

АДАПТИВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ

В статье приводится описание: нового класса методических систем обучения – адаптивных методических систем формирования профессиональной компетентности, объединяющих личностно ориентированный и компетентностный подходы к обучению; концепции, моделей, теоретико-методологических основ, принципов, методов, технологий их построения; модели и методик оптимизации, оценки вариантов обучения и степени сформированности профессиональной компетентности и компетенций.

Правительственной программой модернизации российского образования до 2010 г. провозглашен личностно ориентированный подход к образованию, который приводит к необходимости быстрого пересмотра существующих или создания в ограниченное время большого числа новых индивидуальных методических систем обучения (МСО).

Другой тенденцией реформирования высшего образования является выдвижение в качестве приоритетного – компетентностного подхода при подготовке специалистов, который также должен быть учтен при формировании индивидуальных методических систем. Известны несколько современных концепций адаптивного обучения: *нейросетевые модели* [1], *интеллектуальная технология «ЭЙДОС»* [2], *концепция «КИБОРГА»* [3]. Л.И. Долинер определил адаптивную методическую систему (АМС) как «систему, содержащую образовательную технологию, открытую для модификации и обладающую свойствами адаптивности к требованиям преподавателей, формам обучения, отдельного учебного заведения по различным параметрам» [3]. К недостаткам таких АМС можно отнести отсутствие адаптивности к индивидуальным особенностям обучаемых, наличие инвариантной части и отсутствие показателей оценки качества обучения. Анализ этих и других работ в области личностно ориентированного и компетентностного подходов выявляет два важных обстоятельства:

1) в педагогической и нормативной литературе отсутствует устоявшаяся трактовка базовых терминов (*компетенция, компетентность, компетентностный подход*) – авторы определяют их в зависимости от цели и контекста исследования. Существуют различные классификации компетенций и компетентностей, например: *ключевые и профессиональные*, которые подразделяются на *профессионально-ключевые* (другие названия: *персональные, профессионально-личностные, социально-психологические*), *базовые* (*деятельные, практические*) и *специаль-*

ные (*предметные, академические, информационные, содержательные*);

2) исследования носят, как правило, теоретический характер и не содержат механизмов реализации компетентностного подхода.

В статье приняты следующие определения базовых понятий:

- *компетенция* – это совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов, необходимых для продуктивной деятельности по отношению к ним;

- *компетентность* – это деятельные индивидуальные способности и качества личности, владеющей компетенциями, определяющие возможность личности принимать правильные решения, творчески и эффективно решать задачи, которые возникают перед ней в процессе продуктивной деятельности, а также умение ориентироваться в организационной среде;

- *потенциальная компетентность* – компетентность, формируемая в процессе обучения, существующая в скрытом виде и проявляемая в практической деятельности (новое понятие);

- под *компетентностным подходом* к построению учебного процесса понимается ориентация всех его компонентов на приобретение будущим специалистом максимально возможной при заданных условиях обучения потенциальной компетентности и компетенций.

Совмещение обоих подходов с целью оптимизации процесса подготовки специалистов неизбежно приводит к необходимости оперативного построения множества траекторий формирования компетентности. Решение этой задачи возможно через использование предлагаемого в данной статье нового класса методических систем обучения – адаптивных методических систем формирования компетентности (АМСФК). Под АМСФК понимается: *совокупность взаимосвязанных компонентов критериального, целевого, содержательного, инструментально-технологического, операционно-деятельностного,*

контрольно-регулирующего и оценочно-результативного назначения, обеспечивающих построение и реализацию индивидуальной траектории обучения и формирование максимально возможной потенциальной компетентности будущего специалиста при заданных условиях.

Рассмотрим теоретико-методологические основы, принципы и технологии построения таких методических систем. Исходной точкой генезиса понятия АМСФК следует считать понятие *методическая система обучения* (МСО), под которой, согласно работам Ю.К. Бабанского, В.М. Монахова, О.Б. Перфиловой, А.М. Пышкало, Г.К. Селевко, понимается совокупность пяти взаимосвязанных компонентов: *целевого, содержательного, операционно-деятельностного, контрольно-регулирующего и оценочно-результативного*. Перечисленные компоненты МСО, наполняясь новым содержанием, включаются как составная часть в АМСФК. К главным отличиям АМСФК и традиционных МСО следует отнести:

- МСО затрагивает методику обучения одной конкретной дисциплине, АМСФК определяет подготовку по блоку дисциплин;

- цели обучения в МСО формулируются перечислением конкретных знаний и умений; в АМСФК – формирование максимально возможной для имеющихся условий потенциальной компетентности;

- АМСФК, в отличие от МСО, обладает качеством оперативной *адаптивности*, которое состоит в обеспечении возможности быстрого построения множества оптимальных индивидуальных вариантов обучения; по этой причине в ее состав включен новый компонент (выполняющий роль автоматизированной системообразующей среды АМСФК) – *инструментально-технологический*. В АМСФК предусматриваются три вида адаптации: *организационно-целевая* – сближение целей участников и системы организации образовательного процесса на основе учета их индивидуальных особенностей; *содержательная* – отбор функционально ориентированного учебного материала, вариативность учебных планов и программ, развитие новых моделей интегративного обучения; *технологическая* – проектирование технологий, приемов и методов дифференцированного обучения с альтернативным выбором форм проведения занятий, средств личностно ориентированного управления процессом обучения;

- в отличие от МСО, которая строилась в основном на основе неформализуемого педагогического опыта разработчика и использовала

не вполне объективные показатели результативности применения, АМСФК имеет строгую математическую модель, основой которой является оптимизационная задача и количественные критерии оценки качества; по этой причине в ее состав включен еще один компонент – *критериальный*. Индивидуальный вариант обучения оказывается наилучшим среди возможных, если он обеспечивает формирование максимально возможного значения целевой функции (например, потенциальной компетентности, учебной рентабельности и др.) при заданных индивидуальных условиях обучения, включая ограничение на учебное время.

Предлагаемая методология проектирования направлена на создание АМСФК, обеспечивающей применение следующей педагогической технологии: формирование базовых вариантов обучения (наиболее полных и фундаментальных по объему и глубине даваемых знаний и умений); автоматическое формирование из базовых или других вариантов новых индивидуальных вариантов и их автоматизированная или автоматическая адаптация и оптимизация; обучение по индивидуальным вариантам; контроль степени сформированности потенциальной компетентности и компетенций и по его результатам корректировка текущих или формирование новых индивидуальных вариантов для следующего этапа обучения и т. д.

Проектирование АМСФК осуществляется по спиральной технологии на *информационно-математическом, концептуальном* (рис. 1), *функциональном* (рис. 2), *инструментальном, содержательном* уровнях.

Концептуальная модель детализируется путем формирования методом структурного подхода, функциональной модели первого уровня, в которых отражаются основные зависимости и процессы в АМСФК (рис. 2).

В модели отражена обратная связь в виде процедур корректировки и выдачи рекомендации преподавателям и обучаемым. Далее каждый процесс из этой модели декомпозируется и формируются функциональные модели нижних уровней. В итоге формируется единая функциональная модель АМСФК.

При проектировании АМСФК используются следующие принципы: *дифференциация содержания учебного материала по уровням изучения, условной цене и по другим параметрам; модульность; интеграция и согласованность учебных дисциплин; вариативность и оптимальность обучения; открытость; технологичность, интерактивность и автоматизация про-*

цесса формирования вариантов обучения и обеспечения; универсальность; использование технологии визуального вариантнo-ориентированного проектирования со свойствами инкапсуляции (объединение в варианте обучения всей информации, необходимой для обучения – вариант обучения является индивидуальной МСО), наследования (варианты-потомки наследуют всю информацию от своего родителя),

полиморфизма (можно изменить наследуемую от родителя информацию).

Предполагаются два типа адаптации: *фиксированная* – для обучаемого фиксируется один вариант обучения на весь период обучения; *динамическая* – процесс обучения делится на этапы и по результатам текущего этапа корректируется вариант обучения или составляется новый вариант для следующего этапа обучения (рис. 1; 2).

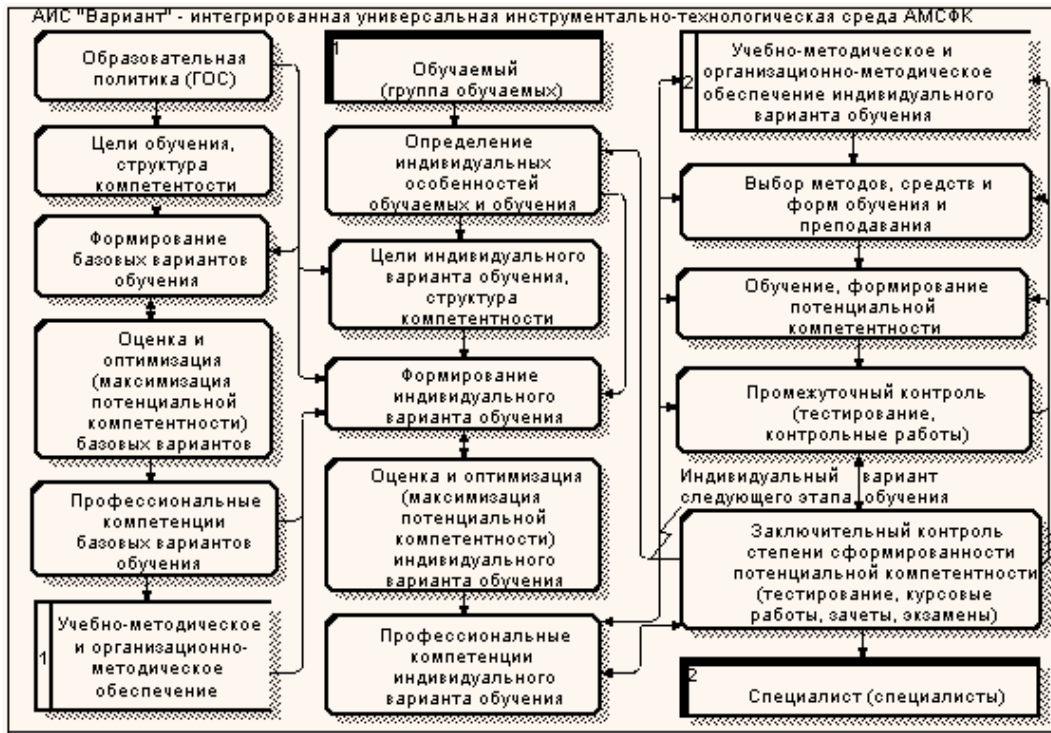


Рисунок 1. Концептуальная модель АМСФК

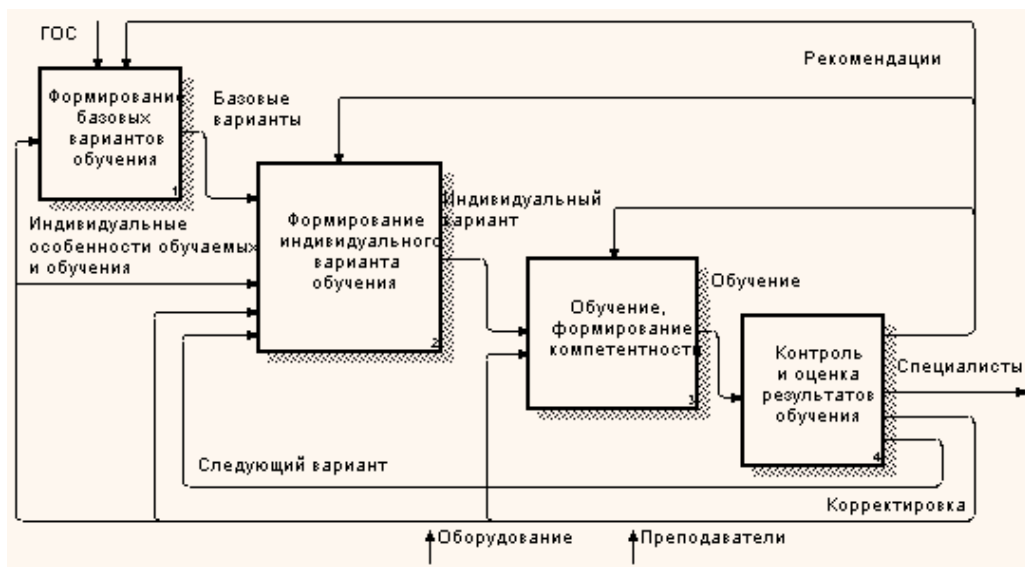


Рисунок 2. Функциональная модель первого уровня АМСФК

Главная техническая идея реализации адаптации заключается в «привязке» всех элементов методической системы к учебным элементам варианта обучения. При изменении состава учебных элементов автоматически меняется и содержание всей методической системы, т.е. вариант обучения является «генным» носителем методической системы.

Можно отметить следующие основные признаки АМСФК:

- объединение и взаимодополнение компетентностного и лично ориентированного подходов к подготовке будущего специалиста;
- информационной основой являются базовые варианты обучения;
- применение технологии автоматизированного визуального вариантно-ориентированного проектирования индивидуальных вариантов обучения из базовых или других вариантов обучения;
- наличие количественных показателей и методик оценки и математической модели оптимизации вариантов обучения.

Рассмотрим информационно-математический уровень проектирования АМСФК. Для дифференциации и оценки учебных элементов, вариантов и качества обучения в целом вводятся следующие понятия (показатели и рейтинги).

Уровни изучения учебных элементов. Обычно уровни определяются преподавателем индивидуально, исходя из его опыта, представлений об учебном предмете, вариативном обучении, индивидуальных особенностях обучаемых и самого процесса обучения. Пример такой классификации приведен в работе О.С. Манакова: репродуктивный (1 – начальный), аналитико-синтетический (2 – основной) и продвинутый (3 – углубленный) [4]. Классификация предметного содержания по уровням позволяет задать достаточно однородный по сложности и востребованности учебный материал и организовать поэтапный процесс обучения с переходом от одного уровня к другому, достигая конечного результата, адекватного способностям и мотивации обучаемых. Используя уровни изучения при групповой форме обучения, можно разделить группу обучаемых на подгруппы в соответствии со способностями, мотивацией и целями обучаемых и реализовать технологию разноуровневого обучения.

Условная цена учебного элемента – количественная экспертная оценка (по десятибалльной системе) вероятности использования в практической работе полученных знаний, навыков и умений в результате изучения учебного элемен-

та. Оценка компетенций и потенциальных компетентностей носит накопительный характер. Чем выше значение этого показателя, тем важнее для практической работы получаемые обучаемым, после изучения учебного элемента, знания и умения. Таким образом, данный показатель оценивает учебный элемент с точки зрения формируемой потенциальной компетентности, без учета уровня изучения. Естественно, что значение этого показателя для одного и того же учебного элемента может отличаться для различных вариантов обучения. Например, условная цена учебных элементов, связанных с изучением графических средств и средств проектирования баз данных, для вариантов обучения, ориентированных на подготовку специалистов по разработке баз данных и Web-сайтов, будет различной. Использование данного показателя в качестве единственного при оценке учебных элементов при компетентностном подходе к обучению было бы недостаточным. При оценке учебных элементов нужно учитывать фактор учебного времени (*нормативного* – объективно необходимого для изучения учебного элемента и определяемого экспертным или практическим способом – и *планируемого* – определяемого учебным планом). Поэтому наравне с понятием условной цены впервые вводятся следующие новые понятия (расчетные показатели), учитывающие учебное время и другие факторы.

Уровень учебной рентабельности (учебная рентабельность) – частное от деления условной цены на нормативное учебное время, затрачиваемое на изучение учебного элемента. Это понятие характеризует эффективность использования учебного времени с точки зрения получения новых знаний и навыков (вне зависимости от уровня изучения).

Потенциальная компетентность – произведение номера уровня изучения учебного элемента на значение его условной цены. Как отмечалось выше, компетентность (как интегральная характеристика личности) может проявляться только в процессе практической деятельности будущего специалиста. Но она не может возникнуть сама собой на «пустом месте». Она является итоговым результатом обучения. Этот результат формируется из результатов изучения отдельных учебных элементов: обучаемый получает новые знания, навыки и умения (формируются элементы компетенции) и развивает свои способности и умения эффективно принимать правильные решения и профессионально решать задачи, эффективно используя полученные знания и навыки в учебном процессе, мак-

симально приближенном к практической работе (профессиональная компетентность). Поэтому учебные элементы можно оценивать с точки зрения их значимости в формируемом процессе обучения как потенциальной теоретической возможности формирования компетентности будущего специалиста. Оценку этой значимости будем называть потенциальной компетентностью, формируемой учебным элементом. Исходя из определения условной цены очевидно, что чем больше значение условной цены, тем больше значение его потенциальной компетентности. С другой стороны, логично предположить, что знания, получаемые на более высоких уровнях изучения, имеют большую ценность при формировании компетентности, так как они отражают их глубину (компетентный специалист имеет глубокие знания в некоторой области). Исходя из этих двух предположений для оценки потенциальной компетентности и предлагается данная расчетная формула. Компетентность в образовании можно рассматривать как составную часть компетентности, поэтому логично формулу расчета показателя оценки потенциальной компетентности распространить и на компетентность.

Потенциальная эрудиция, формируемая учебным элементом, – частное от деления значения условной цены на номер уровня изучения учебного элемента. Приведем следующее обоснование данной расчетной формулы. Очевидно, что эрудиция, формируемая в результате изучения учебного элемента, связана с его условной ценой (чем выше значение условной цены, тем больше эрудиция). Из определений эрудиции и уровня изучения следует, что знания, получаемые на более низких уровнях изучения, имеют большую ценность при формировании эрудиции, так как они являются базовыми, более популярными в практической работе и более простыми при изучении, и за счет этого можно максимально увеличить при обучении объем получаемых знаний из различных областей, увеличивая эрудицию. Компетентный специалист должен обладать не только глубокими знаниями в своей профессиональной области, но и быть эрудированным в смежных или в других областях.

Уровень потенциальной компетентности / эрудиции – частное от деления значения потенциальной компетентности / эрудиции на нормативное учебное время, затрачиваемое на изучение учебного элемента. Это понятие аналогично понятию учебной рентабельности, но уже по отношению к потенциальной компетентности / эрудиции. Оно характеризует эффектив-

ность использования учебного времени с точки зрения получения потенциальной компетентности или эрудиции соответственно.

Относительный рейтинг учебного элемента (например, условной цены), равный отношению значения учебного показателя для учебного элемента (например, темы) к максимальному значению этого показателя среди всех учебных элементов данного уровня анализа (условной цены по темам). Этот рейтинг позволяет сравнивать (в процентном выражении) учебные элементы между собой и с учебным элементом, который имеет максимальное значение показателя.

Интегральный рейтинг (ИР), вычисляемый по формуле:

$$\text{ИР} = \text{ВЦ} \times \text{РЦ} + \text{ВК} \times \text{РК} + \text{ВЭ} \times \text{РЭ} + \text{ВУР} \times \\ \times \text{РУР} + \text{ВУК} \times \text{РУК} + \text{ВУЭ} \times \text{РУЭ},$$

где ВЦ, ВК, ВЭ, ВУР, ВУК, ВУЭ – значения весовых коэффициентов относительных рейтингов условной цены (РЦ), компетенции (РК), эрудиции (РЭ); уровней рентабельности (РУР), компетенции (РУК) и эрудиции (РУЭ) соответственно; данный рейтинг дает интегральную оценку учебного элемента с учетом значений указанных шести процентных рейтингов и их весовых коэффициентов. Использование этого рейтинга позволяет решить задачу поиска и оценки оптимального варианта обучения по нескольким критериям оптимизации одновременно. Значения весовых коэффициентов задаются экспертным путем, исходя из конкретных условий оптимизации или анализа.

Предлагается следующая модель оптимизации варианта обучения. Для изучения учебного элемента задается *нормативное* учебное время. В общем случае итоговое нормативное и планируемое учебное время по варианту не совпадают. Обычно планируемое время меньше нормативного. Это расхождение может быть устранено одним из следующих способов:

1) фиксируется планируемое аудиторное учебное время, а учебное время для самостоятельной работы определяется как разность всего нормативного и планируемого аудиторного. Таким образом, сохранение нормативного времени обеспечивается за счет соответствующего изменения планируемого времени на самостоятельные работы;

2) решается оптимизационная задача отбора наиболее ценных по критерию оптимизации учебных элементов (с учетом дидактических связей), при котором достигается максимальное значение целевой функции (обычно потенциальной компетентности или ее уровня) при плановых временных ограничениях. Для решения

этой задачи может быть использован метод Гомори [5] или эвристические алгоритмы, например: сортировка учебных элементов по убыванию критерия оптимизации и выбор первых наиболее ценных учебных элементов при условии соблюдения временных ограничений.

Для оценки степени сформированности профессиональных (или любых других типов) компетенций предлагается следующая методика:

1. Формулируются критерии и шкала оценки. Например, в качестве критерия можно использовать экспертную оценку или номер степени освоения компетенции в выбранной классификации.

2. Готовится одно или группа контрольных практических заданий (профессиональных проектов).

3. Составляется дерево компетенций для задач.

4. При проверке выполненных заданий каждой терминальной вершине преподавателем присваивается оценка степени освоения компетенции в соответствии с выбранной шкалой оценки.

5. Для учета неоднородности компетенций могут вводиться поправочные коэффициенты (веса), на которые умножаются оценки.

6. Каждому исходному узлу дерева присваивается оценка, равная средней оценке его подчиненных узлов.

7. Предыдущие два шага повторяются до достижения корневого узла, формируется интегральная оценка степени освоения компетенций.

8. Пункты 3–7 повторяются для каждого задания.

9. Полученные интегральные оценки по всем заданиям усредняются, и определяется единая интегральная оценка.

Данную методику можно применить и для оценки степени сформированности потенциальной компетентности.

Развивая идеи, изложенные в работах В.П. Беспалько, В.И. Гинецинского, И.И. Логинова, В.А. Оганесяна, А.М. Сохора, Л.Т. Турбовича, в работе предлагается следующая технология построения программы учебной дисциплины для базовых вариантов обучения (содержательного уровня АМСФК):

1. Формулируются принципы отбора и формирования содержания учебных дисциплин.

2. Производится анализ ГОС и подготовки специалистов с целью построения компетентностной модели специалиста, определения структуры профессиональных компетенций и блока профильных дисциплин.

3. Анализируется современное состояние предметной области с целью построения графа науки.

4. Производится отбор из графа науки учебного материала с целью формирования содержания узкопрофессиональных компетенций без относительного распределения содержания учебного материала по конкретным учебным дисциплинам (формирование единого графа профессиональных компетенций на уровне дисциплин и тем).

5. Производится формирование из единого графа отдельных графов и содержания по каждой профильной учебной дисциплине с использованием метода функционального моделирования. Далее работа ведется с каждой учебной дисциплиной: темы декомпозируются и формируются содержание дисциплин на уровне учебных элементов. Важно, что при формировании учебных элементов учитываются исходные профессиональные компетенции, заданные на уровне всей специальности. Таким образом, можно говорить о построении единой функциональной модели формирования профессиональных компетенций и соответствующего предметного содержания учебных дисциплин с учетом принципа межпредметной интеграции.

6. Для каждого учебного элемента определяется уровень изучения, условная цена и нормативное учебное время по видам занятий. Учебные элементы, тесты, демонстрационные примеры и контрольные задания загружаются в базу учебных модулей АМСФК. С помощью автоматически формируемых аналитических таблиц (которые содержат до 70 критериев оценки) производится отбор наиболее ценных по выбранным критериям (например, потенциальной компетентности и ее уровня) учебных элементов.

7. В автоматизированном и в визуальных режимах формируется базовый вариант обучения, который с точки зрения индивидуальных вариантов обучения избыточен (по учебному времени в 2–4 раза). Эта избыточность устраняется в процессе формирования оптимального индивидуального варианта обучения. При формировании итоговые значения показателей выводятся на экран, что обеспечивает целенаправленность формирования и выход на нужные итоговые значения показателей оптимизации и ограничений (учебного времени).

При отборе и формировании предметного содержания учебных дисциплин для базовых вариантов обучения используются принципы:

• *соответствие требованиям ГОС и модели подготовки компетентных специалистов;*

- *эффективность компетентностного обучения* – отбираемый материал должен иметь высокий уровень потенциальной компетентности;

- *адаптация и доступность* – содержание предмета изучения должно быть доступным и посильным обучающимся, их способностям и уровню развития;

- *интеграция и автоматизация* – целостность получаемых знаний и навыков в области разработки приложений. Разработка всех компонентов АМСФК ведется комплексно, с «привязкой» к учебным элементам базового варианта обучения. Это позволяет реализовать принцип адаптации путем автоматизированного отбора нужных учебных элементов из базового варианта для индивидуального варианта обучения и автоматического формирования соответствующего обеспечения (индивидуальной методической системы);

- *дидактическая изоморфность* – основные структурные элементы и смысловые единицы информатики переходят в учебную дисциплину переосмысленными в дидактическом плане.

Функциональное моделирование (методами DFD и SADT [6]) предметного содержания выполняется на двух уровнях:

1) моделирование учебных дисциплин и тем с целью формирования обобщенной модели профессиональных компетенций на уровне специальности;

2) детальное моделирование на уровне учебных элементов конкретных учебных дисциплин. Декомпозиция производится по каждой учебной теме, подтеме, пункту и т. д. в виде подмоделей, которые объединяются в полную функциональную модель, загружаемую в базу модулей АМСФК.

Учебно-методическое обеспечение создается на магнитных носителях в виде учебно-методических комплексов с использованием прин-

ципов: *соответствие общим педагогическим требованиям; управление* (управление учебной деятельностью при «отключении» от преподавателя); *саморазвитие* (формирование умения учиться); *целостность; модульность; адаптивность; фундаментальность и самодостаточность* (все, что нужно для изучения и контроля знаний, должно содержаться в УМК); *взаимное соответствие* структуры и содержания учебно-методического обеспечения базе учебных модулей АМСФК (возможность генерации обеспечения для индивидуального варианта обучения); *незавершенность излагаемой проблемы* (инициирует самостоятельный поиск знаний).

Инструментально-технологическая среда (технологический уровень) АМСФК оформлена в виде автоматизированной информационной системы «Вариант» и реализует следующие основные процедуры (всего около 100): *копирование, адаптация, формирование, оптимизация и оценка качества вариантов обучения, учебных программ и планов; организация тестирования и проведения экзаменов; генерация индивидуальных учебных пособий для выбранного варианта обучения; нумерация и удаление вариантов обучения, учебных планов, тестов, экзаменационных вопросов; импорт / экспорт тестов и учебных планов; вывод учебных программ, планов, аналитических таблиц оценки учебных элементов различных уровней, справочной информации; контроль тестов и др.*

Для практической проверки эффективности предложенных подходов и инструментов был проведен полный цикл разработки и внедрения АМСФК в области разработки компьютерных приложений по специальности «Прикладная информатика (по областям)». Результаты экспериментальной проверки эффективности на 764 студентах показали рост степени сформированности профессиональных компетенций в среднем на 0,5 балла (по пятибалльной системе).

Список использованной литературы:

1. Кольцов Ю.В., Добровольская Н.Ю. Нейросетевые модели в адаптивном компьютерном обучении // *Educational Technology & Society*. 2002. № 5. P. 213–216.
2. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов «ЭЙДОС-5.1»). / Под ред. В.Н. Лаптева. Краснодар: Изд-во КЮИ МВД РФ, 1996. – 280 с.
3. Долинер Л.И. Структура и основные принципы построения адаптивных методических систем для профессионального образования // *Новые педагогические исследования: Альм. (Прил. 2 к журн. «Профессиональное образование».* 2003. № 1). М.: Изд. отдел НОУ ИСОМ, 2003. С. 58–66.
4. Манаков О.С. Организация дифференцированного обучения в курсе теоретической механики // *Формирование профессиональной компетентности как цель модернизации образования: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. Бузулук – Оренбург: Изд-во СПбГПУ, 2005. С. 302–303.*
5. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришкин, М.Н. Фридман. М.: Банки и биржи; ЮНИТИ, 1997. – 404 с.
6. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник. М.: Финансы и статистика, 2002. – 352 с.

Статья опубликована при финансовой поддержке РГНФ (проект 06-06-00276а)