

А. В. Морозова

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНЫХ ТЕСТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА МАТЕМАТИКИ В ВУЗЕ

Рассматриваются вопросы использования учебных тестов для формирования умений, систематизации знаний и контроля результатов при обучении математическим дисциплинам в НИУ ВШЭ – Пермь. Представлена технология по применению учебно-методического комплекса, состоящего из многоуровневых тематических тестов по основным разделам курса высшей математики. Автор делится опытом использования тестов в практике преподавания курса высшей математики в экономическом вузе. Предлагается применять учебные тесты не только для контроля результатов обучения, но и как средство обучения, а также для организации самостоятельной деятельности студентов, в том числе их внеаудиторной работы.

Ключевые слова: *обучение математике в вузе, систематизация знаний, самостоятельная работа студентов, система тестирования, тестовые задания.*

Переход российской экономики от экспортно-сырьевого к инновационному социально ориентированному типу развития ставит перед государством ряд социальных и институциональных проблем, среди которых отмечены недостаточное развитие национальной инновационной системы, слабая взаимосвязь образования, науки и бизнеса. Формирование инновационной экономики означает превращение интеллекта и творческого потенциала человека в ведущий фактор роста национальной конкурентоспособности и производственного капитала. Качество профессиональных кадров является важным показателем, отвечающим за уровень конкурентоспособности современной экономики государства. В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, отмечается, что одним из главных условий развития системы высшего образования является вовлеченность студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования, что позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей, ориентированных на потребности инновационной экономики знаний [1].

Главной задачей образовательной политики является создание условий для достижения высокого качества образования, которое будет соответствовать актуальным и перспективным потребностям личности, общества и государства. В связи с этим преподавателю необходимо наряду с традиционными подходами и формами организации учебного процесса разрабатывать и внедрять новые методы обучения, в том числе с использованием информационных технологий. Следует отметить, что эффективность учебного процесса зависит не только от способности преподавателя организовать и направить учебную деятельность студентов на фор-

мирование их личности и профессиональных качеств будущего специалиста, но и от характера деятельности самих студентов. Еще в XVII в. Я. А. Коменским были изложены основные принципы обучения, которые обеспечивают эффективность педагогического процесса и сегодня [2].

Важным для математического образования является принцип системности в обучении, суть которого заключается в том, чтобы знания учащихся по предмету были в системе, в основе работы преподавателя и учебной деятельности студента также была система. Вопросы систематизации знаний отражены в работах таких известных педагогов, как С. И. Архангельский, В. П. Беспалько, В. И. Загвязинский, Л. Я. Зорина, Т. А. Ильина, В. В. Краевский, Я. А. Коменский, Н. В. Кузьмина, И. Я. Лернер, М. Н. Скаткин, В. А. Сластенин, К. Д. Ушинский, П. М. Эрдниев и др.

В последнее время в системе высшего образования России широкое распространение получили новые образовательные технологии, основанные на тестировании студентов. Тесты, используемые в большей степени для автоматизированного контроля знаний, теперь становятся важным средством для разработки обучающих программ и организации учебного процесса. Возможности применения тестовых форм для организации педагогического процесса, для контроля знаний и умений и их формирования, принципы построения тестовых заданий, преимущества и недостатки тестирования рассмотрены в работах В. С. Аванесова, В. П. Беспалько, А. Н. Майорова, А. П. Иванова, В. И. Рыжика, Е. Б. Федорова, Р. Г. Хазанкина и др. В условиях дефицита учебного времени предлагаются технологии непрерывного тестирования, предназначенные для обучения и одновременного контроля знаний студентов (Г. А. Игнатов, Г. Г. Крашенинникова и др.), при этом отмечаются следующие преимущества использования такого подхода: экономичность во времени, технологичность, гибкость

и возможность индивидуализации процесса обучения.

Цель данной работы – показать возможность использования учебных тестов для систематизации знаний и умений при обучении математическим дисциплинам, а также в организации самостоятельной работы студентов, индивидуализации и дифференциации обучения и контроля его результатов.

В 2013/14 учебном году у студентов первого курса направления «Экономика» подготовки бакалавриата при изучении дисциплины «Линейная алгебра» в организации учебного процесса для систематизации знаний и контроля учебной деятельности был внедрен комплекс учебных тестов [3]. Согласно рабочему учебному плану на изучение курса было отведено 108 часов, из них аудиторных часов – 62, 30 часов из которых лекции и 32 часа – семинарские занятия, и 46 часов – на самостоятельную (внеаудиторную) работу. Учебно-тематический план дисциплины содержал следующие разделы: элементы линейной алгебры, элементы аналитической геометрии.

В начале педагогического эксперимента были сформированы две группы: контрольная (18 человек) и экспериментальная (18 человек). При организации семинарских занятий и самостоятельной учебной деятельности студентов, внеаудиторной в том числе, в контрольной группе применялась традиционная система обучения, а в экспериментальной – с использованием комплекса учебных тестов.

Гипотеза проводимого эксперимента заключалась в предположении, что использование комплекса учебных тестов в учебном процессе при изучении курса «Линейная алгебра» способствует приведению математических знаний и умений студентов в систему.

На констатирующем этапе педагогического эксперимента был проведен анализ результатов ЕГЭ по математике для выявления различий начального уровня математических знаний студентов, участвующих в эксперименте (табл. 1).

Таблица 1
Баллы ЕГЭ по математике студентов на констатирующем этапе экспериментального исследования

Экспериментальная группа		Контрольная группа	
Номер студента по списку	Результат ЕГЭ по математике, баллы	Номер студента по списку	Результат ЕГЭ по математике, баллы
1	74	1	70
2	60	2	72
3	63	3	63
4	77	4	63

5	72	5	68
6	63	6	77
7	72	7	74
8	83	8	75
9	63	9	72
10	72	10	81
11	60	11	70
12	74	12	72
13	56	13	56
14	54	14	56
15	70	15	56
16	74	16	58
17	70	17	79
18	74	18	63

Сравнивая средний балл ЕГЭ по математике (в контрольной группе он составил 68,1, в экспериментальной – 68,4), можно сказать, что начальный уровень математической подготовки студентов обеих групп одинаков. Проверим этот вывод, применяя статистический непараметрический метод.

По алгоритму U -критерия Манна – Уитни [4, с. 50] за данные первой выборкой были взяты баллы ЕГЭ по математике экспериментальной группы, а второй выборки – баллы контрольной группы. Сформулируем две альтернативные гипотезы: H_0 – различие между баллами ЕГЭ по математике в экспериментальной и контрольной группах является несущественным, H_1 – различие между баллами ЕГЭ по математике в экспериментальной и контрольной группах является существенным. Табличное значение при допущении возможности риска сделать ошибочное суждение в одном случае из ста (уровень значимости равен 1 %, или $\alpha = 0,01$) составляет $U_{кр} = 88$ [5, с. 318]. Так как полученное эмпирическое значение ($U_{эмп} = 158$) превышает табличное, то гипотеза о незначительности различий между баллами ЕГЭ по математике двух групп принимается.

Следовательно, различия в уровне математических знаний студентов, участвующих в педагогическом эксперименте на констатирующем этапе, можно считать несущественными.

В дальнейшем при изучении учебного материала «Линейная алгебра» на формирующем этапе в экспериментальной группе для систематизации знаний и умений был организован учебный процесс с использованием комплекса тематических тестов [3]. На семинарских занятиях усвоение и закрепление теоретического лекционного материала основывалось на разборе представленных в учебном пособии примеров и тестовых заданий. По каждому учебному разделу курса «Линейная алгебра» предлагались тематические тесты трех уровней сложности, каждый из которых состоял из 10 или 15 заданий. Задания в вариантах расположены по принципу параллельности, а также по возрастанию уровня сложности, что способствовало более

качественному усвоению и закреплению учебного материала.

Отработка полученных навыков и умений по каждой теме дисциплины осуществлялась в процессе решения тематических тестов на практических занятиях и при выполнении домашних самостоятельных заданий из указанного пособия, которые регулярно проверялись преподавателем. Также практически на каждом семинаре проводился мини-контроль в форме теста, состоящий из 10 заданий, на выполнение которых отводилось 20–25 минут. Задания генерировались из математической базы тестовых заданий, созданной и ежегодно пополняемой преподавателями кафедры высшей математики НИУ ВШЭ – Пермь. Для выполнения самостоятельной внеаудиторной работы студентов была реализована система непрерывного тестирования в индивидуальной автоматизированной системе контроля и знаний (ИАСКЗ) «Траектория», действующая в НИУ ВШЭ – Пермь и направленная на систематизацию знаний и на повышение уровня математических знаний студентов.

На первом семинарском занятии преподаватель знакомит студентов с требованиями и условиями успешного освоения учебного материала и выполнения рейтинговых контрольных работ в балльно-рейтинговой системе, принятой в НИУ ВШЭ – Пермь. Объясняет алгоритм подсчета баллов за работу на семинарах по окончании курса «Линейная алгебра». Учитываются следующие компоненты: средний балл выполнения мини-контролей на семинарах, регулярное выполнение домашних заданий, систематические тестирования в ИАСКЗ «Траектория». Для выполнения тестов в ИАСКЗ каждому студенту были выданы индивидуальные коды доступа и разъяснены правила работы на сайте <http://trajectory.hse.perm.ru>. Обращалось внимание на то, что проходить тестирование в ней можно в любое удобное для студента время из любого места, имеющего доступ в Интернет. Количество попыток выполнить тест по одной и той же теме учебной дисциплины не ограничено. По завершении тестирования студент может ознакомиться с результатами выполнения теста и сделать работу над ошибками по неверно решенным заданиям самостоятельно или обратиться за помощью к преподавателю. Отмечалось, что данные о количестве посещений на сайте ИАСКЗ, продолжительности тестирований, тематике теста и индивидуальные результаты студентов при каждом тестировании в системе автоматически фиксируются и генерируются в еженедельные отчеты для преподавателя.

После каждого семинара преподаватель оговаривал темы учебных тестов, которые студенты должны прорешать в ИАСКЗ. Напоминал о том, что будет осуществляться еженедельный контроль

за выполнением студентами самостоятельной работы. Анализируя результаты работы учащихся в системе «Траектория», преподаватель имеет возможность контролировать их внеаудиторную самостоятельную работу в течение всего курса, видеть общую картину: как усвоена тема в группе, какова подготовленность отдельных студентов, на что следует еще раз обратить внимание при изучении темы. Особенно важным является и то, что преподаватель может проводить индивидуальную работу с каждым студентом, организуя и корректируя процесс его самостоятельной работы на протяжении всего курса.

В течение всего курса согласно рабочему плану были проведены две рейтинговые контрольные работы в тестовой форме. Каждая работа состояла из 30 заданий, порядка 20 заданий из которых (из них 13–15 заданий являлись типовыми) относились к обязательной части, остальные – к необязательной (задачи повышенного уровня). Успешное выполнение заданий обязательной части определяло уровень базовых математических знаний, усвоенных студентами при изучении учебных разделов курса. Задания необязательной части были предназначены для проверки более глубоких знаний и развития творческих и профессиональных умений. Результаты рейтинговых контрольных работ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты рейтинговых контрольных работ на формирующем этапе экспериментального исследования

Группа	Контрольная работа № 1 «Элементы линейной алгебры»	Контрольная работа № 2 «Элементы аналитической геометрии»
Экспериментальная	18,50	21,39
Контрольная	15,67	17,83

Для анализа результатов контрольных работ по алгоритму U -критерия Манна – Уитни были сформулированы две альтернативные гипотезы: H_0 – уровень успеваемости по результатам выполнения контрольной работы в экспериментальной группе не ниже уровня успеваемости по результатам выполнения контрольной работы в контрольной группе, H_1 – уровень успеваемости по результатам выполнения контрольной работы в контрольной группе ниже уровня успеваемости по результатам выполнения контрольной работы в экспериментальной группе.

Для результатов первой контрольной работы эмпирическое значение составило $U_{эм} = 106$. Так как $U_{эм} < U_{кр}$ ($U_{кр} = 109$ при уровне значимости 0,05), то гипотеза H_0 отвергается и имеются основания принять альтернативную гипотезу H_1 о том,

что уровень успеваемости по результатам выполнения контрольной работы в контрольной группе ниже уровня успеваемости по результатам выполнения контрольной работы в экспериментальной группе.

После анализа результатов второй контрольной работы также была принята альтернативная гипотеза о том, что уровень успеваемости студентов в контрольной группе ниже уровня успеваемости студентов в экспериментальной группе.

На контрольном этапе экспериментального исследования были проанализированы результаты экзаменационной работы. Экзаменационная работа также была проведена в форме теста (30 заданий, время выполнения 75 минут). Средний балл по результатам выполнения теста в экспериментальной группе составил 19,67, в контрольной – 17,22. По U -критерию Манна – Уитни были сформулированы две альтернативные гипотезы: H_0 – уровень успеваемости по результатам экзаменационной работы в экспериментальной группе не ниже уровня успеваемости по результатам экзаменационной работы в контрольной группе, H_1 – уровень успеваемости по результатам экзаменационной работы в контрольной группе ниже уровня успеваемости по результатам экзаменационной работы в экспериментальной группе. Полученное эмпирическое значение ($U_{эм} = 104$) позволило принять альтернативную гипотезу о том, что уровень успеваемости по результатам экзаменационной работы в контрольной группе ниже уровня успеваемости по результатам экзаменационной работы в экспериментальной группе.

Следовательно, в результате формирующего этапа педагогического эксперимента произошли достоверные изменения, подтверждающие выдвинутую в начале эксперимента гипотезу о том, что использование комплекса учебных тестов в учебном процессе при изучении курса «Линейная алгебра» способствовали систематизации математических знаний и умений студентов.

В работах [6, 7] представлены результаты апробации внедрения технологии организации и контроля самостоятельной работы студентов, основанной на непрерывном тестировании, которая была реализована при обучении математическим дисциплинам в НИУ ВШЭ – Пермь в 2012/13 учебном году у студентов первого курса, обучающихся по направлению «Экономика». В начале учебного года студенты получали индивидуальные коды доступа в систему ИАСКЗ и имели возможность работать в ней в любое удобное для себя время из любого места, имеющего доступ в Интернет. Было замечено, что в силу различных причин (объективных и субъективных) студенты разделились на две группы:

первая группа активно и регулярно работала в ИАСКЗ «Траектория», вторая группа работала нерегулярно или практически не работала в системе. По итогам выполнения экзаменационной работы по окончании курса «Линейная алгебра» все студенты первой группы справились с итоговой работой, а 18,2 % студентов второй группы получили неудовлетворительные баллы. При этом больше половины студентов первой группы получили отличные оценки, а во второй группе таких студентов оказалось лишь 38,6 %.

В 2013/14 учебном году при организации внеаудиторной самостоятельной работы по математике у студентов первого курса направлений «Политология» и «История» подготовки бакалавров был проведен педагогический эксперимент по проверке гипотезы о том, что уровень математических знаний студентов-гуманитариев повысится, если в учебном процессе при организации внеаудиторной самостоятельной работы по математическим дисциплинам использовать систему учебных тестов. На формирующем этапе в контрольной группе организация самостоятельной деятельности студентов, обучающихся по направлению «История», проводилась в традиционной форме, а в экспериментальной (для студентов направления «Политология») – с использованием учебных тестов в ИАСКЗ «Траектория».

Для оценки качественного роста уровня математических знаний был применен критерий однородности χ^2 [8, с. 52]. Были вычислены эмпирические значения χ^2 : при сравнении характеристик контрольной группы до начала эксперимента и экспериментальной группы до начала эксперимента $\chi^2_{эм} = 0,48$ и при сравнении характеристик контрольной группы после окончания эксперимента и экспериментальной группы после окончания эксперимента $\chi^2_{эм} = 6,75$. Затем, сравнивая полученные значения с табличным $\chi^2_{0,05} = 5,99$, были сделаны выводы, что начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают ($\chi^2_{эм} \leq \chi^2_{0,05}$), а конечные (после окончания эксперимента) – различаются ($\chi^2_{эм} > \chi^2_{0,05}$). Таким образом, гипотеза проводимого педагогического эксперимента о том, что уровень математических знаний студентов-гуманитариев повысится, если в учебном процессе при организации самостоятельной работы по математическим дисциплинам использовать систему учебных тестов, была подтверждена.

В заключение следует отметить, что тестирование при обучении обладает огромными возможностями. Тестирование может применяться не только для контроля результатов обучения, но и непосредственно для обучения, развития мышления, систематизации знаний, воспитания профессиональной

направленности, причем все это может быть реализовано в том числе и в форме самостоятельной работы студентов. Реализуемая технология использования учебных тестов в учебном процессе при

изучении математических дисциплин способствует эффективной организации проведения семинарских занятий, контролю самостоятельной деятельности студентов, в том числе и внеаудиторной.

Список литературы

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. URL: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (дата обращения: 14.07.2015).
2. Коменский Я. А. Избранные педагогические сочинения: в 2 т. М.: Педагогика, 1982. Т. 1. 656 с.
3. Иванов А. П., Логинова В. В., Морозова А. В., Плотникова Е. Г. Линейная алгебра: тематические тесты для систематизации знаний. Пермь: Редакционно-издательский отдел НИУ ВШЭ – Пермь, 2014. 376 с.
4. Афанасьев В. В., Сивов М. А. Математическая статистика в педагогике. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2010. 76 с.
5. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: Речь, 2003. 350 с.
6. Морозова А. В., Плотникова Е. Г. Самостоятельная работа студентов: проблемы, средства организации и контроля // XV апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества: в 4 кн. М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2015. Кн. 4. С. 253–262.
7. Морозова А. В., Плотникова Е. Г. Система непрерывного тестирования при обучении математическим дисциплинам в вузе // Высшее образование сегодня. 2013. № 11. С. 73–78.
8. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях. М.: МЗ-Пресс, 2004. 67 с.

Морозова А. В., старший преподаватель.

Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики – Пермь.

Ул. Киевская, 23, Пермь, Россия, 614014.

E-mail: amorozova@hse.ru

Материал поступил в редакцию 13.09.2015.

A. V. Morozova

TECHNOLOGY OF USE OF EDUCATIONAL TESTS IN TEACHING MATHEMATICS AT HIGHER SCHOOL

The article considers the questions of the use of educational tests for the formation of the skills, systematization of knowledge and monitoring the results of teaching mathematical disciplines at National Research University Higher School of Economics – Perm branch. Presents the technology of the use of educational and methodical complex consisting of multilevel thematic tests according to the main sections of the course of the higher mathematics. The author shares the experience of using tests in teaching of a course of the higher mathematics in an economic university. It is proposed to use the educational tests not only for monitoring the results, but as a training tool for systematization of knowledge and organization of independent activity of students, including their out-of-class work.

Key words: *teaching mathematics at higher school, systematization of knowledge, independent work of students, testing system, test tasks.*

References

1. *Kontseptsiya dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda, rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 17 noyabrya 2008 g. № 1662-r* [Concepts of long-term social and economic development of the Russian Federation for the period till 2020, the order of the Government of the Russian Federation of November 17, 2008 no. 1662-r] URL: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf> (accessed 14 Juli 2015) (in Russian).
2. Komenskiy Ya. A. *Izbrannye pedagogicheskiye sochineniya: v 2 t.* [Chosen pedagogical compositions: in 2 vol.]. Moscow, Pedagogika Publ., 1982. Vol. 1. 656 p. (in Russian).
3. Ivanov A. P. Loginova V. V., Morozova A. V., Plotnikova E. G. *Lineynaya algebra: tematicheskiye testy dlya sistematizatsii znaniy* [Linear algebra: thematic tests for systematization of knowledge]. Perm, Redaktsionno-izdatel'skiy otdel NIU VShE – Perm Publ., 2014. 376 p. (in Russian).
4. Afanas'ev V. V., Sivov M. A. *Matematicheskaya statistika v pedagogike* [Mathematical statistics in pedagogics]. Yaroslavl, YaGPU Publ., 2010. 76 p. (in Russian).
5. Sidorenko E. V. *Metody matematicheskoy obrabotki v psikhologii* [Methods of mathematical processing in psychology]. Saint Petersburg, Rech Publ., 2003. 350 p. (in Russian).

6. Morozova A. V., Plotnikova E. G. Samostoyatel'naya rabota studentov: problemy, sredstva organizatsii i kontrolya [Independent work of students: problems, means of the organization and control]. *XV aprel'skaya mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva: v 4kh kn.* [XV April international scientific conference on the problems of development of economy and society: in 4 books]. Moscow, Izdatel'skiy dom NIU VSHE Publ., 2015. Kn. 4. Pp. 253–262 (in Russian).
7. Morozova A. V., Plotnikova E. G. Sistema nepreryvnogo testirovaniya pri obuchenii matematicheskimi distsiplinami v vuzе [Continuous testing system in teaching mathematical disciplines at higher school]. *Vyssheye obrazovaniye segodnya – Higher Education Today*, 2013, no. 11, pp. 73–78 (in Russian).
8. Novikov D. A. *Statisticheskiye metody v pedagogicheskikh issledovaniyakh* [Statistical methods in pedagogical research]. Moscow, MZ-Press Publ., 2004. 67 p. (in Russian).

Morozova A. V.

National Research University Higher School of Economics, Perm branch.

Ul. Kievskaya, 23, Perm, Russia, 614014.

E-mail: amorozova@hse.ru