

Структура когнитивной образовательной технологии

Бершадский М.Е.

В статье, опубликованной в предыдущем номере журнала, были сформулированы два положения, на которых базируется когнитивная образовательная технология. Первое определяет необходимость изучения актуального уровня когнитивного развития каждого ученика для выбора форм, методов, средств и содержания обучения, соответствующих его когнитивной готовности. Второе положение позволяет структурировать содержание обучения в соответствии с принятым в инженерии знаний делением информации на декларативную и процедурную.

Из этих положений вытекает следствие, определяющее структуру учебного процесса в когнитивной технологии.

Следствие 1. *Учебный процесс в когнитивной образовательной технологии имеет модульно-блочную структуру.*

Модуль представляет собой систему уроков, объединённых общей дидактической целью. Системообразующим фактором, на основе которого формируется модуль, является процедурная информация, лежащая в основе частного или общего метода научного познания. Модуль имеет блочную структуру и состоит из следующих трёх блоков уроков, в каждом из которых решается отдельная дидактическая задача:

- блок входного мониторинга;
- теоретический блок — изучение *декларативной информации*;
- процессуальный блок — изучение *процедурной информации*.

Последовательность блоков внутри модуля в учебном процессе изображена на рисунке 1 (см. в приложении в конце статьи).

Используя понятие модуля, можно схематически представить структуру учебного процесса (см. рис. 2 см. в приложении в конце статьи) по изучению определённой темы курса в виде последовательности модулей, в каждом из которых учащиеся изучают частные и общие методы познания, применяемые в данной предметной области. Завершается изучение темы стандартным для многих технологий блоком, включающим уроки обобщающего повторения, контроля и коррекции.

Целевое назначение каждого блока уроков можно описать следующим образом. Уроки, входящие в состав первого блока, предназначены для получения информации об уровне когнитивной готовности ученика к восприятию и пониманию новой учебной информации и выполнению различных познавательных действий и операций. Информация, полученная в ходе когнитивного, метапредметного, межпредметного и предметного мониторинга, используется для отбора содержания обучения, выбора методов, форм и приёмов обучения, разработки средств обучения, которые соответствуют когнитивным возможностям ученика.

Основная задача уроков блока изучения декларативной информации состоит в организации познавательной деятельности учащихся, итогом которой является усвоение понятийного аппарата новой темы. В результате в сознании каждого учащегося должен быть сформирован фрагмент семантической сети, в которой новые понятия изучаемой темы соединены с ранее усвоенными учеником понятиями с помощью известных ребёнку общих и частных видов связи.

Уроки блока изучения процедурной информации предназначены для усвоения учащимися общих и частных методов, способов и приёмов познания в изучаемой предметной области. Результатом учебного процесса является формирование в сознании каждого ученика когнитивной схемы, которая позволяет определять:

- внешние признаки, содержащиеся во входной информации, указывающие на необходимость применения данной когнитивной схемы;
- условия применимости когнитивной схемы к объектам, подлежащим преобразова-

нию;

— содержание действий и операций по преобразованию объекта, с помощью которых реализуется когнитивная схема, и их последовательность.

Для обоснования структуры уроков изучения декларативной и процедурной информации и средств управления познавательной деятельностью учащихся необходимо сформулировать третье положение, определяющее основной способ организации учебного процесса, приводящий к интериоризации декларативной и процедурной информации.

Положение 3. *Для интериоризации декларативной и процедурной информации необходимо организовать деятельность по многократной логической переработке поступающей информации.*

Данное положение базируется на многочисленных психологических экспериментах по исследованию процессов произвольного запоминания, выполненных П. И. Зинченко (1996), Ф. Крэйком и Р. Локхартом (1972),

Ф. Крейком и И. Тульвингом (1975), Т. Роджерсом, Н. Куипером и У. Киркером (1977) и многими другими учёными. Проводя анализ работы Крэйка и Локхарта, Р. Солсо (1996,

с. 161) пишет: «Общая идея здесь состоит в том, что входные стимулы подвергаются ряду аналитических процедур, начиная с поверхностного сенсорного анализа и далее — к более глубокому, более сложному, абстрактному и семантическому анализу. Обрабатывается ли стимул поверхностно или глубоко — это зависит от природы стимула и от времени, отпущенного на его обработку. У элемента, обработанного на глубоком уровне, меньше шансов быть забытым, чем у того, что обрабатывался на поверхностном уровне. На самом раннем уровне входные стимулы подвергаются сенсорному и подетальному анализу. На более глубоком уровне элемент может быть опознан посредством механизмов распознавания паттернов и выделения значения; а на ещё более глубоком этот элемент может вызывать у субъекта долговременные ассоциации. С углублением обработки увеличивается доля семантического или когнитивного анализа». Подводя итоги анализа работ, посвящённых изучению памяти, Р. Солсо (1996, с. 162) приходит к выводу: «Согласно теории «уровней обработки», память является в сущности *побочным продуктом* обработки информации, и сохранение её следов прямо зависит от глубины обработки. Глубокий анализ, порождающий богатые ассоциации, приводит к возникновению долгоживущих и прочных следов памяти».

Из третьего положения вытекают два следствия.

Следствие 2. *Содержание обучения должно допускать его логическую обработку.*

Следствие 3. *Задания для организации учебной деятельности по усвоению декларативной и процедурной информации должны активировать её многократную глубокую логическую обработку школьниками в процессе выполнения этих заданий.*

Следствие 2 уже было частично рассмотрено ранее при обсуждении уровней качества учебных материалов¹. Для того чтобы содержание обучения, сосредоточенное в различных источниках информации, предъявляемых ученикам, допускало логическую обработку с помощью имеющихся в распоряжении учеников когнитивных средств, оно должно отвечать следующим требованиям:

¹ См. статью, опубликованную в предыдущем номере журнала.

— в структуре содержания должны быть выделены исходные суждения и приведено их обоснование (если исходные суждения получают только частичное обоснование, то они относятся к гипотетическим; если же обоснование исходных суждений лежит в области ценностей, норм, убеждений и т. д., то они являются оценочными);

— выводы из исходных суждений получены с помощью логических умозаключений;

— текст соответствует когнитивным возможностям среднего ученика;

— в текст введены вопросы для диагностики понимания с гиперссылками для коррекции усвоения при получении ошибочных ответов;

— новые виды связей и отношений между понятиями, новые продукты выделяются в

явном виде для специального изучения учащимися;

— в тексте даны различные формы кодирования одной и той же информации;

— содержание представлено в виде граф-схем или семантических сетей, связывающих новые понятия с ранее изученными.

К сожалению, большинство современных учебников не удовлетворяет сформулированным выше требованиям, поэтому усвоение учебной информации часто носит характер вынуждённого заучивания когда-то кем-то полученных фактов, законов, теорий. Приведу один характерный пример. На выпускных экзаменах я часто предлагаю учащимся одно и то же задание: «Докажите, что Земля вращается вокруг своей оси». Как и следовало ожидать, результаты оказываются удручающими. Менее 1% выпускников средней школы указывают хотя бы одно обоснование этого всем известного факта. Наши ученики привыкли бездумно и некритично заучивать любые сведения, которые освящены авторитетом учителя, автора учебника, телеведущего и т. д.

Разумеется, надеяться на то, что ученики вдруг самостоятельно начнут осуществлять глубокую логическую переработку даже качественной учебной информации, не приходится. Деятельность по логической переработке необходимо специально организовывать, а для этого необходимы специальные средства. В когнитивной технологии роль этих средств выполняют специально сконструированные задания, многие из которых используют идеологию психологических методик, предназначенных для изучения интеллектуального развития. Эти задания выполняются учащимися после восприятия новой информации. Задания выполняют три основных функции. Первая состоит в активации логической переработки полученной информации, в ходе которой происходит первичное её усвоение на уровне понимания. Вторая функция заключается в диагностике процесса усвоения, поэтому задания конструируются таким образом, чтобы учитель, анализируя результаты выполнения заданий учащимися, мог однозначно и объективно по наблюдаемым действиям учащихся судить о понимании каждым из них структуры изучаемой информации и взаимосвязи всех её элементов. Последнее утверждение отражает ещё одно из основных положений, на которых базируется когнитивная технология.

Положение 4. *Когнитивная образовательная технология является технологией алгоритмического типа, основанной на психологических теориях управления когнитивным развитием учащихся в процессе обучения, результаты которого могут быть объективно диагностированы, т. е. выражены на языке наблюдаемых действий учащихся.*

Признание алгоритмического характера когнитивной технологии приводит к структуре, общей для всех технологий данного типа. Эта структура изображена на рисунке 3 (см. в приложении в конце статьи).

Проектирование учебного процесса начинается с диагностики исходного состояния учащихся, на основе данных которой, применяя критерии выбора адекватной модели (под адекватностью здесь понимается соответствие модели состоянию учащихся и целям учебного процесса), определяется система обучающих воздействий (выбираются методы, приёмы, формы и средства обучения), отбирается и структурируется содержание обучения.

В результате применения выбранной системы воздействий учащиеся переходят в промежуточное состояние (ПС), для изучения которого вновь применяются средства диагностики, фиксирующие достижения учащихся и позволяющие обнаружить затруднения школьников при усвоении новой информации. На основе полученных данных учитель модифицирует модель обучения, изменяя методы, формы, приёмы и средства обучения и приводя модель в соответствии с изменившимся состоянием учеников. Результаты применения модифицированной модели вновь диагностируются, что в очередной раз приводит к коррекции модели и т. д. Процесс повторяется до тех пор, пока не будут достигнуты запланированные результаты обучения.

Описанная выше структура является общей для всех алгоритмических технологий, так как она базируется на кибернетических принципах проектирования процесса с непрерывной обратной связью.

Из приведённого выше краткого описания видно, что когнитивная образовательная технология для управления процессами когнитивного развития учащихся нуждается в непрерывной обратной связи — диагностике состояния, достигнутого каждым учащимся на всех стадиях процесса.

Третья функция, выполняемая заданиями, состоит в обеспечении учителя информацией о затруднениях, испытываемых каждым учеником при усвоении информации. Для выполнения этой функции задания нужно конструировать так, чтобы ошибочное действие учащегося указывало на причину совершения ошибки и позволяло учителю выбрать адекватное средство коррекции. Перечисленные выше функции, которые выполняют задания, можно рассматривать как критерии, позволяющие осуществлять отбор и конструирование заданий. Наиболее часто в когнитивной образовательной технологии применяются:

- методика «Расставьте в правильном порядке»;
- методика «Вставьте нужное слово»;
- составление плана изученного материала;
- составление или дополнение граф-схемы;
- методика «Аналогии»;
- методика «Исключение лишнего»;
- методика «Поиск существенных признаков»;
- задания на перекодирование информации;
- завершение умозаключений.

На основе данных, полученных в результате диагностики, проектируется этап коррекции первичного усвоения, в ходе которого осуществляется:

- определение источников, с помощью которых учащиеся будут получать дополнительную информацию (учебники, хрестоматии, статьи, справочники, кино- и видеофильмы, Интернет, экспериментальная деятельность);

- подготовка дополнительных учебных материалов для тех учащихся, которые обнаружили затруднения при восприятии и понимании новой информации.

Выбор формы проведения коррекции: дополнительные разъяснения учителя всему классу или отдельной группе учащихся, самостоятельное изучение учащимися дополнительной информации, работа учащихся в группах).

После проведения коррекции осуществляется повторная диагностика усвоения с применением средств, которые использовались на этапе первой диагностики (в средней школе из-за большого объёма информации, изучаемой на уроке, повторная диагностика, как правило, не проводится).

Из сформулированных выше положений вытекает структура урока изучения декларативной информации (УИДИ), изображённая на рисунке 4 (см. в приложении в конце статьи). Сокращённые обозначения на рисунке 4 обозначают следующие этапы урока: ВД — входная диагностика, ИНИ — изучение новой информации, ПУНИ — первичное усвоение новой информации, ДПУНИ — диагностика первичного усвоения новой информации, КорПУ — коррекция первичного усвоения, ПДПУ — повторная диагностика первичного усвоения, ПКорПУ — повторная коррекция первичного усвоения. На рисунке последние два этапа заключены в пунктирную рамку по двум причинам. Во-первых, при большом объёме новой информации эти этапы могут отсутствовать, тогда диагностика первичного усвоения проводится на следующем уроке. Второй случай наблюдается, наоборот, при небольшом объёме информации, тогда у учителя есть возможность провести повторную диагностику и коррекцию неоднократно.

Для проектирования уроков изучения процедурной информации необходимо дополнительное положение, определяющее основной психологический механизм формирования когнитивных схем применения информации (усвоение методов, способов, приёмов).

Положение 5. *Для управления процессом усвоения процедурной информации необходим метакогнитивный контроль собственной интеллектуальной деятельности со стороны каждого ученика.*

Метакогнитивный (произвольный) контроль собственной умственной деятельности возможен только в том случае, если учащийся обладает информацией о правильном способе выполнения изучаемой процедуры. Тогда он на любом этапе может сравнить выполненное им действие с эталоном и обнаружить либо их полное совпадение, либо отклонение от образца. Это позволяет ученику локализовать ошибочно выполненное действие и повторить попытку, сравнивая свои действия с эталоном. Таким образом, пятое положение приводит к выводу о необходимости представления изучаемой процедуры в виде последовательности действий и операций. В психологии такое пооперационное описание деятельности как основа для её усвоения получило название ориентировочной основы второго типа (*Гальперин П. Я., 2000*). При выборе способа введения этой основы в учебный процесс когнитивная технология исходит из теории социально-когнитивного научения, предложенной канадским психологом А. Бандурой (1989). В этой теории Бандура предлагает механизм научения, основанный не на собственной деятельности обучаемого (это постулат деятельностного подхода российской педагогики), а на наблюдении поведения и способов выполнения деятельности окружающими людьми, которых Бандура назвал моделями. С точки зрения этой теории учитель является моделью, демонстрирующей ученикам образцы деятельности по применению методов научения в определённой предметной области. Поэтому ориентировочная основа деятельности второго типа не должна предъявляться детям в готовом виде, а конструироваться учителем в учебном процессе в ходе решения типичной проблемы, позволяющей обосновать содержание и последовательность выполнения действий и операций, посредством которых реализуется изучаемый метод.

Последнее требование вытекает не только из теории Бандуры. Оно является следствием одного из основных императивов когнитивной образовательной технологии, постулирующего необходимость генетического понимания учащимися изучаемой информации. Из этого же требования вытекают и основные этапы проектирования, и структура уроков изучения процедурной информации.

В блоке изучения процедурной информации выделяются два типа уроков:

- урок изучения содержания и структуры процедурной информации;
- урок формирования умений применять процедурную информацию.

Урок первого типа предназначен для введения и обоснования ориентировочной основы второго типа для изучаемого метода. Так как основная цель урока состоит в достижении учащимися уровня генетического понимания структуры метода и содержания действий и операций, то структура этих уроков повторяет структуру уроков изучения декларативной информации (изменения касаются лишь содержания обучения). Структура урока изучения процедурной информации (УИПИ) изображена на рисунке 5 (см. в приложении в конце статьи); она состоит из следующих этапов:

- входная диагностика и коррекция на основе её данных (ВД);
- изучение структуры и содержания деятельности по применению процедуры (метода, приёма, правила и т. д.) (ИСД);
- первичное усвоение структуры и содержания деятельности по применению процедуры (ПУСД);
- диагностика первичного усвоения процедуры (ДПУ);
- коррекция на основе данных диагностики (КорПУ);
- повторная диагностика (этап может отсутствовать при большом объёме информации);
- повторная коррекция (этап может отсутствовать при большом объёме информации).

Центральным этапом в процессе проектирования урока является анализ содержания и структуры того метода, который будет изучаться на уроке, с целью разработки ориентировочной основы действий второго типа. К сожалению, в учебной и методической литературе отсутствуют детальные разработки этого вида, поэтому учителю их приходится создавать самостоятельно. Можно предложить следующую последовательность действий при анализе содержания обучения:

- выделение процедуры (метода, способа выполнения определённой деятельности),

подлежащей изучению;

— выделение признаков ситуации, которые определяют необходимость применения процедуры;

— представление процедуры в виде последовательности действий и операций (разработка ориентировочной основы второго типа);

— обоснование последовательности выполнения действий и операций;

— определение содержания каждого действия и операции;

— выбор задачи, которая будет служить образцом для введения операционной структуры процедуры;

— выделение уже известных учащимся действий и операций;

— выделение новых для учащихся действий и операций;

— определение объёма информации для изучения на уроке;

После введения новой информации необходимо получить данные об уровне её понимания учащимися. Так как объективировать понимание можно только через наблюдаемую деятельность учащихся, то необходимо разработать задания для организации деятельности по первичному усвоению процедурной информации, которые одновременно будут выполнять и функцию средств диагностики. Наиболее информативными являются следующие виды заданий:

— организация поиска признаков применения процедурной информации;

— методика «Расставьте в правильном порядке»;

— обоснование порядка выполнения действий и операций;

— повторение отдельных действий и операций в ситуации первичного усвоения;

— представление системы действий и операций в виде цепочки умозаключений;

— представление системы действий и операций в виде граф-схемы;

— анализ образца выполнения процедуры с целью обнаружения:

• изменения порядка выполнения действий;

• действий, выполненных правильно или ошибочно;

• пропущенных действий и операций.

Как правило, деятельность по первичному усвоению структуры и содержания процедурной информации организуется в форме индивидуальной работы учащихся с печатными материалами или под руководством обучающей программы на ПК. Одной из возможных организационных форм является также работа в малых группах.

На основании данных, полученных в ходе диагностики, разрабатываются материалы для коррекции первичного усвоения. Эти материалы в когнитивной образовательной технологии разрабатываются на стадии проектирования учебного процесса, так как средства диагностики первичного усвоения построены так, чтобы локализовать ошибочное действие учащегося и выявить причину непонимания им способа осуществления конкретного действия или операции. Оптимальным средством для такой организации учебного процесса является обучающая программа для ПК. Альтернативой электронной версии является рабочая тетрадь для программированного обучения на бумажной основе. При отсутствии данных средств обучения коррекция может быть осуществлена либо с помощью дополнительных разъяснений учителя всему классу (в случае обнаружения массовых затруднений на определённом фрагменте деятельности), либо в ходе групповой работы под руководством учащихся, достигших уровня генетического понимания.

После проведения коррекции ещё раз проводится диагностика усвоения с помощью заданий тех же видов, которые использовались при диагностике первичного усвоения (в средней школе из-за большого объёма информации, изучаемой на уроке, повторная диагностика, как правило, не проводится).

Урок формирования умений применять процедурную информацию имеет несколько иную структуру, изображённую на рисунке 6 (см. в приложении в конце статьи). Он включает следующие этапы:

— входная диагностика усвоения процедурной информации на уровнях воспроизведе-

ния и понимания (ВД(ВП));

- коррекция усвоения на уровне понимания (КорУП);
- применение процедурной информации в ситуации первичного усвоения (ППИ(ПУ));
- диагностика первичного усвоения (ДПУ);
- коррекция на основе данных диагностики (КорПУ);
- применение процедурной информации в вариативной ситуации (ППИ(ВС));
- диагностика вариативного уровня усвоения (уровень структурного понимания)

(ДВУ);

- коррекция вариативного уровня усвоения на основе данных диагностики (Кор ВУ);
- повторная диагностика вариативного уровня (этап может отсутствовать при большом объёме информации) (ПДВУ);
- повторная коррекция вариативного уровня (этап может отсутствовать при большом объёме информации) (ПКорВУ);
- домашнее задание (на рисунке этап не показан).

Для диагностики усвоения применяются, в основном, такие же задания, как и при организации первичного усвоения:

- изложение;
- представление системы действий и операций в виде цепочки умозаключений;
- представление системы действий и операций в виде граф-схемы;
- анализ образца выполнения процедуры с целью обнаружения:
 - изменения порядка выполнения действий;
 - действий, выполненных правильно или ошибочно;
 - пропущенных действий и операций;
- методика «Расставьте в правильном порядке».

Основная часть работы по проектированию урока приходится на разработку системы задач для учащихся, с помощью которой организуется деятельность по многократному применению действий и операций, входящих в состав изучаемой процедурной информации. Для этого необходимо заполнить матрицу соответствия, в которой для каждого действия и операции, образующих ориентировочную основу второго типа, нужно указать задачи, в процессе решения которых ученик должен выполнить эти процедуры в ситуации первичного усвоения и в наиболее типичных вариативных ситуациях. При составлении матрицы учитывается дифференциация задач по трём уровням усвоения:

- применение процедуры в ситуации первичного усвоения;
- применение процедуры в вариативной ситуации при изменении условий выполнения действий и операций в пределах известной учащимся информации;
- применение процедуры в продуктивной ситуации, требующей выхода за пределы имеющейся информации (уровень не является обязательным для учащихся; задачи подобного уровня предлагаются по желанию только креативным школьникам).

После окончания изучения декларативной и процедурной информации, входящей в группу модулей, объединённых общим предметом изучения, следует стандартная триада уроков обобщающего повторения, предназначенных для организации обучения на уровне системного понимания информации, тематического итогового контроля и коррекции (при отсутствии систематических массовых ошибок коррекция может быть проведена не на уроке, а на дополнительных занятиях).

Приложение (рисунки)

Рис. 1

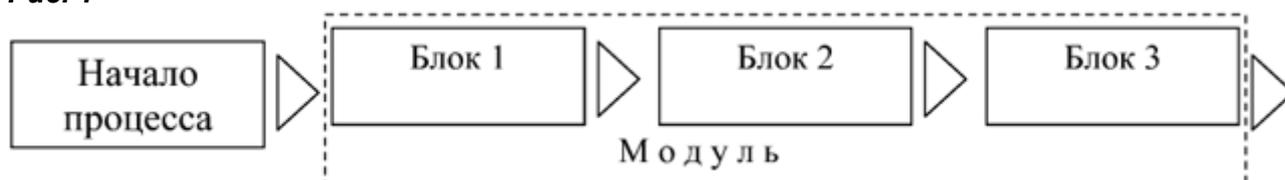


Рис. 2

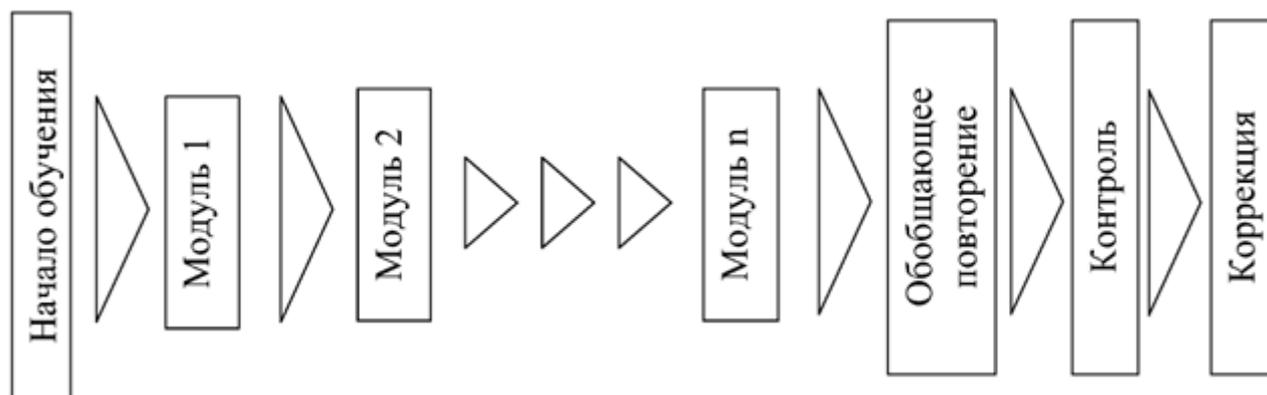


Рис. 3

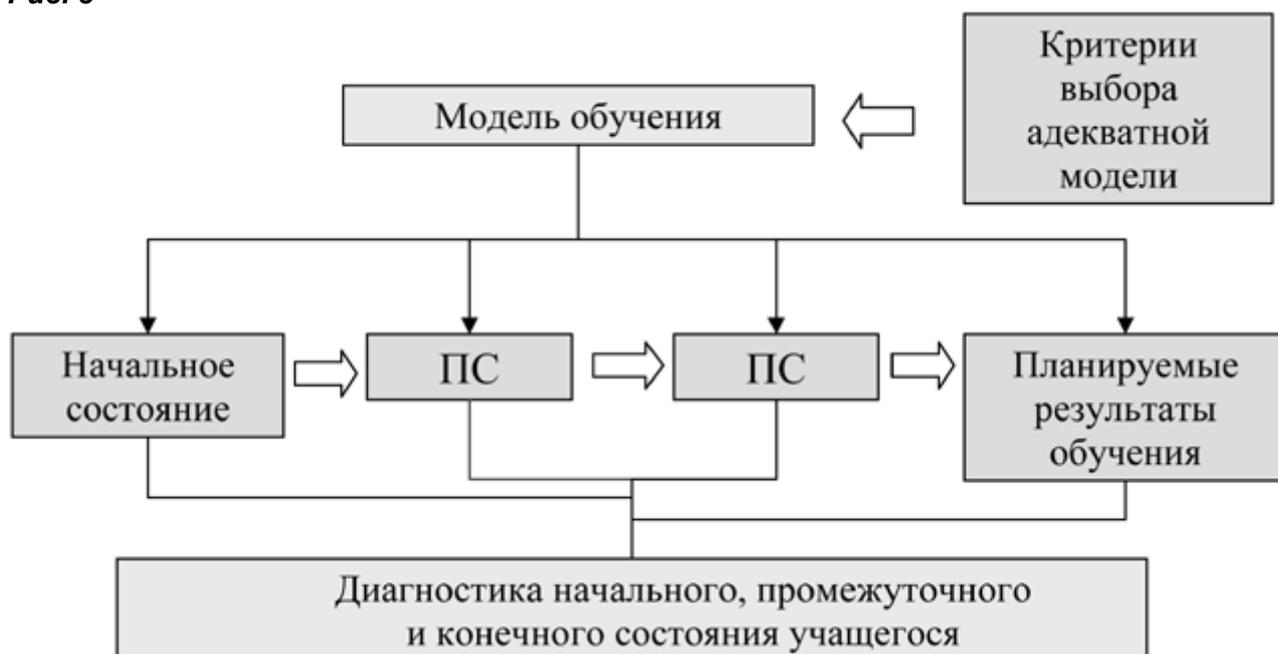


Рис. 4

УИДИ
ВД
ИНИ
ПУНИ
ДПУНИ
КорПУ
<i>ПДПУ</i>
<i>ПКорПУ</i>

Рис. 5

УИПИ
ВД
ИСД
ПУСД
ДПУ
КорПУ
<i>ПДПУ</i>
<i>ПКорПУ</i>

Рис. 6

УФУППИ
ВД (ВП)
КорУ(П)
ППИ(ПУ)
ДПУ
КорПУ
ППИ(ВС)
ДВУ
КорВУ
<i>ПДВУ</i>
<i>ПКорВУ</i>