

1. Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В. и др. Технология системного моделирования; под общ. ред. С. В. Емельянова и др. — М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. — 520 е.: ил.
2. Рыжкова М.Н. Использование методов функционального анализа для описания процесса обучения // Динамика сложных систем: XXI век. № 1. 2015.
3. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учеб. для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.
4. Рыжкова М.Н. Подход к моделированию процесса обучения в средней школе // Открытое и дистанционное образование. № 4. 2014. С. 62-68.
5. Рыжкова М.Н. Моделирование при построении информационно-образовательных систем // Методы и устройства передачи и обработки информации. № 16. 2014. С. 84-89.
6. Рыжкова М.Н. Адаптивные информационные технологии в системе повышения квалификации // Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров. № 2 (19). 2014. С. 78-85.
7. ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ. // Российская газета, № 5976 30.12.2012, <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html>