

Тестовый контроль знаний раздела «Основы теории графов»

05, май 2015

Халайджи А. К.¹, Овчинников В. А.^{1,*}

УДК: 378.147.88

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

^{*}vaovchinnikov@gmail.com

Введение

Одними из первых, кто предпринимал попытки развивать область педагогических измерений и разрабатывать научно-обоснованные тесты в нашей стране, были тестологи 20-х годов XX века, такие как М.С. Бернштейн, Т.А. Эрн, А.М. Шуберт и др. [1]. В частности, они предлагали определения понятия «тест», исследовали форму и содержание тестовых заданий, а также затрагивали вопросы, касающиеся оценки качества тестов.

Актуальность данного исследования вытекает напрямую из тенденции в современной образовательной системе к переходу на модульно-рейтинговую модель обучения [2], большую значимость в которой играет самоподготовка студентов. Эта модель предполагает разбиение материала дисциплины на несколько (2–4) сравнительно законченных частей (модулей). По окончании модуля студенты проходят рубежный контроль (РК), за который получают определённое количество баллов. Таким образом, РК является средством оценки среза знаний студентов на определённый момент времени, который может использоваться для установления уровня общей подготовленности студентов, степени усвоения материала, а также позволяет контролировать процесс обучения на протяжении всего семестра.

Традиционная модель проведения контроля, предполагающая, что студенты пишут письменные работы, а потом преподаватель их проверяет вручную, при использовании модульно-рейтинговой модели обучения, становится не эффективной. При проверке работы каждого студента много времени тратится на анализ его почерка, выявление хода мыслей и оценку правильности рассуждений. Если таких работ много, то преподаватель может упустить какой-то недочёт или, наоборот, не заметить правильного хода рассуждений, из-за чего работа будет оценена неверно. Также нельзя гарантировать объективность и беспристрастность выставляемых преподавателем оценок. В целом разработка и проверка заданий РК, которых может быть от 2 до 4 за семестр, занимает много времени. Одним из

решений перечисленных выше проблем является проведение РК в виде тестового контроля.

К преимуществам тестового метода можно отнести высокую объективность получаемых оценок за счёт одинаковых правил проведения тестирования и адекватной интерпретации тестовых результатов, а также технологичность обработки результатов тестирования [3]. Более того, тестовый контроль может быть автоматизирован, что является ещё одним из очевидных преимуществ данного метода.

Однако у тестового контроля есть и недостатки. К примеру, задания, требующие предъявления цепи рассуждений или доказательств, которую невозможно представить в виде совокупности готовых вариантов ответов, достаточно сложно и нетехнологично проверять. В данном случае речь идёт уже не о точных формулировках и неоспоримых фактах, а о субъективном мышлении человека, которое порой может в точности не совпадать с доказательством, предложенным в учебной литературе или преподавателем. При автоматизации это заставило бы разрабатывать систему семантического анализа, что само по себе является сложной задачей, и при этом не было бы гарантии того, что принятие решения о правильности того или иного ответа объективно. Таким образом, нецелесообразно в рамках проведения тестовых рубежных контролей разрабатывать задания, которые бы проверяли субъективные факторы человеческого мышления. Оценку такого рода параметров стоит доверять квалифицированному преподавателю, а тестовый контроль знаний применять лишь как средство проверки базовых знаний студента, поддающихся технологичной обработке.

Таким образом, тестовый контроль или автоматизированная система могут быть эффективно использованы для оценки базовых знаний по разделу, в то время как более углублённые моменты, связанные с приведением доказательств, стоит оставить преподавателю.

При проведении промежуточных контролей часто может оказаться, что тестового контроля достаточно. Это означает, что за определённый промежуток времени, отводимый на тестирование, можно пройти его и получить сразу же объективную оценку за РК. Более того, студент при наличии примерных заданий или системы тестового контроля, имеющей режим самоподготовки, может самостоятельно готовиться к рубежному контролю.

Подводя итоги всему вышесказанному, можно отметить, что тестовый контроль является объективным средством оценки знаний, предполагающим технологичную обработку результатов и поддающимся процессу автоматизации. Однако он не всегда является достаточным для полной оценки знаний студентов, например, на итоговом РК или экзамене, однако может быть эффективно использован для самоподготовки и получения промежуточной оценки и допуска к очной сдаче преподавателю.

1 Понятие и назначение тестов. Требования, предъявляемые к ним

Наиболее полное определение теста даёт В.С. Аванесов в своей диссертации [4]: «Педагогический тест – это система фасетных заданий специфической формы, определённого содержания, возрастающей трудности, позволяющая качественно оценить структуру и эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и представлений по учебной дисциплине». Фасетом называется форма записи нескольких однородных вариантов одного и того же задания. Фасет используется при разработке равноценных вариантов для уменьшения искажения результата тестирования, связанного со списыванием.

Это определение позволяет выделить несколько особенностей теста. Первая – тест является системой заданий, то есть комплексом взаимосвязанных объектов, образующих некоторую целостность. Вторая – каждое из заданий должно обладать определённым содержанием и специфической формой. Третья – задания должны быть расположены в порядке возрастающей трудности. И наконец, тест является качественным средством педагогического измерения, с помощью которого можно измерить латентные параметры студента. Дело в том, что тестовые оценки не являются точными оценками интересующих преподавателя латентных параметров, таких как знание учебной дисциплины, учебная мотивация, интеллект и др.; они лишь являются отображением этих параметров с некоторой точностью.

К наиболее важным функциям проверки и оценки знаний можно отнести контрольную и обучающую. Первая заключается в том, что контроль позволяет своевременно сигнализировать о пробелах в знаниях студента, для чего он должен быть плановым и систематическим, что как раз заложено в модульно-рейтинговой системе. Так как прохождение тестирования не занимает много времени, но при этом происходит проверка знаний по всему объёму изучаемого раздела, то тестовый контроль может быть использован для быстрой и эффективной подготовки студентов к рубежному контролю.

Разработку любого теста можно условно разбить на три этапа:

- 1) редукция материала предметной области и создание банка заданий;
- 2) синтез тестовых заданий;
- 3) композиция теста из тестовых заданий.

На первом этапе выделяются основные определения, свойства и понятия предметной области. По каждому из них формируются задания, которые образуют содержание тестовых заданий. Процесс формирования можно представить следующим образом: все высказывания (определения, свойства и т.п.) разбиваются на предикаты, связанные с определяемым понятием и его характеристиками. Студенту же предлагается в тесте либо перечислить характеристики понятия, либо по совокупности характеристик определить понятие. Эти задания должны удовлетворять следующим требованиям: краткость, логическая форма высказывания, определённость места для ответа. Чаще всего такие задания представляют собой предложения в повествовательной форме.

Очевидно, что данный этап должен производиться квалифицированным лицом, имеющим глубокие знания предметной области. Важно, чтобы в заданиях не было мате-

риала, которого не было в изучаемом разделе. Так как обработка заданий должна быть технологичной, то для такого задания содержание должно быстро и правильно пониматься студентом. Таким образом, основными показателями качества содержания тестового задания является максимальная ясность при максимальной краткости. В результате первого этапа образуется банк заданий, который является оптимально редуцированным отображением содержания предметной области.

На втором этапе к имеющимся заданиям, полученным на предыдущем этапе, подбирается форма. Основным требованием к ней является то, что она должна способствовать пониманию и не вызывать противоречия. Таким образом, задание тогда сформировано правильно, когда не возникает логических, психологических и иных препятствий для понимания смысла и для правильного выполнения задания, причём процесс понимания происходит максимально быстро при максимальной краткости задания.

Последним этапом является композиция тестовых заданий в тест. При этом учитываются следующие факторы: возрастающая трудность заданий в тесте, ограниченное время выполнения теста и разная степень подготовленности студентов по сравнению с предыдущими потоками или с другими группами. Здесь следует отметить, что понятия «трудность» и «сложность» следует отличать. Под трудностью понимаются субъективные факторы (например, незнание материала), а под сложностью – объективная оценка времени и средств, которые необходимы для решения задания.

Таким образом, сложность задания может быть определена (или приближённо оценена) заранее, когда трудность может быть получена только после проведения тестирования. Причём устойчивое значение трудности может быть получено только после большого числа проведений тестирования.

На этом понятии основана идея методов адаптивного тестирования [5, 6]. Она заключается в том, что сложность задания должна подбираться в зависимости от подготовленности студента. Это осуществляется по следующему принципу: после каждого ответа студента, если он правильный, следующее задание выбирается более сложным, а если неправильный – более простым. Так происходит до тех пор, пока не будет дано несколько ответов подряд, соответствующих определённому уровню, который можно интерпретировать конечной оценкой по пятибалльной или иной шкале. Таким образом, если студент отлично подготовлен, то ему достаточно правильно ответить на малое количество сложных вопросов, и тогда, если он с ними справится, то ему выставится наивысший балл. Аналогично происходит с теми, кто очень плохо подготовлен к тесту – им быстро выставляется минимальный балл. Остальным же приходится при данном подходе отвечать на большее число заданий теста, причём число может превышать количество заданий в обычном тесте, в котором их количество фиксировано заранее, но при ограниченном временном ресурсе. В среднем, этот метод даёт хороший результат, так как позволяет эффективно оценить уровень подготовки студента в меньшей зависимости от конкретного набора заданий и в большей степени от подготовленности студента.

Возможна ситуация, при которой некоторые тестовые задания оказались слишком простыми, а некоторые – слишком сложными. Такие задания называют невалидными, так как они не позволяют дифференцировать студентов по уровню знаний: на задания первого типа отвечают практически все, а на задания второго – практически никто. Их необходимо пересмотреть и либо изменить, либо заменить другими, более валидными. В случае, если эта проблема обнаружилась уже в автоматизированной системе, к тому же в которой есть некоторый элемент обучения на основе результатов тестирования, то изменение каких-то заданий в банке, на которых строится весь механизм генерации тестов, может привести к непредсказуемым последствиям. Существуют подходы, которые позволяют влиять на поведение системы без модификации уже имеющихся определений, заложенных в основу правил принятия решений. С их помощью можно добавлять задания в систему, не нарушая её целостности и принципов функционирования, и, изменяя параметры тестирования, добиваться требуемого результата. Один из них – метод редукции ошибок в экспертных системах – описан в [7].

2 Виды тестовых заданий

Все известные тестовые задания можно отнести к одной из четырёх форм [8].

1. Задания с закрытой формой.

1.1. Задания с выбором одного правильного ответа.

В заданиях такого вида подразумевается, что существует один правильный ответ, а все остальные – неправильные. В этих заданиях не допускаются такие ответы, как: «правильного ответа нет», «все ответы правильные» или «все ответы неправильные», хотя в практике такие ответы встречаются. В таких заданиях самая большая вероятность угадывания правильного ответа, поэтому и оцениваться они должны минимальным числом баллов (например, в 1 балл).

1.2. Задания с выбором наиболее правильного ответа.

Этот вариант используется для проверки сопоставительных знаний. Необходимо выбрать из числа ответов, правильных в разной степени, один, наиболее правильный. В заданиях такого типа следует подчёркивать, что ожидается именно один наиболее правильный ответ и оценивать наиболее правильный ответ 1 баллом, а все остальные – 0.

1.3. Задания с выбором нескольких правильных ответов.

Преимущество таких заданий в небольшой вероятности угадывания одного правильного сочетания ответов из значительного числа возможных сочетаний. Помимо этого, студенты не знают количество правильных ответов, что делает такие задания ещё труднее. Помимо радикального снижения вероятности угадывания, повышения трудности и технологичности, задания данного варианта позволяют проверить знания полнее, глубже и точнее. В таких заданиях можно ввести шкалу данных. Например, если всего ожидается N правильных ответов, то если студент не выбрал ни одного неправильного, то его балл высчитывается как p / N , где p – число правильных выбранных ответов. Если же хотя бы один из выбранных вариантов является неправильным, то за задание ставится 0 баллов.

2. Задания с открытой формой.

В этом случае задание сформулировано так, что готового ответа нет; каждому студенту приходится вписать ответ самому, в отведённом для этого месте. Так как вероятность угадывания ответов на такие задания минимальная, то и оценивать такие задания следует большим числом баллов, чем задания с закрытой формой, например, в 2 балла.

3. Задания на установление соответствия.

В этих заданиях необходимо элементам одного множества поставить в соответствие элементы другого множества. Это задание с точки зрения оценивания схоже с заданием с выбором нескольких правильных ответов, однако в этом случае студент уже знает количество ответов (количество элементов множества, к которым нужно поставить соответствие). Поэтому здесь не имеет смысла вводить дополнительную шкалу и следует оценивать полностью правильный ответ 1 баллом, а неверный – 0.

4. Задания на последовательность.

В заданиях этого вида требуется выполнить правильную последовательность вычислений, действий, шагов, операций, терминов и определённых понятий. Задания этого вида по сложности соизмеримы с заданиями в открытой форме, поэтому их целесообразно оценивать так же: 2 балла за правильный ответ и 0 – за неправильный.

Каждая из перечисленных форм позволяет проверить специфические виды знаний. Выбор форм зависит от цели тестирования, содержания теста и от технических возможностей.

Главным недостатком заданий в закрытой форме является высокая возможность угадывания, а, следовательно, и высокая вероятность больших погрешностей педагогических измерений. Такого недостатка лишены задания с открытой формой. Однако для них свойственна сложность обработки результатов, так как при автоматизации необходимо производить преобразование вводимой студентом информации в понимаемое для системы тестового контроля представление, и только после этого последняя может определить истинность введённого ответа.

В заданиях с открытой формой ответ студента абсолютно не предсказуем, а также может содержать синтаксические ошибки или опечатки. В остальных (в том числе третьей и четвёртой) – он состоит из заранее подготовленных вариантов, приведённых в задании и понятных системе, поэтому обработка может осуществляться без дополнительных преобразований. Технологичность автоматического процесса обработки заданий в открытой форме можно повысить, если запрашивать у студента максимально краткий по количеству слов ответ (если возможно – из одного) и засчитывать его тогда и только тогда, когда он полностью совпадает с правильным (без учёта регистра и лишних пробельных символов). Это позволяет избежать сложного анализа вводимых данных и выдавать результат сразу после сравнения строк: введённой и правильной. Важно, что главное своё достоинство рассматриваемая форма не теряет, так как вероятность угадывания ответа даже в этом случае мала.

Что касается заданий третьей и четвёртой форм, то в них подразумевается комбинированный вариант: студент вводит ответ вручную, но используя указанные в задании обозначения (номера вариантов ответа или, например, имена переменных). Это накладывает определённые требования к формату вводимых данных, которые должны быть однозначно понимаемы студентами. Из-за ручного ввода также возможны опечатки, но в целом, количество ошибок меньше, чем в открытой форме. Алгоритм автоматической обработки результатов тот же – результат засчитывается только в случае полного совпадения введённой строки и правильной. Вероятность угадывания ответа в заданиях таких форм меньше, чем в закрытой, но больше, чем в открытой, так как в любом случае студент манипулирует заранее подготовленным набором вариантов ответа.

Таким образом, каждая форма обладает своими преимуществами и недостатками. В первую очередь, она должна соответствовать содержанию задания и способствовать правильному пониманию студентом его сути. С другой стороны, при выборе формы и композиции тестовых заданий следует соблюдать баланс между степенью угадывания ответов и высокой технологичностью их обработки.

3 Примеры тестовых заданий для предметной области «Основы теории графов»

Подготовка тестовых заданий подразумевает выявление основных понятий и объектов предметной области, принципов и видов заданий тестового контроля и покрытия им всего материала.

Прежде всего необходимо начать с определений. Предметная область «Основы теории графов» содержит множество определений, которые составляют её основу и которые студенту необходимо знать для владения ей. Ниже приведён примерный список определений [9]: предикат, одноместный предикат-свойство, образ и прообраз множества относительно предиката, характеристическое множество, инцидентность, смежность, узел, ребро, дуга, корень и ветви дерева, связанность вершин, расщепляющая вершина, перешеек, петля, граф, ультраграф, гиперграф, ориентированный граф, неориентированный граф, двудольный граф (граф Кёнига), конечный граф, пустой граф, смешанный граф, полный граф, однородный граф, мультиграф, связный граф, компонента связности, мультичисло, часть графа, кусок, подграф, суграф, клика, дерево, остовное (покрывающее) дерево, маршрут, цепь, цикл, эйлеров цикл, гамильтонов цикл, минимальный массив, свёртка минимального массива.

Помимо определений также имеется ряд свойств каждого из графов, а также параметры, характерные только для определённых видов графов. Ниже приведены некоторые характеристики графов: для вершин ультра- и ориентированного графа: полустепень исхода, полустепень захода, для вершин гипер- и неориентированного графа: локальная степень вершины и др.

Наконец, также имеется несколько базовых алгоритмов работы с графами. К ним относятся: алгоритм Прима, Краскала, Дейкстры, поиска в ширину, поиска в глубину, поис-

ка гамильтонова цикла, поиска маршрута минимальной длины, построения глубинного остовного дерева.

Поскольку в определениях сложно выделить некую определённую действий, то есть алгоритмическую составляющую, то для проверки определений можно воспользоваться тестовыми заданиями любой формы, кроме четвёртой (на последовательность). Чтобы продемонстрировать возможность создания трёх форм, возьмём, например, определение полного неориентированного графа: «Неориентированный граф $G(X, U)$ называется полным, если каждая из его вершин соединена рёбрами с остальными, т.е. $(\forall x_i \in X) (F_1 x_i = X \setminus x_i)$ ». Здесь X и U – множества вершин и ребер графа, $F_1 x_i$ – множество вершин, смежных вершине x_i .

Задание с закрытой формой может быть следующим:

«Если каждая из вершин неориентированного графа соединена рёбрами с остальными, т.е. $(\forall x_i \in X) (F_1 x_i = X \setminus x_i)$, то такой граф называется:

- 1) гиперграфом;
- 2) мультиграфом;
- 3) цепью;
- 4) полным графом».

Очевидно, что правильным ответом является 4.

К этому же определению можно составить задание с открытой формой:

«Заполните пропуск. Неориентированный граф называется _____, если каждая из его вершин соединена рёбрами с остальными, т.е. $(\forall x_i \in X) (F_1 x_i = X \setminus x_i)$ ».

Можно создать задание на установление соответствия:

«Поставьте формулам в соответствие описываемые ими виды графов.

- 1) $(\forall x_i \in X) (F_1 x_i = X \setminus x_i)$;
 - 2) $(\forall x_i, x_j \in X) (\exists u_k, u_t \in U) (\Gamma_1 u_k = \Gamma_2 u_t = \{x_i\} \& \Gamma_2 u_k = \Gamma_1 u_t = \{x_j\} \& i \neq j \& k \neq t)$;
 - 3) $(\forall x_i, x_j \in X_1) x_j \notin F_1 x_i, (\forall x_k, x_t \in X_2) x_t \notin F_1 x_k$;
 - 4) $(\forall x_i, x_j \in X_1) x_j \notin F_1 x_i \& x_j \notin F_1^{-1} x_i, (\forall x_k, x_t \in X_2) x_t \notin F_1 x_k \& x_t \notin F_1^{-1} x_k$.
- а) ориентированный граф Кёнига;
 - б) полный ориентированный граф;
 - в) неориентированный двудольный граф;
 - г) гиперграф;
 - д) смешанный граф;
 - е) полный неориентированный граф».

Здесь: $\Gamma_1 u$ – множество вершин, которым инцидентно ребро u , $\Gamma_2 u$ – множество вершин, инцидентных ребру u ; $F_1^{-1} x$ множество вершин, которым смежна вершина x .

Всё то, что было сказано про определения, также касается и свойств. Возьмём свойство полного графа: «У полного графа $\rho(x_i) = n-1$, откуда число рёбер $m = n(n-1)/2$ ». Здесь n – число вершин графа, $\rho(x_i)$ – локальная степень вершины x_i . В данном случае свойство состоит из двух высказываний, поэтому можно создать отдельные задания на обе части, а

можно применить закрытую форму задания с выбором нескольких правильных ответов. Например:

«Выберите истинные высказывания.

- 1) у полного неориентированного графа $\rho(x_i) = m-1$, где m – число рёбер;
- 2) число вершин полного неориентированного графа $n = m(m+1)/2$;
- 3) у полного неориентированного графа $\rho(x_i) = n-1$, где n – число вершин;
- 4) число рёбер полного неориентированного графа $m = n(n-1)/2$, где n – число вершин.

Как следует из свойства, верными являются варианты 3 и 4.

В силу того, что определения и свойства некоторых графов не значительно синтаксически отличаются друг от друга, существует большой потенциал использования фасетов в заданиях тестовой формы. Рассмотрим эту возможность на примере определений частей графа. Известно, что «часть графа $G_i(X_i, U_i)$ называется *подграфом*, если $X_i \subset X, U_i \subset U$ » и «часть графа $G_i(X_i, U_i)$ называется *суграфом*, если $X_i = X, U_i \subset U$ ». Видно, что эти два определения отличаются оператором над множествами вершин, поэтому если выделить фасет $\{X_i = X, X_i \subset X\}$, то можно на базе двух определений сгенерировать одно задание, например, с открытой формой и фасетом: «часть графа $G_i(X_i, U_i)$ называется _____, если $\{X_i = X, X_i \subset X\}, U_i \subset U$ ». Таким образом, будут образованы два варианта одного и того же по сложности и по смыслу задания, использующие два разных определения.

Что касается алгоритмов, то названия алгоритмов и их особенности можно проверять аналогично определениям и свойствам с помощью первых трёх форм. Самой эффективной формой проверки знания сущности алгоритмов, является четвёртая, так как она позволяет получить последовательность действий от студента, например, протокол работы алгоритма. Такого вида задания представляют собой задания деятельностного характера и воплощают в себе проверку знаний теоретических сведений и умение применить их на практике.

Можно проверять знание алгоритмов и с помощью заданий других форм. Например, если требуется определить минимальный путь из одного узла графа в другой, которые заданы заранее, то студенту предлагается посчитать его с помощью алгоритма Дейкстры, а затем, например, ввести его как в тесте с открытой формой, или выбрать правильный вариант ответа, если предлагается несколько вариантов ответа, но при этом только один из них верный.

Следует также отметить, что на промежуточном контроле от студента преимущественно требуется умение применять алгоритмы.

Таким образом, в этом разделе было показано, что всё основное содержание предметной области можно перевести в содержание тестовых заданий.

4 Задания деятельностного характера

Наиболее интересными с точки зрения разработки и проверки эффективности являются задания деятельностного характера [10]. Если в случае определений и свойств вариативность заданий можно обеспечить с помощью фасетов, то с заданиями данной группы всё несколько сложнее: это сильно зависит от формы представления заданий. В идеальном случае при автоматизации система должна генерировать условия самостоятельно.

Во всех заданиях исходными данными является граф. Из теории известно, что он может быть однозначно задан тремя способами: графически, в виде матриц инцидентности или с помощью образов и прообразов по предикатам инцидентности. Тогда обеспечится максимальная вариативность заданий, а вероятность угадывания ответа и списывания снизится. Однако в этом случае значительно повышается сложность разработки системы, так как помимо генерации заданий должны быть реализованы алгоритмы решения, которые по генерируемым заданиям могут получить верный ответ для сравнения с ответом от пользователя.

С одной стороны, графическое представление самое наглядное и позволяет быстрее выполнить задание. Однако с точки зрения реализации создание графического представления – отдельная непростая задача. С другой стороны, представление исходных данных в задании в виде матриц инцидентности более просто с точки зрения реализации, но требует от студента ручного составления графа, так как несмотря на то, что есть формулы, которые позволяют осуществить очередное действие в алгоритме, гораздо проще и, главное, нагляднее проделывать эти операции в графическом представлении (к тому же это также позволяет проконтролировать свои действия).

Наконец, самым сложным для студента является представление в виде образов, так как это накладывает дополнительные требования к знанию теоретического материала. Так, помимо знания алгоритма, студент должен знать, что такое образ множества по предикату, и уметь по нему составлять графическое представление. С точки зрения программной же реализации данный вариант ненамного отличается по сложности от предыдущего.

Рассмотрим систему, в которой реализованы алгоритмы автоматического создания заданий и их решения. Тогда от преподавателя при настройке и композиции тестов требуется лишь указать количество таких заданий и параметры алгоритмов (например, количество узлов в автоматически генерируемом графе). Это сильно упрощает процесс создания тестов, однако в некоторых случаях преподавателю может понадобиться вручную сгенерировать какие-то особые задания на графах. Для этого необходимо предусмотреть в системе возможность ручного ввода таких графов, а также других условий. Например, преподаватель может приложить изображение конкретного графа и ввести правильный результат, который ожидается от студента. Это снижает вариативность заданий к минимуму, но позволяет преподавателю полностью контролировать процесс.

Пример задания деятельностного характера, которое может быть выдано студенту:

«Найдите маршрут в неориентированном графе от вершины x_1 до вершины x_3 с минимальной суммой весов всех входящих в него рёбер и укажите эту сумму.

Граф задан образами вершин ΓX и рёбер ΓU :

$\Gamma X = \{\{u_1\}, \{u_1, u_2, u_3\}, \{u_3, u_4, u_5\}, \{u_2, u_4\}\},$

$\Gamma U = \{\{x_1, x_2\}, \{x_2, x_4\}, \{x_2, x_3\}, \{x_3, x_4\}, \{x_3\}\}$

и вектором весов рёбер: (1, 3, 6, 1, 4).

Маршрут _____

Сумма весов его рёбер _____»

Соответственно правильным ответом будет:

Маршрут: « $x_1, u_1, x_2, u_2, x_4, u_4, x_3$ », а сумма равна 5.

Заключение

Итак, тест – это система фасетных заданий специфической формы, определённого содержания, возрастающей трудности, позволяющая качественно оценить структуру и эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и представлений по учебной дисциплине. При составлении теста сначала необходимо осуществить редукцию материала предметной области и составить банк заданий. После этого для каждого из заданий необходимо подобрать форму. Основных видов форм всего 4: закрытая, открытая, на установление соответствия и на упорядочивание последовательности. Финальным этапом является композиция тестов из тестовых заданий. Наиболее эффективной формой тестирования является адаптивное, позволяющее снизить время прохождения тестирования и получения объективных оценок, а также повысить зависимость результата от степени подготовленности студента и понизить – от конкретных заданий. Тестирование может использоваться для проведения промежуточных форм контроля, а также для самоподготовки студента. Особенно тестовый метод эффективен при автоматизации процесса синтеза заданий, проведения тестирования и обработки результатов.

Список литературы

1. Аванесов В.С. Проблема качества педагогических измерений. // Педагогические измерения. 2004. №2. С. 3-27.
2. Глинская Е. В. Влияние использования модульно-рейтинговой системы обучения на успеваемость студентов. // Наука и образование. Электронное издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. № 4. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/548347.html> (дата обращения 27.05.2015).
3. Аванесов В.С. Вопросы методологии педагогических измерений.// Педагогические измерения. 2005. №1. С. 3-27.
4. Аванесов В.С. Методологические и теоретические основы тестового педагогического контроля: дис. ... докт. пед. наук. М.: 1994. 309 с.

5. Использование теории тестовых заданий (Item Response Theory) в адаптивном тестировании. // Викизнание - универсальная электронная энциклопедия. Режим доступа: http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/%D0%98%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%28Item_Response_Theory%29_%D0%B2_%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%BC_%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8 (дата обращения 27.05.2015).
6. Сергеев В.В. Адаптивное тестирование в системах дистанционного обучения. // Наука и образование. Электронное издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. № 4. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/65577.html> (дата обращения 27.05.2015).
7. Майков К. А., Жиряков С. М. Метод редукции ошибок в экспертных системах интерактивных тренажеров. // Наука и образование. Электронное издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. № 4. 6 с. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/350058.html> (дата обращения 27.05.2015).
8. Карпенко А. П., Домников А. С., Белоус В. В. Тестовый метод контроля качества обучения и критерии качества образовательных тестов. Обзор. // Наука и образование. Электронное издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. № 04. 28 с. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/184741.html> (дата обращения 27.05.2015).
9. Овчинников В.А. Графы в задачах анализа и синтеза структур сложных систем. / Монография. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. 423 с.
10. Овчинников В.А. Общие принципы организации и разработки программно-методических комплексов. // Вестник МГТУ. (Серия Приборостроение). 1993. №. 3. С. 98 - 107.