

в формулах для c_k оставляем слагаемые, содержащие только z_j ($j=1,2,3$).

Таким образом,

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\begin{vmatrix} c_{m+7} & c_{m+6} & c_{m+5} \\ c_{m+6} & c_{m+5} & c_{m+4} \\ c_{m+5} & c_{m+4} & c_{m+3} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} c_{m+8} & c_{m+7} & c_{m+6} \\ c_{m+7} & c_{m+6} & c_{m+5} \\ c_{m+6} & c_{m+5} & c_{m+4} \end{vmatrix}} = z_1 z_2 z_3 \Rightarrow \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\begin{vmatrix} c_{m+7} & c_{m+6} & c_{m+5} \\ c_{m+6} & c_{m+5} & c_{m+4} \\ c_{m+5} & c_{m+4} & c_{m+3} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} c_{m+8} & c_{m+7} & c_{m+6} \\ c_{m+7} & c_{m+6} & c_{m+5} \\ c_{m+6} & c_{m+5} & c_{m+4} \end{vmatrix}} : \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\begin{vmatrix} c_{m+7} & c_{m+6} \\ c_{m+6} & c_{m+5} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} c_{m+8} & c_{m+7} \\ c_{m+7} & c_{m+6} \end{vmatrix}} = z_3, \quad (3)$$

и т.д.

Рассмотрим конкретный числовой пример:

$$f(z) = z^4 + 5z^3 - 20z^2 - 60z + 144 = (z-2)(z-3)(z+4)(z+6) = 0.$$

При помощи системы компьютерной математики *Maple* 2019 разложим функцию $1/f(z)$ в ряд Тейлора, например, до 100 слагаемых. Тогда

$$z_1 \approx c_{95} / c_{96} = 1,9999999999999999.$$

По формуле (2) $z_1 z_2 \approx 6,0000000000287 \Rightarrow z_2 \approx 3,0000000001437$.

По формуле (3) $z_1 z_2 z_3 \approx -24,0000000000000 \Rightarrow z_3 \approx -3,9999999998084$.

По теореме Виета произведение корней $z_1 z_2 z_3 z_4 = 144$, откуда сразу следует значение корня z_4 .

Заключение. Таким образом, в ходе исследования получены аналоги формул Эйткена в терминах коэффициентов ряда Тейлора для функции $1/P(z)$, где $P(z)$ – алгебраический полином степени n комплексного аргумента z , и на конкретных числовых примерах проверена их эффективность.

1. Aitken, A.C. On Bernulli's numerical solution of algebraic equations / A.C. Aitken // Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 1927. – Vol. 46. – P. 289–305.

2. Трубников, Ю.В. Расходящиеся степенные ряды и формулы приближенного аналитического нахождения решений алгебраических уравнений / Ю.В. Трубников, М.М. Чернявский // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2018. – № 4(101). – С. 5–17.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СРЕДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕСТОВ

А.А. Чиркина, Н.В. Булгакова
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

В настоящее время в связи с необходимостью более широкого применения информационно-коммуникационных технологий на всех этапах обучения, особое внимание уделяется тестовой форме контроля знаний. Тест является инструментом, с помощью которого можно оценить знания студентов, и для того, чтобы эффективно выполнять свои функции, он должен быть тщательно подготовлен. Для экспертизы качества тестовых заданий недостаточно формальной проверки таких требований, как правильность формулировки вопросов, количества дистракторов, формы представления тестового задания. Необходимо оценивать такие характеристики, как трудность, дискриминативность, надежность, которые можно получить только с помощью статистического анализа результатов пилотного прохождения тестов группой студентов [1]. Система дистанционного обучения Moodle имеет встроенные средства для получения полезной информации о статистических характеристиках тестовых заданий, которая позволяет выявить «проблемные» задания, не вдаваясь в технические сложности расчетов этих характеристик.

Материал и методы. Объектом изучения являются возможности среды дистанционного обучения Moodle для получения характеристик тестовых заданий. В качестве примеров рассматривались результаты тестирования студентов специальности «Программное обеспечение информационных технологий» факультета математики и информационных технологий ВГУ имени П.М. Машерова по дисциплине «Основы информационных технологий».

Результаты и их обсуждение. СДО Moodle предлагает две группы статистических показателей в разделе Настройки/Управление тестом/Результаты/Статистика.

Показатели первой группы характеризуют качество теста в целом.

В качестве меры центральной тенденции наиболее часто используется средняя оценка испытуемых, однако ее величина может искажаться, если в результатах теста присутствуют несколько очень высоких или очень низких значений. В этом случае более информативным показателем является медиана. Близость этих показателей говорит об отсутствии выделяющихся, нехарактерных для данной группы испытуемых оценок.

Стандартное отклонение для теста в целом отражает вариацию оценок за тест и является показателем способности теста различать испытуемых по уровню подготовленности. Рекомендуемый интервал значений 12% – 18% [3]. Меньшее значение говорит о том, что оценки сосредоточены в узком интервале и, соответственно, данный тест обладает недостаточной различающей способностью. Чем больше значение стандартного отклонения, тем лучше дифференцирующая способность теста.

Коэффициенты асимметрии и эксцесса характеризуют форму распределения оценок. Для идеально симметричного распределения асимметрия и эксцесс равны нулю. Желательно, чтобы значение асимметрии находилось в интервале от -1 до 1. Если асимметрия меньше, чем -1 (более длинный «хвост» распределения слева), то большинство оценок за тест близки к максимальному значению, если больше 1 («хвост» распределения справа) – оценки смещены к нижней границе. Эксцесс характеризует высоту «пика» распределения, рекомендуемый интервал от 0 до 1. Значение, большее 1 указывает на то, что оценки слишком сгруппированы и дифференцирующая способность теста является недостаточной.

Нормальное распределение тестовых баллов является одним из показателей качества теста. Если среднее значение и медиана совпадают, асимметрия и эксцесс находятся в рекомендуемых пределах, то распределение оценок можно считать приближенно нормальным.

Коэффициент внутренней согласованности (коэффициент надежности, альфа Кронбаха) используется для определения согласованности вопросов теста и рассчитывается как отношение разброса оценок за ответы на вопросы для каждого студента к разбросу оценок за тест в целом. Данный показатель изменяется в интервале от 0 до 1, чем больше значение коэффициента надежности, тем более согласованными являются вопросы теста. Значение выше 75% является удовлетворительным, если оно ниже 60%, то качество теста в целом является сомнительным.

Соотношение ошибок оценивает долю стандартного отклонения, которая обусловлена случайностью, а не реальными различиями в подготовленности студентов. Соотношение ошибок тесно связано с коэффициентом внутренней согласованности. Желательно, чтобы значение данного показателя было ниже 50%, в этом случае более половины стандартного отклонения обусловлено подготовленностью тестируемых, а коэффициент надежности будет больше 75%.

Стандартная ошибка (погрешность для оценки в процентах) показывает границы интервала, в котором находится оценка студента за тест. Чем меньше значение стандартной ошибки, тем точнее полученные оценки отражают подготовленность тестируемых.

Показатели второй группы характеризуют качество тестовых заданий и именно эти показатели имеют наибольшее значение при формировании базы тестовых вопросов.

Индекс легкости показывает процент студентов, которые верно ответили на вопрос теста; рекомендуемый интервал – от 20% до 80%. Если индекс легкости меньше 20%, то задание слишком трудное, если больше 80% – простое. Анализ индекса легкости позволяет выявить не только бесполезные с точки зрения полноты охвата дидактического материала тестовые задания, но и определить «пустые» интервалы, которые ничего не дают для теста, как совокупности заданий возрастающей трудности, что особенно важно для нормативно-ориентированных тестов. Наиболее удачными считаются задания средней трудности, так как они обеспечивают максимальную дисперсию теста [2].

Стандартное отклонение для тестовых вопросов показывает степень вариативности результатов ответов на тестовое задание. Максимальные значения стандартного отклонения, как правило, достигаются при значениях индекса легкости 40% – 60%. Низкое стандартное отклонение показывает, что вопрос очень простой или очень сложный, в этом случае разница в оценках не будет большой. Таким образом, анализ стандартного отклонения наиболее важен для дифференциации тестируемых по уровню подготовленности.

Случайно угаданная оценка – оценка, которую получит студент, если будет выбирать ответ случайным образом. Например, если тип тестового вопроса «множественный выбор», то случайно угаданная оценка представляет собой вероятность выбора одного из дистракторов.

Предполагаемый вес назначает преподаватель при формировании сценария теста. Как правило, это отношение максимального балла за тестовый вопрос к максимальному баллу за весь тест, выраженное в процентах. Эффективный вес оценивает фактическую долю в итоговой оценке, которую вносит конкретное тестовое задание. Для расчета эффективного веса используется ковариация оценки за вопрос с оценкой за тест. Желательно, чтобы эффективный вес был близок к предполагаемому. По результатам пилотного тестирования преподаватель может установить предполагаемые веса тестовых заданий в соответствии с эффективными весами.

Индекс дискриминации показывает, насколько хорошо студент ответил на данный вопрос по сравнению с остальными вопросами теста. Чем выше значение индекса дискриминации, тем лучше. Вопросы с индексом дискриминации менее 30% плохо выполняют функцию различения тестируемых по уровню подготовки.

Эффективность дискриминации – нормированный индекс дискриминации. Если значение эффективности дискриминации меньше 10, то в отчете вопрос выделяется красным цветом. Эффективный вес и индекс дискриминации (эффективность дискриминации) являются важными показателями, позволяющими выявить так называемые «парадоксальные» тестовые задания, то есть вопросы, на которые сильные студенты чаще дают неверный ответ, а слабые, наоборот, верный.

Статистические характеристики теста в целом и тестовых заданий в частности становятся доступны после проведения пилотного тестирования. Чтобы улучшить качество теста, необязательно проводить повторное тестирование, достаточно исключить слабые вопросы из теста путем присвоения им в режиме редактирования максимального балла «0» и пересчета статистики. В этом случае намеченный и эффективный веса исключенного вопроса становятся равны нулю и в расчетах статистических показателей данный вопрос не участвует.

В качестве примера приведем результаты тестирования студентов факультета математики и информационных технологий по дисциплине «Основы информационных технологий» по теме «Современные информационные технологии». В таблице представлены статистические характеристики исходного теста и теста, из которого исключены три вопроса с отрицательным индексом дискриминации.

Статистический показатель	Исходный тест	Тест с исключенными заданиями
Средняя оценка первых попыток	78,9%	78,5%
Медиана оценок	80,0%	78,8%
Стандартное отклонение	14,3%	15,7%
Оценка асимметрии распределения	-0,520	-0,827
Оценка распределения эксцесса	0,197	0,469
Коэффициент внутренней согласованности	80,8%	82,8%
Соотношение ошибок	43,8%	41,5%
Стандартная ошибка	6,2%	6,5%
Среднее значение индекса легкости заданий	78,88%	78,53%
Среднее значение стандартного отклонения заданий	36,97%	36,90%
Среднее значение индекса дискриминации заданий	31,33%	35,78%

В целом предложенный тест достаточно легкий: большинство вопросов имеет индекс легкости более 60%, для самого сложного тестового задания индекс легкости равен 39,1%. В тесте имеются два вопроса, на которые все студенты ответили правильно, для этих вопросов индекс дискриминации не рассчитывается. Среднее значение и медиана оценок близки, то есть результаты тестирования достаточно однородны и не содержат резко выделяющихся значений.

Оценка асимметрии и эксцесса показывает распределение оценок, близкое к нормальному, стандартное отклонение входит в интервал 12–18%, то есть оценки равномерно распределены в интервале варьирования и тест обладает достаточной дифференцирующей способностью. Коэффициент внутренней согласованности и соотношение ошибок в исходном тесте являются удовлетворительными, величина стандартной ошибки позволяет определить реальные оценки за тест с допуском в 6,2%. Исключение из теста трех «сомнительных» заданий ведет к улучшению статистических характеристик теста по всем параметрам, кроме показателей асимметрии и эксцесса, значения которых все же остаются в рекомендованных пределах. Тем не менее, анализ статистических характеристик теста показывает необходимость добавления в тест трудных заданий и замены заданий с индексом дискриминации менее 30%.

Заключение. Критериально-ориентированный тест должен включать в себя задания различной сложности, в том числе трудные задания с индексом легкости меньше 20%. В нормативно-ориентированный тест имеет смысл включать задания средней сложности с индексом легкости 50%–70%. В тест желательно включать те вопросы, для которых величина стандартного отклонения выше 30%, в качестве нижней границы включения заданий в тест в исключительных случаях можно принять значение 20%. В противном случае задание должно быть исключено из теста, так как оно не обладает достаточной дифференцирующей способностью. Базу тестовых вопросов нужно формировать с учетом будущего отсева слабых и «парадоксальных» тестовых заданий. В системе дистанционного обучения Moodle для исключения вопросов можно использовать присвоение им максимального балла, равного нулю в режиме редактирования теста с последующим пересчетом статистических показателей.

Таким образом, встроенный в систему дистанционного обучения Moodle инструментарий получения статистических показателей теста в целом и тестовых заданий в частности является эффективным инструментом для контроля качества и совершенствования тестовых материалов.

1. Чельшкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов / М.Б.Чельшкова. – М.: Логос, 2002. – 410 с.
2. Малиновский В.В., Чиркина А.А. Сравнительный анализ характеристик тестовых заданий, уровня подготовленности абитуриентов и успеваемости студентов // Веснік ВДУ. – 2013 – №1(73). – С. 63-69.
3. Quiz report statistics: сайт СДО Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://docs.moodle.org/dev/Quiz_report_statistics. Дата доступа: 29.01.2021.

АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ОЛИМПИАДАМ И КОНКУРСАМ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ И ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

*В.В. Шедько, С.А. Шпаков
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

В Интернете проводится огромное количество олимпиад и конкурсов в различных отраслях науки и сферах деятельности. Данные олимпиады можно рассматривать как компонент дистанционного обучения. Методическим аспектам и особенностям использования сетевых технологий в подготовке студентов к олимпиадам и конкурсам по программированию и информационным технологиям посвящена данная работа.

Современные технологии позволяют перенести традиционные формы подготовки к олимпиадам и конкурсам в дистанционную среду, делают этот процесс коммуникативным, продуктивным и интенсивным, что особенно актуально в свете ограничений, связанных с пандемией. Основная цель работы – исследовать методические особенности использования сетевых технологий при подготовке к олимпиадам и конкурсам, во-первых, для студентов сравнительно со школьниками, во-вторых, по программированию и информационным технологиям относительно других областей.

Материал и методы. Основным материалом по теме данного исследования – многолетний практический опыт авторов, а также информация сети Интернет, сайты, сетевые сервисы. Основными методами исследования являются поиск, анализ и синтез информации.

Результаты и их обсуждение. В подготовке студентов и школьников к различным олимпиадам очень много общего [4]. Сетевые технологии, применяемые в этом [1] процессе, одина-