

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.65.060>

Борисова Е.В.

Доктор педагогических наук,

Тверской государственной технической университет, г. Тверь

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ РУБЕЖНЫХ ТЕСТОВ В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ**Аннотация**

Приведены методологические основания технологии построения рубежных тестов, позволяющих оценить учебные достижения студентов в терминах компетенций и определить основные «узловые точки» изменения дидактического преломления содержания и методов реализации конкретной учебной дисциплины. Определены принципы, цели и задачи рубежного контроля, как вида систематического, пооперационного контроля. Обоснована детализация заданий рубежного теста по индикаторам на элементах таксономии Блума. Отражены организационно-педагогические особенности преподавания высшей математики в технических вузах. Приведены примеры тестовых заданий, их детализации и критериев количественной и качественной оценок показанных студентами результатов.

Ключевые слова: рубежное тестирование, компетенции, индикаторы, контроль.

Borisova E.V.

PhD in Pedagogy,

Tver State Technical University, Tver

ELEMENTS OF TECHNOLOGY FOR THE CONSTRUCTION OF HIGH-STAKES TESTS IN THE COURSE OF HIGHER MATHEMATICS**Abstract**

The methodological foundations of the high-stakes tests constructing technology are given, allowing to evaluate the students' academic achievements in terms of competences and to determine the main "key points" of the changes in the didactic refraction of the content and methods of implementing a particular academic discipline. The principles, goals and tasks of the boundary control as a kind of systematic, operational control are determined. The detailed specification of the tasks of the boundary test on the indicators on the elements of the Bloom taxonomy is grounded. The organizational and pedagogical features of teaching higher mathematics in technical universities are reflected. Examples of test tasks, their detailed elaboration and criteria for quantitative and qualitative assessments of students' results are given as well.

Keywords: boundary testing, competences, indicators, control.

Введение

Современные федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования отличаются, прежде всего, ориентацией на результат, выраженный в перечне компетенций выпускников. Инструменты педагогического контроля по освоению обучающимися образовательной программы должны обеспечивать преподавательский состав и органы менеджмента качества учебного заведения объективными и систематическими данными, необходимыми и достаточными по объему, а также оптимальными по срокам. Исходя из данного положения, следует разрабатывать и внедрять современные педагогические инструменты текущей оценки, способствующие формированию и развитию требуемых компетенций. В этой связи традиционные оценочные подходы и методы должны быть пересмотрены с позиций компетентностного подхода, а новаторские доведены до измерительных педагогических технологий, с целью практического использования. Практико-ориентированное решение этой проблемы не столь очевидно, как кажется – недостаточно в вопросах к зачетам и в экзаменационных материалах просто добавить термин «компетенция». Элементы теоретических предпосылок и пример разрешения данной педагогической задачи и отражает содержание статьи.

Существенное перераспределение времени, отведенного на освоение дисциплины, между часами аудиторных занятий и самостоятельной работы, сдвигает акценты в деятельности преподавателей на контрольную функцию и корректирующие педагогические методики. Одновременно, обостряется проблема соотношения между фундаментальностью и прикладной направленностью изучения разделов высшей математики.

Если проанализировать учебные планы по различным направлениям подготовки, то становится очевидным факт, что резервы контактных часов в них исчерпаны, значит их следует изыскивать в организационно-педагогической деятельности. В условиях современной деятельности преподавательского состава вузов помимо традиционных обязанностей педагога должны активно участвовать в создании фондов оценочных средств (ФОС) с контролем уровня формируемых компетенций обучающихся [1, С. 92]. А реализация субъект-субъектного подхода предполагает рефлексии студента не только на этапах приобретения знаний, но и в ходе контрольно-оценочных мероприятий достигнутых им результатов.

Методологическая основа построения ФОС базируется на переходе «от оценки семестровых результатов обучения к систематическому контролю, включая пооперационный контроль, что обеспечивает интегрированную оценку нескольких характеристик одновременно» [2, С. 64]. В вопросах обеспечения качества подготовки выпускников, множество современных разработок ориентированы на многообразие вводов и форм тестовых технологий, эффективность применения которых сомнений не вызывает. Вместе с тем, следует принимать во внимание широко используемые понятия, например, «способ контроля», как «совокупность типов, видов, форм, средств с помощью которых осуществляется обратная связь между студентами и преподавателями в учебном процессе» [3, С. 37]. Так, например, рубежный контроль направлен на определение уровней усвоения учебного материала по отдельным разделам или модулям, соответственно пунктам рабочей программы. Цель рубежного контроля – вскрыть причину недопонимания какого-либо элемента содержания дисциплины или недостаточного умения выполнения конкретного действия, при систематической, планируемой проверке. Задача такого контроля – оперативное управление

образовательной деятельностью обучающихся в вузе, с возможностью пошагового анализа. Он позволяет точно зафиксировать допущенные ошибки, своевременно их исправлять и корректировать дальнейшее движение по образовательной траектории. При применении традиционного подхода, состоящего в оценивании исключительно завершающего (итогового) результата (семестровый зачет или экзамен) – коррекция, как форма обратной связи, существенно затруднена.

Оценочные рубежные тесты, входящие в состав ФОС, разрабатываются на основе следующих принципов [4, С.132]:

валидность – полученные результаты адекватно отражают изучаемое качество;

надежность – демонстрация относительного постоянства, устойчивости и согласованности результатов при неоднократном использовании;

предметная направленность – соответствие объему и содержанию конкретной учебной дисциплины.

Определим единичными индикаторами формируемых компетенций, сопровождающие каждую из них знания, умения и владения. Особенностью проявлений образовательных результатов в компетентностном формате является то, что «компетенции представляют общую информацию и непосредственно неизмеримы, в то время как индикаторы отражают однозначно опознаваемую деятельность обучаемого, поддающуюся измерению» [5, С. 72]. Для каждого единичного индикатора определяются несколько видов или форм учебных заданий, по тогам выполнения которых возможно сделать вывод об уровнях достижения планируемого образовательного результата. Заметим, что в данном контексте задание – это одна из педагогических форм, ориентированная на выявление уровня достижения обучающимся планируемого результата. При разработке задания определяется его цель, а следовательно каждое из них имеет свои характеристики и назначение. По определению В.С. Аванесова: «Педагогическое задание – это средство интеллектуального развития, образования и обучения. Результат интеллектуального развития можно определить, как способность понимать, рассуждать, логически аргументировать, находить закономерности в явлениях, изменения в наблюдаемых объектах, критически оценивать мышление и деятельность» [6].

Технология построения рубежных тестов с декомпозицией учебных заданий по единичным индикаторам «знать», «уметь», «владеть» дает возможность студенту – заменить решение одной большой задачи, например, на экзамене – последовательным решением набора более простых задач. При этом преподаватель получает количественное отражение освоения элементов декомпозиции формируемой компетенции. Детализация заданий рубежного теста основана на элементах таксономии Б. Блума, согласно которой «когнитивное обучение демонстрируется воспроизведением знаний и интеллектуальных навыков: понимание информации, управление идеями, анализ и синтез данных, применение навыков, выбор среди альтернатив при решении проблемы, оценивание идеи или действий». [7]. В частности, для индикаторов компетенций, формируемых и развиваемых в курсе высшей математики, отобраны уровни их проявлений и иллюстрирующие глаголы, приведенные в таблице 1.

По яркому определению К.Гаусса: «Математика – царица наук», ее изучение неоспоримо является важным элементом в целостной системе формирования практически всего спектра компетенций современного специалиста.

Таблица 1. – Уровни проявления и их иллюстрация глаголами индикаторов компетенций

Индикаторы	Уровни проявлений	Иллюстрирующие глаголы
Знания	Воспроизведение	составляет, определяет, идентифицирует, соотносит, устанавливает порядок, выделяет, распознает, воспроизводит, выбирает
	Понимание	классифицирует, преобразует, обосновывает, описывает, отличает, выражает, обобщает, распознает, устанавливает отношение, выбирает,
Умение	Применение	выбирает, вычисляет, обнаруживает, интерпретирует, подготавливает, связывает, решает.
	Анализ	подразделяет, сравнивает, отличает, распознает, связывает, выбирает
Владение	Синтез	распределяет, собирает, отбирает, объясняет, связывает.

Высшая математика является одним из наиболее трудоемких предметов в вузе, именно поэтому возможности методической системы ее преподавания должны быть интенсифицированы.

По специфике содержания и достаточно большому объему материала – курс высшей математики в техническом вузе обуславливает четкую организацию процесса обучения и контроля. Насколько быстро и эффективно обучающиеся смогут реализовать потенциал самоподготовки, зависит не только их успешность в формировании компетенций в рамках курса высшей математики, но и то, насколько продуктивно они смогут организовать дальнейшую учебную деятельность, что также повышает значимость функций и процедур контроля при освоении рассматриваемой дисциплины.

Каждый вариант рубежного теста в обязательном порядке содержит задания отвечающие за проявление: знаний – в форме теоретических вопросов или утверждений; умений – в ходе однократного выполнения определенного действия; владений – как многократное применение знаний и умений в прямой и обратной постановке задач и/или синтетического действия по демонстрации формируемой компетенции.

Рубежный тест является распространенным средством диагностики образовательных достижений студентов всех направлений в процессе обучения по дисциплине «Высшая математика». Показателем эффективности при его применении является демонстрация студентом уровня освоения не ниже порогового и пошаговое увеличение тестового балла. Каждый тест состоит из 20 заданий с выбором одного варианта ответа (комбинации ответов) и

возможностью последующего качественного оценивания формируемой компетенций по уровням: «ниже порогового» - выполнено менее 55%; «пороговый» - выполнено выше 55% до 70%; «повышенный» - выполнено выше 70% до 90%; «продвинутый» - выполнено выше 90%. Задания детализированы по индикаторам компетенции, например, «Знать» - (3,5,9,11,14); «Уметь» - (2,6,12,17,19); «Владеть» - (1,4,7,8,10,13,16,18,20).

Исследователи проблем преподавания математических дисциплин в технических вузах, отмечают, что особое место занимает обучение в первом семестре. Действительно, на этом этапе полагается изучить обширный и разноплановый материал по разделам: линейная и векторная алгебра, комплексные числа, аналитическая геометрия, начала анализа, функции одной переменной. В общем изучается, как минимум, 5-6 разделов. Количество времени, отведенное учебными планами на эти цели, варьируется от 51 часа (лекции и практики) до 72 часов, в зависимости от направления подготовки бакалавров. Первокурсники, не обладающие навыками формирования структуры учебной деятельности слабо дифференцируют её компоненты, обеспечивающие плавный переход от конкретного изучения учебного материала до ситуаций его усвоения и включения в арсенал активного использования. Как показывают исследования, например, О.Е. Мальской [8, С. 112], «до 70 % студентов первого курса не используют приём систематизации материала для его лучшего понимания. Эти и другие факторы приводят, либо к большим перегрузкам, либо к уменьшению мотивации учебной деятельности, состоящей в невозможности качественного овладения необходимым объёмом материала в достаточно сжатые сроки».

Многолетняя педагогическая практика автора и коллег по университету доказывает действенность проведения контрольных мероприятий по технологии рубежного тестирования с предварительным выполнением студентами индивидуальных типовых расчетов в рамках самостоятельной работы. Данный подход позволяет эффективно управлять контактной и самостоятельной учебной деятельностью студентов. Кроме того, активное участие педагогов в разработке заданий рубежных тестов способствует увеличению спектра и улучшению качества методик формирования компетенций по дисциплине [9, С. 87]. Объединяющим фактором в технологии построения рубежных тестов для процедур контроля по любому разделу курса высшей математики, впрочем, как и по другой дисциплине, является именно поэлементная детализация на сопровождающие знания, умения, владения, которые характеризуют формируемые компетенции.

Примеры заданий рубежного теста по разделу «Аналитическая геометрия» [10, С.15,21, 37].

Индикатор «знать». Задание 5. Нормальный вектор прямой

$$x + 3y - 5 = 0$$

имеет координаты...а) {1; 3}...б) {-1; 3}...в) {1; -3}...г) {-1; -3}.

Для получения правильного ответа достаточно знать вид общего уравнения прямой на плоскости и смысл коэффициентов при переменных.

Индикатор «уметь». Задание 12. Расстояние от точки $M(1;1;3)$

до плоскости $3x + 4y + 12z - 30 = 0$ равно...а) 1 б) 2 в) 3 г) 4

Для получения правильного ответа достаточно применить формулу определения расстояния от точки до плоскости и выполнить расчеты.

Индикатор «владеть». Задание 18. Установите соответствие между кривыми второго порядка и их уравнениями: а) окружность, б) парабола,

в) эллипс, г) гипербола.

1. $x^2 + 2x - y^2 = 3$; 2. $x^2 - 2x + y^2 + 4y = 0$;

3. $x + 4y^2 = 5$ 4. $2x^2 + 4x + y^2 = 3$

Для получения верной последовательности кривых и их уравнений необходимо выполнить операцию выделения полного квадрата для каждого из представленных уравнений и поставить полученные выражения в соответствие с канонической формой, определенной для заданных кривых второго порядка.

В заданиях с выбором ответа в качестве альтернативного (неверного) варианта приводятся значения соответствующие типичным ошибкам. Правильное выполнение каждого задания оценивается в 1 балл. Частичные ответы за задание не предусмотрены. Общий балл определяется общей суммой. Наибольшее количество баллов (верное выполнение всех заданий) теста – 20 баллов. Минимальный пороговый тестовый балл соответствует 55% правильно выполненных заданий и равен 11 баллам. Тест выполняется в письменной форме, с подробным представлением решения для каждого задания и фиксацией позиции полученного ответа. Время тестирования 90 минут. В ходе тестирования использование конспектов лекций, записей практических занятий, справочной литературы, и мобильных устройств связи запрещено.

Достижение порогового уровня, как уже отмечалось, предполагает правильное выполнение не менее 11 заданий, что предполагает обязательное выполнение хотя бы одного из заданий индикатора «владеть». Если результат неудовлетворителен, есть возможность и, целесообразно, применить методику отсроченной отметки, в форме добора баллов. Студенту, выполнившему не менее 9 заданий, предоставляется возможность улучшить результат после консультации преподавателя и дополнительной проработки материала. Добор выполняется по заданиям которые были не выполнены, причем к 9 имеющимся баллам, добораются не менее четырех, к десяти – не менее двух тестовых заданий.

Существенными достоинствами рассматриваемых тестов являются: обеспечение всем студентам одинаковые условия контроля; равные по сложности варианты заданий; объективная оценка ответов, полученных без уточняющих вопросов и подсказок преподавателя; снижение субъективности в оценке подготовленности студента, обусловленной его индивидуальными особенностями; использование компьютерных систем и оболочек для формирования индивидуальных вариантов и проверки показанных результатов. Кроме того, можно включать задания повышенного уровня сложности, необязательные для выполнения, но за решение которых можно получить дополнительные баллы. В процессе рубежного тестирования проявляется не только составляющая знаний, умений и владений отдельного студента, но и его личностная компонента, которая и составляет основу всякой формируемой или проявляемой

компетенции. В момент выполнения теста студент самостоятельно может выбрать посильный набор заданий или решать все последовательно.

Выводы. Предложенный подход к разработке материалов ФОС является вариацией ответа на вопрос об инструментах и периодичности получения надежной и валидной информации об уровнях и прогнозах формирования требуемых компетенций бакалавров. Обозначена роль и ответственность педагогического состава в процессах разработки компетентностно-ориентированных оценочных средств. Именно преподаватели, реализуя педагогические технологии, разрабатывают контрольно-измерительные материалы для обеспечения реалистичности получаемых образовательных результатов.

Использование рассмотренной технологии построения тестов рубежного контроля позволяет не только и не столько контролировать отдельные этапы процесса формирования компетенций, сколько выявлять реперные точки педагогического воздействия, изменения дидактического материала, используемых методов преподавания конкретной учебной дисциплины.

Список литературы / References

1. Богословский В.А. Методические рекомендации по проектированию оценочных средств для реализации многоуровневых образовательных программ ВПО при компетентностном подходе / В.А. Богословский, Е.В. Караваева, Е.Н. Ковтун и др. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 148 с.
2. Ефремова Н.Ф. Тестовый контроль в образовании: Учеб. пособие. / Н.Ф. Ефремова — М.: Университетская книга, Логос, 2005. — 368 с.
3. Переверзев В.Ю. Технология разработки тестовых заданий: справочное руководство / В.Ю. Переверзев. – М.: Е-Медиа, 2005. – 265 с.
4. Субетто А.И. Оценочные средства и технологии аттестации качества подготовки специалистов в вузах: методология, методика, практика. / А.И. Субетто. – СПб. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 280 с.
5. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий: учебная книга / В.С. Аванесов – М.: Центр тестирования, 2002. – 240 с.
6. Аванесов В.С. Теория и методика педагогических измерений: лекции. [Электронный ресурс] – URL: www.charko.narod.ru/tekst/biblio/Avanesov_Teoriya_i_metod_ped_izmer.pdf (дата обращения 16.10.2017).
7. Блум Б. Таксономия образовательных целей: когнитивный аспект [Электронный ресурс] - URL: <http://sam.ciced.ru/wp-content/uploads/2015/10/R-kategorizatsii.pdf> (дата обращения 17.10.2017).
8. Мальская О.Е. Формирование учебной деятельности студентов / О.Е. Мальская; под. ред. В.Я. Ляудис. - М., МГУ, 1989. - 239 с.
9. Лернер И.Я. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / И.Я. Лернер; под. ред. М.Н. Скаткина, В.В. Краевского. - М., Педагогика, 1978. - 208 с.
10. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Ч.1. Учеб. пособие для вузов. / П.Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова - М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС21 век», 2003. – 304 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bogoslovskij V.A. Metodicheskie rekomendacii po proektirovaniyu ochenochnyh sredstv dlya realizacii mnogourovnevnyh obrazovatel'nyh programm VPO pri kompetentnostnom podhode [Methodical recommendations on the design of evaluation tools for the implementation of multi-level educational programs HPE in the competence approach] / V.A. Bogoslovskij, E.V. Karavaeva, E.N. Kovtun and others. – М.: Izd-vo MGU, 2007. – 148 p. [in Russian]
2. Efremova N.F. Testovyy kontrol' v obrazovanii: Ucheb. posobie. [Test control in education: tutorial] / N.F. Efremova. — М.: Universitetskaya kniga, Logos, 2005. — 368 p. [in Russian]
3. Pereverzev V.YU. Tekhnologiya razrabotki testovykh zadaniy: spravocnoe rukovodstvo [Technology development of test tasks: reference manual] / V.YU. Pereverzev. – М.: E-Media, 2005. – 265 p. [in Russian]
4. Subetto A.I. Ochenochnye sredstva i tekhnologii attestacii kachestva podgotovki specialistov v vuzah: metodologiya, metodika, praktika. [Evaluation tools and technologies for attesting the quality of training specialists in universities: methodology, methodology, practice] / A.I. Subetto. – SPb. – М.: Issledovatel'skij centr problem kachestva podgotovki specialistov, 2004. – 280 p. [in Russian]
5. Avanesov V.S. Kompoziciya testovykh zadaniy: uchebnaya kniga. [Composition of test tasks: educational book] / V.S. Avanesov. – М.: Centr testirovaniya, 2002. – 240 p. [in Russian]
6. Avanesov V.S. Teoriya i metodika pedagogicheskikh izmerenij: [Theory and methodology of pedagogical measurements] [Electronic resource] / V.S. Avanesov // lekci. URL: www.charko.narod.ru/tekst/biblio/Avanesov_Teoriya_i_metod_ped_izmer.pdf (accessed: 16.10.2017). . [in Russian]
7. Blum B. Taksonomiya obrazovatel'nyh celej: kognitivnyy aspekt: [Taxonomy of educational goals: the cognitive aspect] [Electronic resource] - URL: <http://sam.ciced.ru/wp-content/uploads/2015/10/R-kategorizatsii.pdf> (accessed: 17.10.2017). [in Russian].
8. Mal'skaya O.E. Formirovanie uchebnoj deyatel'nosti studentov [Formation of student learning activities] / O.E. Mal'skaya; edited by V.YA. Lyaudis. - М., МГУ, 1989. - 239 p. [in Russian]
9. Lerner I.YA. Kachestvo znaniy uchashchihsya i puti ego sovershenstvovaniya [Quality of students' knowledge and ways to improve it] / I.YA. Lerner; edited by M.N. Skatkin, V.V. Kraevskij. - М.: Pedagogika, 1978. – 208 p. [in Russian]
10. Danko P.E. Vysshaya matematika v uprazhneniyah i zadachah. V 2 ch. Ch.1. Ucheb.posobie dlya vuzov [Higher mathematics in exercises and tasks. V 2 ch. Ch.1. Textbook for high schools] / P.E. Danko, A.G. Popov, T.YA. Kozhevnikova. - М.: ООО «Izdatel'skij dom «ONIKS21 vek», 2003. – 304 p. [in Russian]