

К вопросу о контроле элементов дисциплинарных компетенций в рамках основной образовательной программы (на примере технических направлений подготовки)

В статье предлагаются подходы к решению ряда частных задач в рамках актуальной проблемы – реализации компетентностного подхода к высшему профессиональному образованию в рамках Федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения. Сформулирован подход к формированию иерархической модели построения тестовых заданий проверки элементов компетенций, приведены иллюстрирующие примеры. Показано применение предлагаемого интегродифференциального критерия оценки элементов компетенций для повышения эффективности управления учебным процессом. Предлагаемые подходы находятся в процессе апробации при формировании и реализации основных образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Ключевые слова: компонентная структура компетенции, элементы дисциплинарной компетенции, объекты контроля, тестовое задание, критерии оценки.

TO THE QUESTION ABOUT THE DISCIPLINE COMPETENCE ELEMENTS CONTROL AT THE BASIC EDUCATIONAL PROGRAM (ON THE TECHNICAL PROGRAMS EXAMPLE)

In this article we suggest approaches to the solutions of the some private tasks within the actual problem – the realization of competence-based approach to higher education within third generation of the Federal state educational standards. The approach to the competence elements control tests creation hierarchical model forming is formulated, illustrating examples are given. The suggested approaches are in a probation stage of bachelors and masters basic education programs on 210700 «The infocommunication technologies and communication systems» designing and realization process at Perm National Research Polytechnical University.

Keywords: component competence structure, discipline competence elements, objects of control, test, marking criteria.

1. Актуальность проблемы. Постановка задачи

В связи с переходом на Федеральные государственные образовательные стандарты нового (третьего) поколения (ФГОС-3) произошло обращение к «компетентностной» парадигме Высшего профессионального образования (ВПО). Объектом, который должен быть сформирован, а по завершении обучения оценен, является компетенция, а точнее, их определенным образом сгруппированная совокупность. Каждая компетенция раскрывает способность (готовность) выпускника к конкретному фрагменту его профессиональной деятельности, с учетом социаль-

ных и личностных сопутствующих свойств [1]. Компетенция формируется по частям (дисциплинарным компетенциям – ДК) в процессе изучения студентом определенного набора учебных дисциплин.

Проблема формирования компетенций решается через реализацию у студента, с использованием обоснованно и осознанно выбранных видов аудиторной и самостоятельной работы, соответствующей компонентной структуры (знаний, умений, владений), а также навыков и опыта их практического применения. Каждый компонент, в свою очередь, состоит из набора элементов (будем называть их в дальнейшем «элементами ДК», под-

разумевая по умолчанию их принадлежность компоненту). При их формировании применимы традиционные образовательные технологии, например, лекции, семинары, лабораторные практикумы, курсовое проектирование, выполнение выпускной квалификационной работы, различные виды практик на рабочих местах базовых производственных предприятий и т.п. Однако при переходе к ФГОС-3 повышается роль новых образовательных технологий, таких как интерактивные формы проведения аудиторных занятий, дистанционное образование, методически эффективно организованная самостоятельная работа, самопроверка, тестовое



Ефим Львович Кон,
к.т.н., профессор, руководитель
сектора «Инфокоммуникационные
и распределенные информационно-
управляющие системы» кафедры
«Автоматика и телемеханика»
Тел.: 8 (342) 239-18-16
Эл. почта: kel@at.pstu.ru
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
<http://at.pstu.ru>

Efim L. Kon,
Ph. D., Professor, head of «The
infocommunication and distributed
information-control systems» sector;
«The Automatic and telemechanics»
department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: kel@at.pstu.ru
The Perm national research
polytechnical university
<http://at.pstu.ru>

диагностирование и т.д. Основная задача заключается в подборе для формирования элементов ДК таких видов работы студентов, чтобы обеспечить требуемый (с учетом системы ограничений и допущений) уровень освоения.

Переход к организации учебного процесса на основе компетентностной парадигмы требует решения ряда проблем. Одной из таких проблем, недостаточно освещенных в отечественных публикациях, является сложная задача оценки уровня освоения компетенций. Очевидно, что указанная задача является многокритериальной, многопараметрической, поэтому слабоформализуемой и не имеющей единого общего решения.

В связи с изложенным целью настоящей статьи заявляется решение ряда частных задач, связанных с контролем и оценкой сформированных у выпускника компетенций и их составляющих (дисциплинарных компетенций и их элементов), а именно:

1. Рассмотреть подход к оценке уровня освоения компетенций через оценки их составных элементов (дисциплинарных компетенций и их элементов).
2. Определить формы и средства контроля элементов компетенций.
3. Предложить подход к построению тестовых заданий с учетом иерархической модели формирования элементов компетенций.
4. Предложить применение шкал оценивания для решения задачи многоконтурного управления качественными показателями учебного процесса.

В качестве условий реализации предложенного подхода к решению указанных частных задач выбрана учебная дисциплина, как наиболее типовая структурная единица основной образовательной программы. Результаты применения предложенного подхода используются при разработке учебно-методических комплексов дисциплин профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров и магистров по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в Пермском

национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ).

2. Иерархический подход к формированию, контролю и оценке уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций

Для оценки уровня освоения компетенций необходимо выбрать средства и методы контроля элементов компетенций. Данная задача связана с формами контроля, при помощи которых можно проверить, сформировались ли в процессе работы студентов (аудиторной или самостоятельной) закреплённые за ними элементы и как именно. Это необходимо для проведения текущей аттестации, а также для управления качеством учебного процесса (выявление слабых мест в подготовке, сложных для понимания вопросов, недостаточно четкого и доступного методического обеспечения, соотношения трудоемкости и номенклатуры аудиторной и самостоятельной работы и т.д.).

Контроль проводится с целью установления уровня компетенций студентов путем оценивания их составляющих – частей и элементов. Для этого авторами предложена методика применения интегро-дифференциального критерия (ИДК) [2], реализующего иерархический подход к вычислению оценок. ИДК позволяет получить дифференциальные оценки каждого уровня, а затем «свернуть» («склеить») их в интегральную оценку с учетом «важности» («вклада», «веса») соответствующих компонентов. Для единообразия в оценивании должна быть выбрана фиксированная для всех уровней иерархии нормализованная шкала, например $[0 \div 1]$.

Для дисциплины на соответствующем уровне иерархии необходимо сформировать оценки закреплённых за ней частей компетенций (дисциплинарных компетенций), которые в дальнейшем позволят рассчитать оценку для каждой компетенции. Оценка части компетенции проводится через линейную свертку оценок составляющих ее элементов (ЗУВ).



Владимир Исаакович Фрейман,
к.т.н., доцент,
заместитель заведующего кафедрой
«Автоматика и телемеханика»
Тел.: 8 (342) 239-18-16
Эл. почта: vfrey@mail.ru
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
http://at.pstu.ru

Vladimir I. Freyman,
Ph. D., senior lecturer, deputy head of
«The Automatic and telemechanics»
department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: vfrey@mail.ru
The Perm national research
polytechnical university
http://at.pstu.ru



Александр Анатольевич Южаков,
д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой
«Автоматика и телемеханика»
Тел.: 8 (342) 239-18-16
Эл. почта: uz@at.pstu.ru
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет
http://at.pstu.ru

Alexander A. Yuzhakov,
D. Engr., professor, head of «The
Automatic and telemechanics»
department
Tel.: 8 (342) 239-18-16
E-mail: uz@at.pstu.ru
The Perm national research
polytechnical university
http://at.pstu.ru

Для единообразия представления все формы контроля элементов дисциплинарных компетенций (знаний, умений и владений) могут быть представлены как результаты выполнения тестовых заданий. Например, для контроля знаний используется тест закрытого типа (выбор одного или нескольких правильных вариантов из предложенного перечня). Контроль умений может быть организован через самостоятельно выполняемые домашние задания, например, в виде расчетно-графических работ, результаты которых тоже можно представить как результаты теста открытого типа (с вписываемыми студентами ответами), либо через оценку педагога.

Лабораторная работа, как один из наиболее сложных и важных компонентов учебного процесса (особенно для технических направлений подготовки), должна, с нашей точки зрения, быть организована с учетом системного подхода, а именно:

1. Имеет сквозной и/или междисциплинарный характер; при этом отдельные части комплексного технического задания могут быть представлены как самостоятельные лабораторные работы.
2. Выдается индивидуальное учебное техническое задание каждому студенту.
3. Сопровождается эффективным методическим обеспечением, позволяющим самостоятельно изучить, например, инструментальную среду.
4. Организуется тест допуска.
5. Проводится с возможностью свободного доступа к ресурсам

(например, серверу) для ее завершения (выполнения расчетов, формирования выводов, представления результатов, оформления и т.д.).

6. Осуществляются консультации, в том числе дистанционно.

7. Проводится отдельно защита каждой лабораторной работы (частей комплексного технического задания), а по завершении всего цикла – всей работы.

Защита лабораторной работы тоже может быть представлена как комплексное тестовое задание, в рамках которого оценивается выполнение каждого этапа (защита теории, описание лабораторного оборудования, пояснение методики выполнения, обоснование результатов, демонстрация практической части и т.п.).

Из вышесказанного следует, что можно условно обозначать соответствующие задания как, например, тест знаний (ТЗ), тест умений (ТУ), тест владений (ТВ).

Примем, что компонентная структура построена по иерархическому принципу: знания (З) участвуют в формировании умений (У), а умения – в формировании владений (В). Указанная структура отвечает компонентному подходу, ориентированному на приоритет «деятельностной» составляющей подготовки студентов. С формальной точки зрения это означает, что знания входят в состав умений, а умения – в состав владений.

Компонентная структура дисциплинарной компетенции, а также средства формирования и контроля элементов компетенции, с учетом иерархического принципа построения принятой модели, приведены

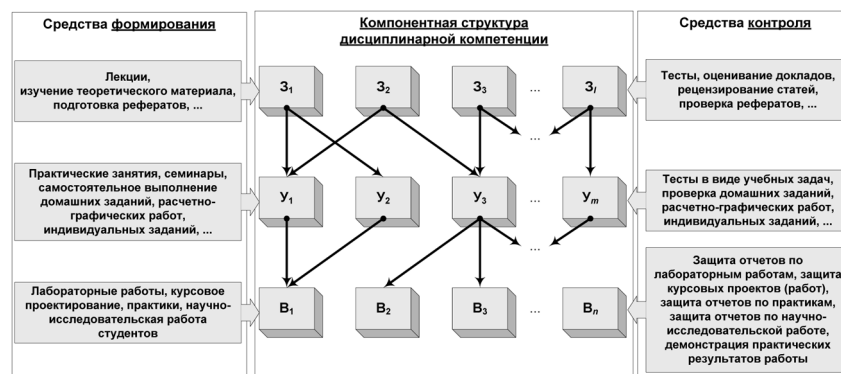


Рис. 1. Модель формирования и контроля компонентной структуры дисциплинарной компетенции

на рис. 1. Для большинства компетенций логичным, на наш взгляд, является следующее соотношение: $l > m > n$. Объектами контроля являются элементы ЗУВ, а средствами – тестовые задания в соответствующей форме. В предлагаемой трехуровневой модели количество связей каждого уровня ограничено для уменьшения размерности и регуляризации структуры исходной модели.

При реализации примеров средств формирования присутствуют определенные допущения. Например, лабораторные работы включены как средство формирования владений. Но можно выделить два вида лабораторных работ: «учебные», построенные на физических или виртуальных лабораторных стендах, и «реальные», построенные на промышленном оборудовании. Поэтому первая группа лабораторных работ может быть отнесена и к элементу «Умения», так же как и соответствующие ей средства контроля (допуск, проверка отчета и защита лабораторной работы). Те же соображения могут быть применены к курсовому проектированию по виду технического задания: учебное или приближенное к реальному профилю. Для того чтобы курсовое проектирование, практики, выполнение выпускной квалификационной работы могли быть полноценно отнесены к формированию и контролю элемента «Владение», необходимо согласовать их тематику с потенциальными работодателями [3].

Иерархическая структура компетенции влияет на методику проектирования тестовых (контрольных) заданий. Это проявляется в том, что тестовое задание для элемента более высокого уровня иерархии включает в себя фрагменты тестового задания для элемента более низкого уровня иерархии. Такая вложенность позволяет спроектировать функционально-полный базис (ФПБ) элементарных проверок для формирования тестовых заданий следующего уровня сложности. Причем очевидно, что объем и уровень сложности тестового задания должен соответствовать уровню элемента компетенции.

Данная задача, таким образом, сводится к составлению совокупности тестовых заданий (дополняемых при необходимости) для контроля уровня освоения компетенций по оценке элементов составляющих их дисциплинарных компетенций. Научный и практический интерес представляют безусловные и условные алгоритмы построения тестов, в которых уменьшается размер тестовой совокупности при сохранении точности (полноты покрытия), что требует построения адекватной диагностической модели. При этом становится возможным использовать в тестовых заданиях текущего уровня фрагменты тестовых заданий предшествующего уровня. Отметим, что вопросы синтеза элементарных тестов и комплексных тестовых заданий, а также безусловных и условных процедур по проверке уровня освоения элементов компетенций с использованием автоматизированных систем контроля, в научно-методической литературе недостаточно освещены и требуют дальнейших исследований.

Вся процедура тестового диагностирования может быть построена через проверку элементов каждого уровня иерархии учебного процесса с выделением и анализом промежуточных результатов проверки элементов нижележащих уровней. Это позволит сделать тест системным. При этом подробная детализация оценок для всех элементов, охваченных тестовым заданием, даст возможность выявить наиболее «слабые» звенья учебного процесса с точки зрения освоения, что позволит сформировать список необходимых корректирующих мероприятий (методических материалов, консультаций, пересдач, дополнительной отработки и т.д.).

Проиллюстрируем изложенные в данном разделе рекомендации по формированию иерархии тестовых заданий проверки элементов одной дисциплинарной компетенции, используя иерархическую модель представления дисциплинарной компетенции. Сделаем это на примере формирования тестовых заданий для элементов дисциплинарной компетенции, закрепленной за

профильной дисциплиной «Общая теория связи» учебного плана направления подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (бакалавриат) [4].

Компетенция ПК-18: способен спланировать и провести необходимые экспериментальные исследования, по их результатам построить адекватную модель, использовать ее в дальнейшем при решении задач создания и эксплуатации инфокоммуникационного оборудования.

Дисциплинарная компетенция ПК-18-1: способен обосновать и применить способы обеспечения требуемых вероятностных характеристик достоверности передачи данных в инфокоммуникационных сетях.

Элементы дисциплинарной компетенции:

Знать:

Z_1 – способы оценки вероятностно-временных характеристик достоверности систем передачи с заданной статистикой ошибок;

Z_2 – основные соотношения для расчета параметров систем передачи, использующих различные способы повышения помехоустойчивости;

Z_3 – структурные методы повышения помехоустойчивости;

Z_4 – подходы к реализации кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов в заданном аппаратно-программном базисе.

Уметь:

Y_1 – рассчитать параметры и вероятностно-временные характеристики систем передачи, использующих помехоустойчивое кодирование;

Y_2 – построить и промоделировать работу кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов.

Владеть:

B_1 – навыками проектирования систем передачи с требуемыми показателями достоверности в заданном аппаратно-программном базисе.

На рис. 2 показана модель иерархической структуры формирования элементов дисциплинарной компетенции для рассматриваемого примера. Также возможен вариант

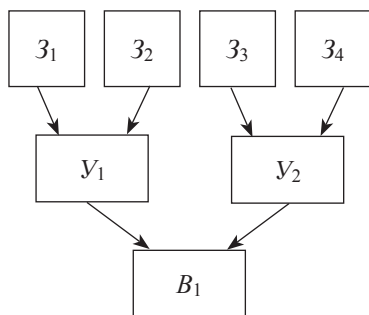


Рис. 2. Граф модели формирования элементов дисциплинарной компетенции

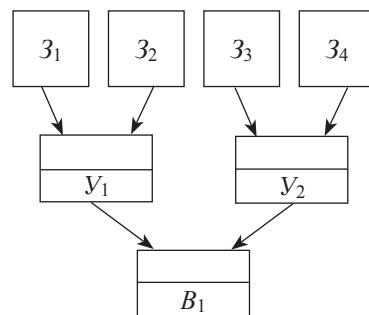


Рис. 3. Граф модели формирования системных тестовых заданий для контроля элементов дисциплинарной компетенции

структуры, когда имеют места разветвления (один элемент участвует в формировании нескольких элементов следующего уровня иерархии). Очевидно, что формулировки элементов могут быть подобраны для реализации обеих топологий. Первая структура представляется более удобной для формирования тестовых заданий, однако вторая позволит уменьшить количество элементов (укрупнить формулировки), что приведет к соответствующему уменьшению количества тестов. Выбор модели структуры выполняет разработчик рабочей программы дисциплины.

В соответствии с рассматриваемым примером и рис. 2. проиллюстрируем модель формирования тестовых заданий для контроля элементов дисциплинарной компетенции (рис. 3). Отметим, что модели, приведенные на рис. 2 и 3, могут быть дополнены за счет добавления новых связей между первым и вторым, вторым и третьим уровнями.

Таким образом, при формировании тестовых заданий для умений и владений, кроме составляющих их из предыдущего уровня иерархии слоя элементов, используются элементы собственно данного уровня. Очевидно, что умения требуют не только знаний, но и их правильного использования для решения учебных задач (например, выбрать нужную формулу, методику, критерий, выполнить расчет, сравнить результаты и т.п.). Владения предусматривают применение знаний и умений при решении сформулированных в предметной области практических задач, с элементами внедрения

и реализации (например, выбрать базис реализации, разработать схему, написать программу, провести моделирование, обосновать выбор и т.п.). Следовательно, процедура построения тестовых заданий является итеративной. В ней нулевая итерация строится с использованием упрощенных строго структурированных моделей, типа представленных на рис. 2, 3.

Для построения тестовых заданий для каждого объекта контроля необходимо выделить параметры, которые подвергаются проверке, а также разработать критерии их количественной оценки.

Далее приведем примеры содержания тестовых заданий:

1) тестовые задания для проверки элементов Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 представляют собой проверку знания определений, теорем, параметров, характеристик, формул и т.д.;

2) тестовое задание для проверки элемента Y_1 :

– определить вероятностно-временные характеристики системы передачи с заданными параметрами (используются знания из Z_1 плюс числовые исходные данные),

– рассчитать параметры заданного способа повышения помехоустойчивости (используются знания из Z_2 плюс числовые исходные данные);

3) тестовое задание для проверки элемента Y_2 :

– сравнить результаты применения различных структурных методов повышения помехоустойчивости (используются знания из Z_3 плюс числовые исходные данные),

– построить, промоделировать и оценить сложность аппаратно-прог-

рамной реализации кодирующих и декодирующих устройств помехоустойчивых кодов (используются знания из Z_4 плюс числовые исходные данные);

4) тестовое задание для проверки элемента B_1 :

– обосновать выбор метода повышения помехоустойчивости по техническим, временным и вероятностным критериям, удовлетворяющим заданные требования (используются знания и умения предшествующих уровней, в частности, Y_1 плюс числовые исходные данные плюс критерии сравнения),

– спроектировать и реализовать структурную и функциональную схемы системы передачи, реализующие выбранный метод обеспечения помехоустойчивости, и их основные компоненты в заданном элементном базисе реализации, а также промоделировать их работу (используются знания и умения предшествующих уровней, в частности, Y_2 плюс числовые исходные данные плюс умения применить заданный элементный базис).

Из рассмотренного примера видно, что в содержание каждого тестового задания входят фрагменты тестовых заданий составляющих его элементов. Это облегчает формирование тестового задания, увеличивает количество вариантов заданий, позволяет оценить каждый компонент.

Каждый элемент части компетенции представляет собой линейную свертку результатов проверки его составляющих, распределенных по способам формирования и средствам контроля. Например, знания могут быть проверены и оценены по результатам реализации теста знаний (ТЗ), умения – по выполненным домашним заданиям (ТУ), владения – по демонстрации выполнения лабораторных работ или курсового проектирования (ТВ). Для этого в каждом элементе должны быть выделены объекты контроля (проверки) и оценки: структуры, протоколы, алгоритмы, методы, инструментарий и т.п. Порядок оценивания должен быть специально определен, например, в рамках отдельного документа с

названием типа «Методические указания по применению средств контроля и оценивания дисциплинарных компетенций и их элементов» в составе учебно-методического комплекса дисциплины. Этот документ подготавливается разработчиком рабочей программы дисциплины с учетом ее содержания, места в учебном процессе, форм аудиторной и самостоятельной работы студентов и т.д. и предназначен как для преподавателя (например, для разработки базы тестовых заданий), так и для студента (основные объекты изучения в данной дисциплине).

Пример структуры соответствия элементов компонентной структуры одной дисциплинарной компетенции и сопутствующих форм и средств контроля представлен в табл. Таблица построена для рассматриваемой в качестве примера учебной дисциплины в предположении, что знания контролируются тестами (например, по темам лекций, количеством N_T), умения – проверкой домашних заданий количеством $N_{ДЗ}$, владения – защитой лабораторных работ количеством $N_{ЛР}$ и курсовым проектированием.

В простейшем случае, когда каждый элемент одной компоненты дисциплинарной компетенции проверяется только одним контролирующим заданием, количество тестовых заданий равно количеству элементов дисциплинарной компетенции (ЗУВ). В случае если один тест покрывает несколько элементов компетенции, в таблицу могут заноситься оценки для каждого элемента. Они формируются элементарными проверками (ЭП), каждая из которых предназначена

для проверки и оценивания только одного элемента. Для теста, например, это может быть группа тестовых вопросов, контролирующих конкретный элемент, для домашнего задания – фрагменты, в которых решаются частные задачи проверки и оценивания конкретного элемента и т.д. Тогда в интегральную оценку соответствующего элемента (по горизонтали таблицы) будут входить дифференциальные оценки элементарных проверок, что сделает результат более объективным и адекватным. Таким образом, в табл. каждая ячейка заполняется как результат элементарной проверки, покрывающей только один элемент компетенции. Это – диагностический тест с максимальной глубиной локализации (до элемента ДК).

Количество, содержание и структура тестов может быть переменной в зависимости от конкретной задачи проверки. Например, при формировании тестов, каждый из которых охватывает несколько элементов, снижается общее количество тестов, но ухудшается глубина локализации неувоенных студентом вопросов (тем, разделов и т.п.). Такой подход эффективно применять при рубежной аттестации (зачет, экзамен по модулю, разделу или дисциплине), где важен только результат. В процессе текущей аттестации (или при самоконтроле) нужно постараться дать студенту информацию для коррекции пробелов с максимальной глубиной локализации.

Для оценки результатов освоения компетенций в рамках конкретного вида работы составляется интегральная оценка по соответствующим элементам компонентов

дисциплинарных компетенций (по вертикали табл.). Для некоторых видов работы оценка может быть получена непосредственно из первоначальной таблицы (например, можно сформировать оценку за домашнее задание, лабораторную работу, курсовой проект и т.д.). В противном случае, например, для тестирования знаний, можно в соответствии с приведенной выше методикой разбить тест на элементарные проверки (группы вопросов) по тематике конкретной лекции (или конкретной темы). Тогда каждый элементарный тест оценит закрепленные за ним элементы. В документе «Методические указания по применению средств контроля и оценивания закрепленных дисциплинарных компетенций и их элементов» должно быть приведено развернутое представление табл., где наряду с элементами компонентов дисциплинарных компетенций для них должны быть указаны объекты контроля и способы их оценивания [5]. Допустимы различные варианты свертки, отличающиеся сложностью вычисления, полнотой покрытия, глубиной (точностью) локализации и т.д.

После выделения объектов контроля и проверяемых параметров необходимо разработать методику оценки результатов тестового диагностирования. Далее рассматриваются предлагаемые подходы к решению данной частной задачи.

3. Оценка результатов проверки элементов компетенций

Как было сказано выше, для формирования оценки предлагается применить интегро-дифференциальный критерий [2]. При этом подходе оценка элемента дисциплинарной компетенции складывается из оценок совокупности соответствующих ему элементарных проверок:

$$O(\mathcal{E}L_k) = \sum_{i=1}^r \tilde{O}(\Phi K_i^{\mathcal{E}L_k}), \quad (1)$$

где $O(\mathcal{E}L_k)$ – интегральная оценка результатов тестирования уровня освоения проверяемого элемента компетенции; $\mathcal{E}L_k$ – оцениваемый элемент компонента дисциплинарной компетенции (З, У или В); $\tilde{O}(\Phi K_i^{\mathcal{E}L_k})$ – взвешен-

Таблица 1

ФСК	ЗУВ	Формы и средства контроля (ФСК)											
		ТЗ				ТУ				ТВ			
		T ₁	T ₂	...	N _T	1	2	...	N _{ДЗ}	1	2	...	N _{ЛР} КП
ИК-1.ИД	З ₁	+	+	...				...				...	
	З _i		+	...	+			...				...	
	У ₁			...		+		...					
	У _m			...				...	+			...	
	В ₁			...				...		+		...	+
	В _n			...				...				...	+
				...				...				...	+

ная дифференциальная оценка результатов контроля проверяемого элемента ЭЛ_k с использованием i -й формы контроля $\Phi K_i^{\text{ЭЛ}_k}$, т.е. оценка, нормализованная в выбранном диапазоне [0, 1], умноженная на весовой коэффициент (показатель важности); $\Phi K_i^{\text{ЭЛ}_k}$ – i -я форма контроля проверяемого элемента ЭЛ_k; r – количество форм контроля (элементарных проверок) для проверяемого элемента ЭЛ_k.

Для всех весовых коэффициентов (показателей важности) выполняется условие нормирования: сумма всех коэффициентов при дифференциальных оценках форм контроля равна 1. Весовые коэффициенты определяются экспертами. Для оценок используются шкалы одинаковой размерности, принятой в диапазоне [0 ÷ 1].

Полученное множество интегральных оценок элементов можно использовать в качестве дифференциальных для следующего уровня иерархии. Далее можно рассчитать оценки сформированных в рамках данной дисциплины или раздела частей компетенций (дисциплинарных компетенций). Затем можно оценить уровень освоения каждой компетенции с учетом оценок частей, сформированных в разных дисциплинах (например, в конце теоретического обучения). При необходимости в конце обучения на основании оценок всех компетенций и с учетом результатов итоговой государственной аттестации можно оценить уровень освоения студентом всей основной образовательной программы.

При решении задачи повышения качества образования важным представляется проверить и оценить не только элементы компетенций, но и эффективность формирующих компонентов (видов работы), а также адекватность средств контроля. Применение методики такой оценки позволит:

- детализировать слабые места в осваиваемых элементах компетенций;
- выявить слабо методически организованные виды аудиторной или самостоятельной работы;
- определить эффективность и недостатки (корректность контролируемых заданий, соот-

ветствие сложности задания отводимым для его решения временным рамкам, полноту охвата материала и т.п.) алгоритмического, информационного и программного обеспечения диагностических средств контроля в составе автоматизированной системы тестового диагностирования компетенций (АСТДК);

- повысить полноту и локализирующую способность диагностических тестов и других составляющих учебного процесса, формирующих и контролируемых компетенций.

Согласно применяемому интегро-дифференциальному критерию интегральная оценка дисциплинарной компетенции $O(ДК)$, а впоследствии и всей компетенции, формируется как линейная свертка дифференциальных оценок входящих в ее состав элементов $O(3_i)$, $O(Y_i)$, $O(B_i)$:

$$\begin{aligned} O(ДК) &= \alpha \cdot \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot O(3_i) + \\ &+ \beta \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot O(Y_i) + \gamma \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot O(B_i) = \\ &= \alpha \cdot \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot \sum_{j=1}^{r_i} \alpha_{ij} \cdot O(\Phi K_j^{3_i}) + (2) \\ &+ \beta \cdot \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot \sum_{j=1}^{s_i} \beta_{ij} \cdot O(\Phi K_j^{Y_i}) + \\ &+ \gamma \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \sum_{j=1}^{t_i} \gamma_{ij} \cdot O(\Phi K_j^{B_i}), \end{aligned}$$

где α, β, γ – экспертные весовые коэффициенты соответствующих компонентов компетенций; $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ – экспертные весовые коэффициенты соответствующих элементов компетенций; $\alpha_{ij}, \beta_{ij}, \gamma_{ij}$ – экспертные весовые коэффициенты определяющих дифференциальные оценки форм контроля ДК; r_i, s_i, t_i – количество форм контроля, участвующих в формировании дифференциальной оценки i -го элемента компетенции. Весовые коэффициенты и шкалы оценок удовлетворяют требованиям, предъявленным в пояснениях к формуле (1).

Интегро-дифференциальный критерий можно применять и для решения других задач, например, для оценки формы контроля с целью проверки адекватности уровня сложности и способов формирования соответствующих элементов компетенций. Это можно сделать,

например, путем расчета усредненной оценки по группе студентов для конкретного средства контроля (теста, домашнего задания, лабораторной работы, курсового проекта и т.п.).

С использованием предложенного подхода к выбору адекватных (с точки зрения сложности реализации и корректности) средств контроля и оценке элементов дисциплинарных компетенций можно определить уровень освоения компетенций, что является одной из основных задач при переходе системы высшего профессионального образования на Федеральные образовательные стандарты третьего поколения. Предложенные виды контроля можно использовать при организации обратной связи на различных этапах образовательного процесса. Студенту предоставляется возможность выявить и скорректировать показатели уровня освоения элементов ДК в рамках предлагаемых ему дополнительных образовательных возможностей с учетом ограниченности временных, педагогических и материально-технических ресурсов.

Предлагаемые в статье решения поставленных частных задач находятся на этапе частичной апробации при разработке и внедрении методического и информационного обеспечения автоматизированной системы управления качеством учебного процесса в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Заключение

В статье приведены подходы и результаты решения поставленных частных задач контроля и оценки уровня освоения элементов компонентов дисциплинарных компетенций в рамках учебной дисциплины в составе основной образовательной программы:

1. Сформулирован иерархический подход к построению моделей формирования и системных тестовых заданий для проверки уровня освоения элементов компонентов ДК, приведены примеры. Предложенный подход даст возможность обеспечить строгую взаимосвязь между средствами формирования и

контроля элементов ДК для организации эффективной многоконтурной системы управления учебным процессом.

2. Предложена методика построения матрицы соответствия форм контроля и элементов компонентов дисциплинарных компетенций, с учетом иерархического представления компонентной структуры дисциплинарной компетенции. Это

позволит формализовать и оптимизировать итеративную процедуру создания тестовых заданий для заданной глубины локализации, уровня сложности и покрывающей способности тестов.

3. Показано применение интегро-дифференциального критерия для количественной оценки элементов и дисциплинарных компетенций.

4. Показано, что в полном объеме поставленные частные переборные задачи эффективно решать с использованием современных методических, алгоритмических и программно-аппаратных ресурсов автоматизированной системы АС-ТДК.

5. Указаны место и условия апробации полученных результатов.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 210700 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (квалификация (степень) «бакалавр») / Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 декабря 2009 г. № 785.
2. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Оценка качества формирования компетенций студентов технических вузов при двухуровневой системе обучения // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., 2–12 октября 2012 г. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – Т. 9. – С. 39–41.
3. К вопросу о подготовке и оценке компетенций выпускников высшей школы с использованием модулей «Вектор развития направления» и «Квалификационные требования работодателей» / Е.Л. Кон и др. // Открытое образование. – 2012. – № 3 – С. 17–29.
4. Фрейман В.И. Разработка учебно-методического комплекса дисциплины в соответствии с ФГОС нового поколения // Вестник Пермского государственного технического университета. Электроника, информационные технологии, системы управления. – 2009. – № 3. – С. 47–50.
5. Фрейман В.И. Разработка компетентностной модели выпускника (бакалавра) по направлению 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» («Телекоммуникации») // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2010. – № 4. – С. 93–98.