

Возможности применения электронного ресурса на платформе MOODLE в курсе Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Устинова Ирина Георгиевна

Доцент, к.т.н., кафедра высшей математики и математической физики,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Пр. Ленина, 30, г. Томск, 634050,
igu@tpu.ru

Лазарева Елена Геннадьевна

Доцент, к.ф.м.н., кафедра общей математики,
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Пр. Ленина, 36, г. Томск, 634050,
lazareva@math.tsu.ru

Аннотация

Обсуждается один из аспектов информационно – коммуникационных технологий: применение электронного ресурса на платформе MOODLE в изучении курса линейной алгебры и аналитической геометрии. Рассмотрена структура курса. Показано использование возможностей MOODLE для организации обучающего ресурса. Приведены примеры типов тестовых заданий, использованных в данном курсе. Показано, как встроенный статистический аппарат результатов тестирований в MOODLE может быть использован для повышения эффективности применения курса в процессе обучения.

We discuss one aspect of information - communication technologies: the use of an electronic resource on the MOODLE platform in the course of the study of linear algebra and analytic geometry. We consider the structure of the course. Displaying the use of MOODLE opportunities for the organization of a training resource. Examples of the types of tests used in this course. It is shown as a built-in statistical machine test results in MOODLE can be used to enhance the effectiveness of the course in the learning process.

Ключевые слова

электронный ресурс, тест, тестовое задание, статистические результаты тестирований, легкость задания, индекс дискриминации задания
electronic resource, test, test task, the results of statistical tests, assignments ease
Index discrimination task

Введение

Переход системы высшего профессионального образования в РФ на федеральные образовательные стандарты третьего поколения предполагает обязательное использование компьютерной техники и компьютерных технологий в учебном процессе. Мы рассмотрим только один из аспектов информационно – коммуникационных технологий: применение электронного ресурса на платформе MOODLE при изучении курса линейной алгебры и аналитической геометрии. Дисциплина «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» (ЛААГ) относится к общеобразовательным предметам и знания, полученные студентами в процессе

изучения данного курса, потребуются им для других общеобразовательных и специальных дисциплин. Курс линейной алгебры и аналитической геометрии изучается студентами первого курса в первом семестре, а специальные дисциплины начинаются только на третьем курсе. Поэтому многие студенты воспринимают данный предмет как абстрактный и считают, что его изучение не повлияет на их компетенции. Поэтому, для реализации компетентного подхода при изучении данной дисциплины нужны новые методы и методики. Одна из возможностей реализовать компетентный подход в обучении в курсе ЛААГ связана с использованием платформы MOODLE (модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда) для создания и проведения регулярных тестирований не только с контролирующей функцией, но и с обучающей [1].

Возможности MOODLE в изучении курса ЛААГ

В последние годы мы все чаще с тревогой наблюдаем у наших студентов снижение уровня восприятия математических теорий и методов. Уменьшается количество аудиторных часов, выделяемых на изучения курса ЛААГ. Поэтому становится актуальным управление самостоятельной работой студентов, а также более рациональное использование аудиторного времени. Для решения этих задач мы используем в учебном процессе электронный обучающий ресурс. Весь обучающий материал в виде электронного курса выкладывается на учебном MOODLE-портале вуза [2]. Студенты записываются на данный курс и имеют доступ к нему со своим логином и паролем. Для создания электронного курса, мы используем следующий инструментарий "MOODLE": глоссарий, лекции, видеолекции, семинар, форум, чат, анкета, тест и др. Существует возможность общаться со студентами, записанными на курс, посредством рассылок файлов и личных сообщений. Доступ в электронный ресурс возможен с любого компьютера, подключенного к сети Интернет. Эти возможности позволяют активизировать познавательную деятельность студентов.

Приведем структуру нашего электронного ресурса [3]. Весь учебный материал поделен на 4 модуля:

Тема 1. Элементы линейной алгебры,

Тема 2. Векторная алгебра,

Тема 3. Элементы теории линейных пространств и линейных операторов,

Тема 4. Аналитическая геометрия.

Каждый модуль структурирован и содержит материалы к каждому занятию, задания для самостоятельной работы и итоговые задания по теме. К каждому занятию предлагается теоретический материал в виде элемента MOODLE «книга» и проверочный тест, позволяющий обучающемуся оценить, насколько он понял теоретический материал. Такие тесты по теории студенты должны пройти в качестве подготовки к практическому занятию, что позволяет им осмыслить теоретические знания, полученные на лекции.

К итоговым заданиям по каждой теме относятся: примерный вариант контрольной работы в виде теста, список задач для подготовки к контрольной работе по теме, итоговый тест по теме (для получения наименьшей оценки, позволяющей зачесть тему), список домашних заданий по теме, индивидуальные задания по теме по вариантам (каждому студенту – свой вариант задания), MOODLE-элемента «семинар» по оцениванию решения индивидуального задания, MOODLE-элемента «задание» для групповой самостоятельной работы по теме, дополнительные материалы (список литературы, ссылки на внешние источники по теме).

Остановимся подробнее на методике работы с индивидуальным заданием и с групповым заданием. Индивидуальное задание каждый обучающийся решает

письменно, фотографирует решение и прикрепляет файлы как свой ответ в элементе MOODLE «семинар». По окончании срока принятия работ семинар переходит в фазу оценивания работ. В этой фазе каждый, кто представил свою работу, получает работу другого студента из этого семинара и должен ее оценить. При этом каждый оценивающий пишет небольшую рецензию на представленную ему для оценки работу. В результате студенты получают опыт критического подхода к имеющемуся решению задачи и более внимательно изучают тему. Преподаватель не проверяет решения индивидуальных заданий, но проверяет оценивание работ. Групповое задание предлагается для групп студентов, состоящих из трех человек, и рассчитано на обучающихся, которые не разобрались в теме. Группы сформированы так, чтобы один из членов группы мог помочь другим решить задания. Проверяет групповое задание преподаватель. Если отстающих студентов по теме нет, то группы не формируются и групповое задание не выполняется.

Отметим важные моменты методики использования MOODLE-курса ЛААГ: курс вписан в рейтинговую систему оценки достижений студентов, которая является частью внедренной в Томском политехническом университете системы менеджмента образовательного процесса [4, 5]. Поэтому студенты заинтересованы в получении баллов за прохождение курса. Однако основной вес при оценивании знаний студентов имеет аудиторная контрольная работа, причем этот вес возрастает при продвижении по курсу (10 баллов из 16 за тему 1, 10 баллов из 13,5 за тему 2, 12 баллов из 14 за тему 3, 12 баллов из 14 за тему 4). Только для студентов, не получивших зачет за контрольную работу, написанную в аудиторное время, предлагается итоговый тест по теме в MOODLE.

Таким образом, основная цель курса – обучающая, что отражается как на содержании тестовых заданий [6], так и на условиях их выполнения: неограниченное количество попыток, выставление оценки – по лучшей попытке. Мониторинг степени усвоения учебного материала и контроль отстающих студентов осуществляется с помощью контролирующих тестов [7] (примерный вариант контрольной работы в виде теста, итоговый тест по теме), которые позволяют быстро и объективно оценить возможности большого числа обучающихся.

Некоторые типы тестовых заданий в "MOODLE" и организация тестирования

Рассмотрим некоторые типы тестовых заданий системы "MOODLE", которые мы использовали для создания обучающих и контролирующих тестов [8].

1. Вопрос типа «вложенные ответы» предполагает выбор правильного ответа из списка предложенных вариантов. При настройке оценивания возможен положительный, нулевой или отрицательный балл.
2. Вопрос типа «короткий ответ» позволяет формулировать такие задания, в которых в качестве ответа выступает слово, словосочетание или последовательность чисел. При создании такого рода вопросов необходимо четко указывать, в какой форме следует вводить ответ и учитывать все возможные правильные ответы. При настройке оценивания возможен только неотрицательный балл.
3. Простой вычисляемый вопрос задается в виде запрограммированной формулы со случайными параметрами, которые выбираются из заранее заданной последовательности равномерно распределенных случайных чисел. Это задание является вариативным, то есть при каждом запуске теста студент получает задание с другими параметрами. Ответ вводится с клавиатуры. При настройке оценивания возможен только неотрицательный балл.

4. Вопрос на установление соответствия предполагает, что ответ на каждый из нескольких выдвинутых вопросов должен быть выбран из списка возможных ответов и перетаскиванием размещается в нужном месте задания. Такие виды вопросов очень удобны при подготовке студентов к практическому занятию. Они позволяют акцентировать внимание студентов на тех формулах и утверждениях, которые будут использоваться при решении практических задач. При настройке оценивания автоматически выставляется балл, возможен только неотрицательный.
5. Задание типа «верно – неверно» позволяет проверить знание основных определений и теорем, а также наличие простейших вычислительных навыков. При настройке оценивания автоматически выставляется балл, возможен только неотрицательный.
6. Задание типа «множественный выбор», «множественный вычисляемый» предполагает выбор одного или нескольких правильных ответов из предложенных. При настройке оценивания этого задания необходимо давать отрицательные баллы за неправильные ответы, т.к. иначе тестируемый может выбрать все ответы и получить высший балл. При этом, если тестируемый выбрал только неправильные ответы, то балл за вопрос будет отрицательным.
7. Задание типа эссе используется в случае, если требуется проверить ход решения задачи. При настройке оценивания возможен только неотрицательный балл.

Мы стараемся избегать заданий типа эссе, так как целью создания электронного ресурса является в том числе освобождение преподавателя от рутинной работы по проверке типовых заданий.

Все созданные вопросы хранятся в банке заданий, каждый в своей категории. При запуске теста вопросы из категории выбираются случайным образом, а с учетом того, что при создании заданий мы стараемся использовать случайные параметры, то каждый студент при каждом запуске получает различные задания теста. В контролирующих тестах студент имеет возможность проходить тест неоднократно, но каждая его попытка оценивается отдельно. В качестве итогового балла преподаватель может выбрать любой (высший, среднее арифметическое, балл первой попытки, низший балл, можно начислять штрафные баллы). Мы обычно устанавливаем период доступа к тесту, по завершении которого тест становится недоступным. Это организует студентов и стимулирует заранее готовиться к практическим занятиям. В MOODLE имеется возможность переноса баллов студентов в электронный журнал, что тоже очень облегчает работу преподавателя. В MOODLE возможны различные формы отчетности. Можно проследить результаты тестирования всех участников по группам, а так же каждого студента в отдельности. Это позволяет определить, какие задания вызвали наибольшие затруднения и построить обучающую траекторию таким образом, чтобы ликвидировать пробелы в знаниях студентов. В MOODLE можно отследить не только работу каждого студента с тестами, но и открывал ли он лекции, а также, сколько по времени занял у него этот вид деятельности [9].

Использование статистических показателей результатов тестирования в MOODLE

Статистические показатели результатов решений тестовых заданий в системе MOODLE, могут быть использованы для оценки качества электронного ресурса [10]. Начнем с графического и численного представления результатов тестирований в MOODLE.

На рисунке 1 представлены результаты прохождения одного и того же теста

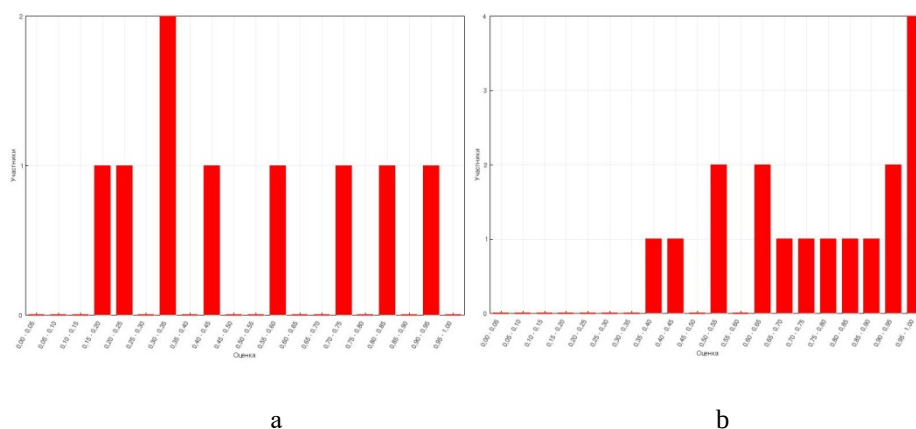


Рис. 1. результаты прохождения теста

студентами разных групп Томского политехнического университета с разным уровнем подготовки. На рис. 1а – результаты студентов группы 2, 1б – группы 10. На представленных гистограммах по горизонтали отложены диапазоны оценок в баллах, а по вертикальной оси – количество студентов, получивших балл в заданном диапазоне. Такие гистограммы формируются MOODLE автоматически.

Также данной системой автоматически считается средняя оценка, например, первых попыток. Для слабой группы это значение равно 57.75, а для сильной 71.56. Проанализировав средние значения за все тесты и по всем 14 группам, мы выявили самую сильную и самую слабую группы. Сильные группы – имеют наивысший средний балл по каждому тесту после первой попытки (см. табл. 1)

Таблица 1

группа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0.66	0.8	0.82	0.74	0.45	0.8	0.7	0.74	0.65	0.41	0.33	0.46	0.55	0.5	0.57	0.37
2	0.66	0.8	0.82	0.74	0.45	0.8	0.7	0.74	0.65	0.39	0.18	0.57	0.4	0.42	0.59	0.33
3	0.85	0.8	0.82	0.74	0.45	0.8	0.7	0.74	0.65	0.43	0.39	0.56	0.55	0.5	0.53	0.41
4	0.6	0.8	0.82	0.74	0.45	0.8	0.7	0.74	0.65	0.48	0.17	0	0.58	0.66	0.68	0.43
5	0.79	0.8	0.82	0.74	0.45	0.8	0.7	0.74	0.65	0.54	0.39	0.49	0.55	0.6	0.64	0.56
6	0.75	0.8	0.82	0.74	0.45	0.8	0.7	0.74	0.65	0.69	0.66	0.62	0.63	0.72	0.82	0.59

7	0. 82	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 74	0. 6	0. 64	0. 73	0. 73	0. 75	0. 56
8	0. 75	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 66	0. 42	0. 54	0. 54	0. 66	0. 75	0. 65
9	0. 7	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 64	0. 45	0. 39	0. 56	0. 73	0. 81	0. 51
10	0. 8	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 68	0. 7	0. 68	0. 7	0. 8	0. 84	0. 55
11	0. 79	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 63	0. 5	0. 46	0. 71	0. 77	0. 71	0. 63
12	0. 77	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 66	0. 63	0. 65	0. 69	0. 76	0. 77	0. 58
13	0. 69	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 63	0. 49	0. 62	0. 56	0. 63	0. 59	0. 59
14	0. 75	0. 8	0. 82	0. 74	0. 45	0. 8	0. 7	0. 74	0. 65	0. 59	0. 57	0. 68	0. 72	0. 77	0. 73	0. 61

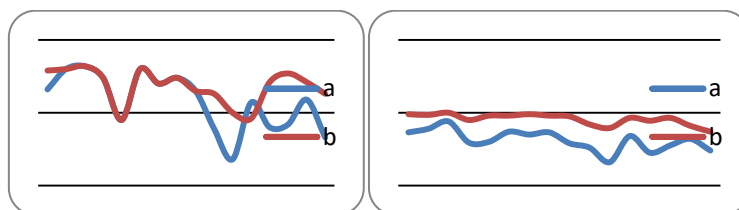


Рис. 2. Разброс средних тестовых баллов

На рис. 2 представлен разброс средних тестовых баллов студентов групп 2, 10. На первом рисунке представлены баллы выбранных групп за первые попытки, а на втором – средние баллы по всем попыткам.

Удобным инструментом оценки качества теста и отдельных заданий является индекс легкости L (facility index) [11], который показывает, какая часть студентов ответила правильно на анализируемый вопрос или задание теста. Индекс легкости

для i -го задания определяется формулой $L = \frac{\bar{x}_i}{x_i(\max)}$, где $\bar{x}_i$ – среднее значение

набранных студентами баллов за i -е задание, $x_i(\max)$ – максимально возможный балл за i -е задание. Этот индекс представлен в отчетах MOODLE в процентном представлении. Существует рекомендация [12], что заданий с индексом легкости, близким к единице или к нулю, следует избегать, так как в первом случае эти задания легкие, на эти задания все студенты ответили правильно, а во втором слишком сложные. Однако при анализе данного показателя следует учитывать уровень

подготовки студентов, проходивших тестирование. Проанализировав наши тестовые задания, мы установили, что было бы неправильно исключить задания с индексом легкости 1, так как имеются более слабые группы, в которых это значение индекса легкости не достигается. Более того, мы обнаружили задания с отрицательным индексом легкости (после первой попытки выполнения задания). Это нас неприятно удивило. Оказалось, что это задание типа «множественный выбор» с одним правильным ответом из 11. Оценивание этого задания было настроено так, что за неправильно данный ответ студент получал минус 100% от балла за правильный ответ. Мы считаем, что отрицательные баллы за неправильные ответы нужно выставлять очень осторожно, иначе студент, сделавший попытку ответить на такой вопрос, оказывается в худшем положении, чем студент, вовсе не отвечавший. Отрицательный балл за задание снижает мотивацию проходить тест и создает ощущение несправедливой оценки, т.к. снижается общий балл за тест. Стоит отметить, что студенты признают: им не всегда понятны принципы оценивания тестовых заданий в MOODLE.

Еще один полезный показатель – это стандартное отклонение (standard deviation), которое характеризует отклонение оценок, полученных за данное задание, от среднего значения. Если для какого-либо задания этот показатель равен нулю, то это означает, что все испытуемые получили одинаковый балл за это задание. Такое задание считается неудачным [13]. Заметим, что имеет значение именно первая попытка прохождения теста. В нашем курсе обнаружилось 7 тестовых вопросов со средним значением 100% (т.е. их решили все с первой попытки) и нулевой дисперсией. Эти вопросы мы решили исключить из банка тестовых заданий (всего в банке 1370 заданий). Других заданий с нулевой дисперсией нет.

Наконец, рассмотрим индекс дискриминации (discrimination coefficient) [14]. Индекс дискриминации показывает, насколько данное тестовое задание адекватно всему тесту. Фактически, этот показатель рассчитывается как коэффициент корреляции r , умноженный на 100%. Здесь

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N\sigma_x\sigma_y},$$

где x_i – балл i -го студента за конкретное задание, $\bar{x}$ – среднее значение баллов за конкретное задание, y_i – балл i -го студента за тест в целом, $\bar{y}$ – среднее значение баллов за тест в целом, N – число студентов, σ_x , σ_y – среднее квадратическое отклонение по x и по y соответственно. То есть r – корреляция между множеством баллов, полученных студентами при выполнении некоторого конкретного задания и результатом выполнения ими всего теста.

На рис. 3 представлены результаты тестирования по теме «Системы линейных однородных уравнений» для студентов группы 2, где (а) – баллы за тест в целом и (b) – баллы за пятый вопрос теста.

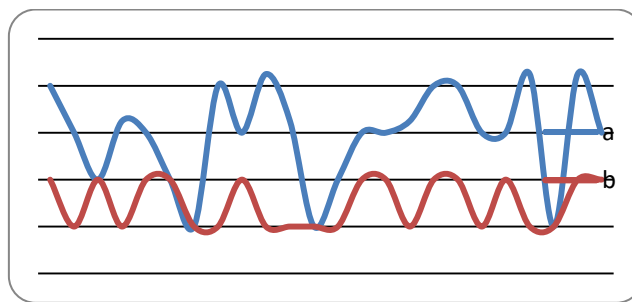


Рис. 3. Результаты тестирования

Коэффициент корреляции r равен 0,209, что указывает на то, что данное тестовое задание приемлемо для данного теста [13]. Отрицательное значение коэффициента указывает, что оценка студентов за данный вопрос не адекватна оценке за весь тест. Например, мы обнаружили, что один из вопросов теста 4 темы 4 имеет отрицательный индекс дискриминации, в отличие от других аналогичных вопросов. Выяснилось, что в формулировке этого вопроса использовались параметры кривой, не являющиеся целыми числами. В других вопросах параметры целые. По-видимому, в этом причина отрицательного индекса дискриминации.

Заключение

В заключение, подведем некоторые итоги проделанной работы. Была предпринята попытка сравнить легкость отдельных заданий и тем курса по статистическим данным MOODLE. Но мы столкнулись с тем, что рассчитываемая в MOODLE легкость заданий сильно зависит от запрограммированных баллов в системе оценивания. Поэтому впредь мы будем обращать больше внимания на этот момент создания тестового вопроса и исправим систему оценивания в заданиях с отрицательной легкостью. Можно сделать вывод, что легкость, рассчитываемая в MOODLE, не позволяет сравнивать неоднородные задания, тесты и темы, а может быть использована для коррекции настроек заданий.

Важное значение имеет нулевое стандартное отклонение. Вопросы с этим показателем стоит убирать из курса либо использовать только в обучающих тестах, но не в контрольных. Вопросы, получившие 100% верных ответов с первой попытки, говорят о том, что заложенное в них содержание абсолютно понятно обучающимся. Таких вопросов оказалось больше всего в тесте 4 темы 4, из чего мы сделали вывод, что этот тест необходимо переделать.

Отрицательный или близкий к нулю индекс дискриминации тестовых вопросов показывает, что оценка студентов за данный вопрос не адекватна оценке за весь тест. Это возможно по следующим причинам: данный вопрос сильно отличается от других вопросов задания по форме или содержанию либо неправильно запрограммирован ответ на вопрос. Все такие вопросы подлежат дополнительной проверке.

Таким образом, статистические характеристики, вычисляемые в MOODLE, полезны, но каждый раз необходимо разбираться, почему та или иная величина принимает «неприемлемое» значение.

В результате нашего исследования курс ЛААГ был улучшен: были убраны несущественные задания, изменен слишком легкий тест, исправлены настройки

оценивания. По нашему мнению, в этом и заключается основной смысл изучения статистических данных тестирований.

Отметим, что в системе MOODLE имеется гораздо больше разнообразных статистических параметров, чем рассмотрено в данной работе. В частности, возможен анализ времени решения тестовых заданий, а также полный отчет по каждому студенту результатов его деятельности в электронном курсе. Анализ этих данных можно проводить, поставив определенные цели, например, для изучения активности студентов в темах курса.

Заметим, что мы не ставим целью заменить традиционные лекции и практические занятия на электронный ресурс, ибо невозможно полноценно заменить непосредственный диалог преподавателя и студента, в ходе которого рождается знание. Однако, на наш взгляд, электронный ресурс является удачным дополнением к традиционным методам обучения. Важным преимуществом использования электронных образовательных ресурсов является то, что студенты сами планируют время работы в электронной среде. Подтверждением удобства этой технологии является большая активность студентов в курсе, а также отсутствие требований отменить дистанционную форму обучения. Более того, студенты обращаются с просьбами создать подобные курсы по другим дисциплинам!

Таким образом, на примере курса Линейной алгебры и аналитической геометрии мы убедились, что платформа MOODLE предоставляет широкие возможности для обучения и контроля студентов, а также позволяет проводить исследования тестовых заданий с целью повышения эффективности использования курса в процессе обучения.

Литература

1. MOODLE. URL: <http://MOODLE.org> (дата обращения 3.02.2016)
2. stud.lms.tpu.ru
3. Imas, O.N., Kaminskaya, V.S, Sherstneva A.I.: Teaching Math through Blended Learning. International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), 20-24 September 2015, Florence, Italy, pp. 511-514, (2015).
4. Sherstneva, A.I., Imas, O.N., Galanova, N.Yu., Tran V.T.: Influence of Evaluation System on Effectiveness of Foreign Students' Mathematical Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 215, pp. 181–184 (2015).
5. Буланова Т.В., Стародубцев В.А., Шамина О.Б. Педагогический дизайн информационной учебной среды // *Проблемы информатики*. 2012. № 5 (17). С. 208-212.
6. Лазарева Е. Г., Устинова И. Г., Подстригич А. Г. Использование тестирующих программ в процессе обучения высшей математике // *Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin)*. 2012. Вып. 7 (122). 217–222.
7. Аванесов В.С. Применение тестовых форм в e-Learningc проведением дистракторного анализа // *Образовательные технологии*. 2013. № 3. – 125–135.
8. A. Lopes, M. Babo, J. Azevedo Teaching and learning mathematics using MOODLE. *Proceedings* ISBN: 978-84-612-0190-7, March 2008.
9. Blanco AM, Ginovart GM. On how moodle quizzes can contribute to the formative e-assessment of first-year engineering students in mathematics courses. *UniverKnowlSoc J (RUSC)* 2012;9:354-70. Available via <http://rusc.uoc.edu/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart> [Accessed 28 September 2015]

10. Ustinova I.G., Lazareva E.G. Performance criteria of learning math tests. International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), 20-24 September 2015, Florence, Italy, pp. 686-689, (2015).
11. Alejandro Pena-Ajala Educational Data Mining. Application and Trends. Springer, 2014, 467 p
12. Sim S.M, Rasiah R.I. Relationship between item difficulty and discrimination indices in true/false-type multiple choice questions of a para-clinical multidisciplinary paper. Ann Acad Med Singapore 2006;35(2):67-71.
13. Mitra N.K, Nagaraja H.S, Ponnudurai G. Judson J.P. The levels of difficulty and discrimination indices in type A multiple choice questions of preclinical semester 1 multidisciplinary summative tests. Int e-Journal of Sc Med Edu 2009; 3(1):2-7.
14. N. Rathvon Early Reading Assessment. A practitioner's hand book. The Guilford Press: NY (2004), 615 p.