

вполне целесообразно рассмотреть его подробнее, придав ему свое понимание. Ключевая задача, на наш взгляд, – это определенная серия вспомогательных задач, к которой можно свести решение некоторого количества задач той или иной темы. Если хорошо знать ключевую задачу, то можно решить не 1-2 задачи темы, а до 20 задач. От учащегося требуется не только прочное знание условия, рисунка и решения ключевой задачи, но и умение «видеть» ее в данной задаче. Последнее является для учеников наиболее сложным моментом. Следует отметить, что ключевые задачи являются тем минимумом, которым необходимо владеть, чтобы решить практически любую задачу темы. Таким образом, вместе с целью – научиться решать задачи – одновременно ставится и другая – знать и уметь решать ключевые задачи. Значит, в обучении математике эти задачи являются как средством, так и целью обучения.

4. На занятиях факультативного курса целесообразно рассматривать способы изображения и построения на плоскости стереометрических фигур и их элементов. В связи с этим дополнительный дидактический материал сгруппирован по видам построений, которые могут встретиться при решении всевозможных задач. Данный материал разбит на основные темы. В каждой теме сначала излагаются основные теоретические положения, алгоритм построения элементов пространственных фигур, а затем на конкретных задачах разбираются разнообразные варианты такого построения и его обоснования [2]. В дальнейшем, для укрупненного повторения, например, темы «Пирамиды», необходимо подобрать серию задач из школьных учебников и сборников задач по геометрии, где были бы «задействованы» разнообразные виды построений, а также решаемые в планиметрии задачи на комбинации треугольников и четырехугольников с окружностью. В большинстве задач на пирамиду высота может не являться непосредственно данной или искомой, но она часто используется для построения угла наклона бокового ребра к плоскости основания, линейных углов двугранных углов при сторонах основания многогранника и для других построений. Во всех этих случаях известно, что высота опускается из вершины пирамиды. Что касается основания высоты, то его положение зависит от вида пирамиды. Рассмотрим ряд типичных случаев, позволяющих создавать новые связи между знаниями, самонаращивать знания в ходе повторения.

1) В правильной пирамиде основание высоты совпадает с центром правильного многоугольника, являющегося основанием пирамиды.

2) Пусть боковые ребра пирамиды равны или, что тоже, образуют равные углы с плоскостью основания пирамиды. В этом случае основанием высоты служит центр окружности, описанной вокруг основания пирамиды.

3) Пусть боковые грани пирамиды образуют равные двугранные углы с плоскостью основания. В этом случае основание высоты пирамиды совпадает с центром окружности, вписанной в основание пирамиды.

Очевидно, что эффективность подобного повторения на факультативных занятиях во многом будет зависеть от их разумной организации: подбора школьного учителя или преподавателя университета, обладающего соответствующим опытом работы и методическим мастерством; выделения дополнительного учебного времени и др.

Литература

1. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Обучение математике в школе / Укрупнение дидактических единиц. Книга для учителя. - 2-е изд. испр. и доп. - М.: АО «СТОЛЕТИЕ», 1996.
2. Гольдберг Я.Е. С чего начинается решение стереометрической задачи: Пособие для учителя.- К.: Рад. шк, 1990.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО МАТЕМАТИКЕ

А.А. Чиркина, В.В. Малиновский, Н.В. Иванова

Развитие информационных технологий приводит к широкому использованию тестирования в учебном процессе. Тестирование – одна из форм массового контроля знаний, позволяющая эффективно оценить и измерить уровень подготовленности обучаемых. Несмотря на очевидные преимущества, существенным недостатком применения тестов является относительная трудность создания качественного набора тестовых заданий, проверенного эмпирически и имеющего устойчивые статистические характеристики.

Введение централизованного тестирования в качестве безальтернативной формы вступительных испытаний в вузы Республики Беларусь породило ряд вопросов: соответствуют ли тесты школьной программе, адекватны ли они уровню подготовленности учеников, насколько точно тесты дифференцируют абитуриентов по уровню их подготовки по предмету. РИКЗ неоднократно заявлял,

что тесты удовлетворяют требованиям, предъявляемым к такого рода контролирующим материалам [1]. Однако невысокие средние баллы участников ЦТ по ряду предметов позволяли усомниться в этом. Особенности обучения в 2008-09 году ряда школьников обостряли эти вопросы.

В работе мы проанализировали результаты участников ЦТ по математике по пункту тестирования № 703 УО «ВГУ им. П.М. Машерова». Были рассмотрены следующие характеристики теста: диапазон варьирования оценок трудности заданий, распределение тестовых заданий по трудности и дискриминативности, уровень подготовленности абитуриентов. Для определения качества тестовых заданий использовались СТТ (Classical Test Theory) – классическая теория тестирования и математическая теория измерений IRT (Item Response Theory). Трудность заданий определялась как доля правильных ответов (СТТ) и вычислением параметра β_j в логитах по модели Раша (IRT). Дифференцирующая способность теста оценивалась с помощью вычисления коэффициента корреляции задания с тестом (СТТ) и анализа параметра различающей способности a_j двухпараметрической модели Бирнбаума (IRT).

Рассмотрим характеристики тестов по данным 2006-2009 годов. Так как объем выборок (25 тестовых заданий в 2006, 2007 годах и 30 в 2008, 2009 годах) не позволяет произвести проверку на нормальность распределения, используем непараметрические статистические методы. Однако, следуя традициям, наряду с медианой приведем значения средних показателей.

Характеристика теста	Среднее	Медиана	Среднее	Медиана
	2006 год		2007 год	
Доля правильных ответов	12,31	4,04	17,12	4,00
Трудность тестового задания β	0,57	0,15	0,72	0,24
Коеф. корр. задания с тестом	0,39	0,41	0,37	0,38
Дифференц. способность a	0,44	0,45	0,41	0,41
	2008 год		2009 год	
Доля правильных ответов	10,64	3,83	21,76	2,64
Трудность тестового задания	0,54	0,39	0,84	0,21
Коеф. корр. задания с тестом	0,41	0,43	0,40	0,42
Дифференц. способность a	0,47	0,48	0,45	0,47

Ф.Вагер выделяет пять *уровней трудности* тестовых заданий. В таблице дано распределение тестовых заданий по трудности:

Градации трудности задания	Трудность задания β_j	Год тестирования			
		2006	2007	2008	2009
Очень трудные	более 2,6	2	5	4	7
Трудные	от 1,5 до 2,59	7	2	3	4
Среднего уровня	от -1,49 до 1,49	16	16	20	16
Легкие	от -2,59 до -1,5	0	2	3	1
Очень легкие	менее -2,6	0	0	0	2

По уровню *дифференцирующей способности* Ф.Вагер делит тестовые задания на шесть основных уровней:

Дискримина- тивность	Значения параметра крутизны функции, a_j	Год тестирования			
		2006	2007	2008	2009
отсутствует	от 0 до 0,009	0	0	0	0
очень низкая	от 0,01 до 0,34	6	10	10	9
низкая	от 0,35 до 0,64	17	13	16	16
средняя	от 0,65 до 1,34	2	2	4	5
высокая	от 1,35 до 1,69	0	0	0	0
очень высокая	более 1,70	0	0	0	0

В целом полученные результаты показывают сбалансированность тестов по *уровню трудности* и *дифференцирующей способности*. Однако каждый тест по математике содержал ряд очень трудных заданий с низкой различающей способностью. В то же время большая часть заданий с минимальной трудностью ($\beta_j < -1$) показала хорошую дискриминативность. Для ответа на вопрос, имеются ли значимые статистические различия между значениями выбранных показателей по годам, используем ранговый анализ вариаций по Краскелу-Уоллису.

Показатель	Уровень значимости p
Доля правильных ответов	p =0,7146
Трудность тестового задания	p =0,9490
Коэф.корр. задания с тестом	p =0,7858
Дифференц. способность a	p =0,7858

Так как во всех случаях значение уровня значимости $p > 0,05$, то по выбранным показателям различий между группами нет.

На следующем этапе проведем анализ *уровня подготовленности* тестируемых. Одним из достоинств СРТ является то, что трудность теста и уровень подготовленности измеряется в одинаковых единицах – логитах, что позволяет сравнивать количественно эти показатели, в том числе определять их разность.

Год	Кол-во тестируемых	Среднее знач. уровня подготовленности	Разность между ур. подготовл. и трудн. теста	Медиана уровня подготовленности
2006	1994	-0,34	-0,91	-0,47
2007	1979	-0,32	-1,04	-0,23
2008	1508	-0,30	-0,84	-0,45
2009	1844	-0,34	-1,18	-0,62

Несмотря на достаточно большой объем выборок, проверка на нормальность распределения дала отрицательный результат. Анализ вариаций по Краскелу-Уоллису показал значение $p < 0,05$ ($p = 0,0231$), что говорит об имеющихся различиях между исследуемыми группами. Парное сравнение выборок по годам с использованием критерия Манна-Уитни дало следующие результаты:

Год тестирования	Уровень значимости p		
	2007	2008	2009
2006	0,3966	0,3967	0,1333
2007		0,2583	0,0001
2008			0,0495

Достоверные отличия ($p < 0,05$) в уровне подготовленности тестируемых показаны между годами 2007 и 2009, 2008 и 2009.

Выводы: уровень трудности тестовых заданий и их дифференцирующая способность не изменяются по годам; в тестах присутствуют очень трудные задания с низкой дискриминативностью, целесообразность включения этих заданий в тест вызывает сомнение; существуют отличия в уровне подготовленности абитуриентов – в последние годы этот показатель уменьшается.

Литература

1. Феськов Н.С., Якобчук А.П. Математические методы интерпретации результатов нормативно-ориентированного тестирования // «Адукацыя і выхаванне». – № 3. – 2007.

Физика. Астрономия

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ «ПРОГРАММИРОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Т.Г. Алейникова, Н.М. Чирвоный, С.М. Станкевич

Использование системы дистанционного обучения Moodle кафедрой инженерной физики в учебном процессе в течение последних двух лет позволяет обобщить опыт и оценить результаты внедрения на примере дисциплины «Программирование и математическое моделирование». Это одна из основных общепрофессиональных дисциплин учебного плана специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям). Фактически она включает базовый курс информатики, программирование, численные методы и компьютерное моделирование. Общий объем 486 часов, в том числе 244 – самостоятельная работа.

Авторами был разработан УМК по данной дисциплине в СДО Moodle, который включает:

- Учебную программу и требования образовательного стандарта.
- Краткий курс лекций (с видеопрезентациями).