

УДК 378.14:37.016:51
ББК В1р

ГСНТИ 15.21.51

Код ВАК 19.00.01; 19.00.05

Нахушева Фатимат Беталовна,

кандидат физико-математических наук, доцент, директор колледжа информационных технологий и экономики, доцент кафедры математического анализа и теории функций математического факультета, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова; 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173; e-mail: timur.tabishev@yandex.ru.

Табишев Тимур Арсенович

кандидат педагогических наук, доцент, начальник Управления качеством образования, доцент кафедры математического анализа и теории функций математического факультета, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова; 360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, д. 173; e-mail: timur.tabishev@yandex.ru.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ: КОНСТРУИРОВАНИЕ И ДИАГНОСТИКА (НА ПРИМЕРЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»)

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: компетенция; результат обучения; фонды оценочных средств; диагностика учебных достижений; таксономия целей обучения.

АННОТАЦИЯ. В условиях введения в образовательный процесс федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) становится актуальной проблема конструирования фондов оценочных средств для диагностики качества профессиональной подготовки студентов, выражающаяся в оценке результатов обучения через призму сформированности набора общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Исходя из набора компетенций, указанных в стандарте, разработчикам основных образовательных программ, рабочих программ учебных дисциплин и педагогических измерительных материалов необходимо переориентироваться с *содержания обучения* (чему преподаватель должен научить по дисциплине) на *результаты обучения* (что должен делать студент после успешного освоения дисциплины). Разработка, детализация и диагностика результатов обучения – сложный и многогранный процесс, сопряженный с созданием таксономии целей и постановкой четких задач обучения, созданием динамической модели формирования компетентности и квалификации.

Nakhusheva Fatimat Betalovna,

Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions, Faculty of Mathematics, Director of the College of Information Technologies and Economics, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Russia.

Tabishev Timur Arsenovich,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Department of Mathematical Analysis and Theory of Functions, Faculty of Mathematics, Kabardino-Balkarian State University named after Kh.M. Berbekov, Nalchik, Russia.

EDUCATION RESULTS: DESIGNING AND DIAGNOSTICS (ON THE EXAMPLE OF THE DISCIPLINE “MATHEMATICAL ANALYSIS”)

KEY WORDS: competence; education result; assessment means funds; assessment of academic achievements; taxonomy of educational goals.

ABSTRACT. The article deals with the importance of designing assessment means funds for the diagnostics of the quality of vocational training of students, which would enable the assessment of academic achievements of students through the prism of degree of formation of general cultural, general vocational and specific professional competences. Taking into account the set of competences included in the Federal Educational Standards, the designers of basic educational programs, syllabi and pedagogical assessment means should shift their attention from the content of education (what knowledge the teacher should give to the student) to the education results (what skills a student must be able to perform after a successful study of a discipline). Working out, concretization and diagnostics of education results make up a complex and many sided process, connected with the creation of taxonomy of goals and a clear cut formulation of education tasks while realizing a dynamic model of formation of competences and qualification.

Фонды оценочных средств (ФОС) – это комплекты методических и оценочных материалов, методик и процедур, предназначенных для определения соответствия или несоответствия учебных достижений обучающихся фиксированным результатам освоения дисциплины (модуля).

Если следовать европейской интерпретации, результаты обучения рассматриваются по определенным аспектам учебной деятельности, выражающимся в категориях целей

обучения: знание и понимание, применение знаний и конструирование вывода, построение заключений и формулирование выводов, навыки и способности. Следовательно, логично заключить, что результаты обучения являются средством выражения уровня сформированности компетенции. Результаты обучения отражают те действия студента, которые он может и должен продемонстрировать по завершении освоения дисциплины.

С августа 2014 г. Министерством обра-

зования и науки Российской Федерации утверждаются так называемые актуализированные ФГОС ВО 3+, которые отменяют действия федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения (ФГОС ВПО). В пункте 5.5 актуализированного стандарта по направлению подготовки 01.03.01 – «Математика» (уровень бакалавриата) говорится «При разработке программы бакалавриата все общекультурные, общепрофессиональные компетенции, а также профессиональные компетенции, отнесенные к тем видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата, включаются в набор требуемых результатов освоения программы бакалавриата» [3]. Тем самым подход к обучению, при котором в центре находится преподаватель, сменяется на студентоцентрированный подход, требующий рассматривать обучение с точки зрения освоения содержания курса, дисциплины или программы студентом.

Традиционно разработка основной образовательной программы (ООП), учебной дисциплины, модуля, раздела или темы начиналась с определения содержания. Преподаватели выбирали содержание программы или его компонента, планировали методы его преподавания, а затем усвоение этого содержания оценивали. Данный подход фокусируется на вкладе преподавателя и на аттестации с точки зрения того, насколько хорошо преподаваемый материал усвоен студентами. В описании курса говорится главным образом о содержании, освещаемом на учебных занятиях. Такой подход к преподаванию называют центрированным на преподавателе.

Стандарты 3+ предусматривают несколько иной подход – формулировка результатов освоения образовательной программы происходит через то, что будет знать, уметь, понимать и/или в состоянии продемонстрировать обучающийся по окончании образовательного процесса (лекции, дисциплины, модуля или ООП в целом). Соответственно, эти результаты обучения должны быть конкретными и измеримыми.

Приведем образец конструирования результатов обучения на примере дисциплины базовой части «Математический анализ», которая является основополагающим профильным курсом. Среди всех дисциплин базовой части математический анализ занимает особое место, является той дисциплиной, на долю которой приходится формирование основных «профильных» компетенций будущего математика. В связи с этим по математическому анализу важно

грамотно сконструировать объективные фонды оценочных средств и конкретные измеряемые результаты обучения.

Математический анализ для математиков преподается в течение первых четырех семестров. Содержание дисциплины «Математический анализ» – одна из составляющих частей теоретической и практико-ориентированной подготовки студентов-математиков по направлению подготовки 01.03.01 – «Математика». К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Математический анализ», относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения элементарной математики в объеме программы средней школы. Дисциплина «Математический анализ», наряду с дисциплинами «Алгебра» и «Аналитическая геометрия», является фундаментом высшего математического образования. Знания и умения, приобретенные студентами в процессе изучения дисциплины «Математический анализ», будут использоваться в дальнейшем при освоении целого комплекса последующих дисциплин математического и естественно-научного профиля: численные методы, физика, теоретическая механика, дифференциальные уравнения, комплексный анализ, функциональный анализ, теория вероятностей и математическая статистика, дифференциальная геометрия, топология, действительный анализ, методы оптимизации, дисциплины профессионального цикла (специализации и профессиональных курсов).

Стандарт подготовки математиков предусматривает формирование 9 общекультурных, 4 общепрофессиональных и 11 профессиональных компетенций. Изучение учебного модуля «Дифференциальное исчисление функции одной переменной» дисциплины «Математический анализ» на основании программы, разработанной автором настоящего исследования для бакалавриата специальностей, ориентированных на научно-исследовательскую и производственно-технологическую виды деятельности, обеспечивает формирование следующих компетенций:

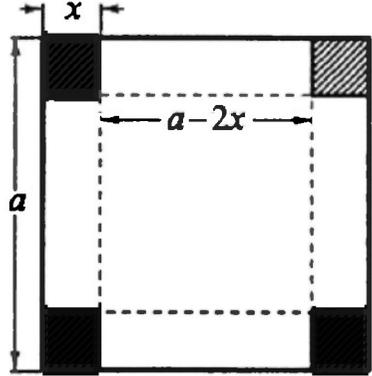
- готовности использовать фундаментальные знания из области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности (ОПК-1);

Таблица соотнесения уровней сформированности компетенций с результатами обучения и примеры их диагностики
 (тема «Функция. Дифференциальное исчисление функции одной переменной», ОПК-1)

Уровень освоения компетенции	Результаты обучения студента и методы их диагностики	Примеры оценочных средств для фиксации результата обучения [4]
Минимальный	РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	
	<p>1. Знает аналитические выражения основных элементарных функций.</p> <p>2. Знает основные свойства и характеристики элементарных функций: четность / нечетность, монотонность, нули функции, обратная функция, периодичность.</p> <p>3. Дает определение производной функции через приращение и вычисляет производные основных элементарных функций.</p>	<p>1. Графиком функции $y = \frac{2}{1-x^2} + 1$ является:</p> <p>а) парабола; б) гипербола; в) прямая; г) окружность.</p> <p>2. Функция $y = \frac{7x}{x^2+1} + 5x$ является:</p> <p>а) чётной функцией; б) нечётной функцией; в) функцией общего вида.</p> <p>3. Функция $y = f(x)$ возрастает на интервале (a, b), если для любых значений x_1 и x_2 из интервала (a, b), связанных условием $x_1 < x_2$, справедливо неравенство: а) $f(x_1) > f(x_2)$; б) $f(x_1) < f(x_2)$.</p>

Уровень освоения компетенции	Результаты обучения студента и методы их диагностики	Примеры оценочных средств для фиксации результата обучения [4]																		
<i>Минимальный</i>	<p style="text-align: center;">2. Тренажёры</p> <p>Техническое средство, которое может быть использовано для автоматизированного контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом.</p> <p style="text-align: center;">3. Коллоквиум</p> <p>Средство контроля усвоения учебного материала темы, модуля, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя со студентами.</p>	<p>5. Простейшими элементарными функциями являются:</p> <p>а) функция целой части; б) степенная функция; в) функция дробной части; г) тригонометрическая функция; д) дробно-рациональная функция; е) логарифмическая функция; ж) функция знака числа (сигнум); з) модуль-функция; и) целый алгебраический многочлен; к) степенно-показательная функция.</p> <p>6. Производной функции $y = f(x)$ в точке x_0 называется:</p> <p>а) предел отношения приращения аргумента этой функции к приращению функции, когда приращение функции стремится к нулю; б) предел отношения приращения аргумента этой функции к приращению функции, когда приращение аргумента стремится к нулю; в) предел отношения приращения этой функции к приращению аргумента, когда приращение аргумента стремится к нулю.</p> <p>7. Заполнить пропущенные ячейки таблицы:</p> <table border="1" data-bbox="1211 970 1933 1233" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>№ п/п</th> <th>$y = f(x)$</th> <th>$y' = f'(x)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3^x</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>$\cos x$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>x^{55}</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>$\frac{1}{\sqrt{x}}$</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>$\log_6 x$</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>8. Производная функции $y = x \sin x$ равна:</p> <p>а) $y' = \cos x$; б) $y' = x \cos x$; в) $y' = \sin x + x \cos x$; г) $y' = \sin x + \cos x$.</p>	№ п/п	$y = f(x)$	$y' = f'(x)$	1	3^x		2		$\cos x$	3	x^{55}		4		$\frac{1}{\sqrt{x}}$	5	$\log_6 x$	
№ п/п	$y = f(x)$	$y' = f'(x)$																		
1	3^x																			
2		$\cos x$																		
3	x^{55}																			
4		$\frac{1}{\sqrt{x}}$																		
5	$\log_6 x$																			

Уровень освоения компетенции	Результаты обучения студента и методы их диагностики	Примеры оценочных средств для фиксации результата обучения [4]
Базовый	<p align="center">РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ</p> <hr/> <p>1. Деловая и/или ролевая игра Совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально ориентированных задач путем игрового (имитационного) моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи. По мере необходимости преподаватель проводит инструктаж команд. После того как команды справились, они делегируют одного своего представителя в соседнюю по часовой стрелке команду. Они объясняют каждой команде методику решения своего примера в течение 5 минут. Далее эти команды выбирают одного своего представителя, чтобы у доски представить решение задания по методике «соседа». Практика показывает, что достаточно трех примеров для усвоения студентами на хорошем уровне различных методов нахождения производной функции. Кроме того, такая форма организации занятия приучает студентов к коллективной командной работе, где явно можно выделить лидера, организатора, исполнителя и т. д., которые изначально преподавателем не назначались.</p> <p>2. Контрольная работа Средство проверки умений и навыков студентов применять полученные знания для практического решения задач определенного типа по теме, модулю или разделу учебной дисциплины.</p>	<p>4. Деловая игра «Производная функции». Группа студентов делится произвольно на три команды. Условие задания одинаково для всех. Вычислить производную функции $y = \frac{5}{2}x^2 - 3x + 1$. Первой команде следует найти производную заданной функции по определению (получение выражений Δx, Δy и нахождение предела $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$). Второй команде следует провести исследование через геометрический смысл производной (тангенс угла наклона касательной к графику функции с положительным направлением оси абсцисс). Третья команда должна вычислить производную по правилам и приемам нахождения производной и с помощью таблицы производных простейших элементарных функций. Время итогового разбора – 15 минут.</p> <p>5. Найти наибольшее и наименьшее значения функции $f(x) = \frac{\sqrt{3}x}{2} - \sin x$ на отрезке $\left[0, \frac{\pi}{2}\right]$.</p> <p>6. Установить правильную последовательность – процесс нахождения экстремальных значений функции $y = f(x)$: а) решить уравнение $f'(x) = 0$; б) вычислить экстремальные значения функции $f(x)$ в точках экстремума; в) выявить свойство непрерывности данной функции; г) исследовать знак первой производной в полученных интервалах; д) найти стационарные точки; е) разбить числовую прямую стационарными точками; ж) указать характер точек экстремума; з) вычислить производную первого порядка функции.</p>

Уровень освоения компетенции	Результаты обучения студента и методы их диагностики	Примеры оценочных средств для фиксации результата обучения [4]
Повышенный	<p>3. Проводит полное исследование и построение графика функции по схеме с использованием аппарата производной.</p> <p>4. Оперировать производными высших порядков различных функций для их разложения в ряды Тейлора, вычисления «сложных» пределов, исследования математических и прикладных задач.</p> <p>5. Способен воспроизвести и доказать теоремы, утверждения, правила и условия дифференциального исчисления функции одной переменной.</p>	<p>А. Функция, не являющаяся производной.</p> <p>Б. Дифференцируемая функция с разрывной производной.</p> <p>В. Разрывная функция, имеющая дифференцируемую производную.</p> <p>Г. Дифференцируемая функция, производная которой не сохраняет знака ни в какой одно-сторонней окрестности экстремальной точки.</p> <p>Д. Функция, производная которой конечна, но не ограничена на замкнутом интервале.</p> <p>Е. Бесконечно дифференцируемая функция, положительная в единичном интервале и равная нулю вне этого интервала.</p> <p>2. Расчётно-графическая работа. Провести полное исследование функции $y = \frac{x^3}{2(x+1)^2}$ и построить её график.</p> 

Уровень освоения компетенции	Результаты обучения студента и методы их диагностики	Примеры оценочных средств для фиксации результата обучения [4]
Повышенный	<p style="text-align: center;">4. Расчетно-графическая работа</p> <p>Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.</p> <p style="text-align: center;">5. Доклад, сообщение</p> <p>Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов разработки определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.</p> <p style="text-align: center;">6. Творческое (олимпиадное) задание</p> <p>Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.</p> <p style="text-align: center;">7. Кроссворды / сканворды</p> <p>Занимательная головоломка, представляющая собой переплетение (пересечение) рядов клеток, которые заполняются словами по заданным значениям (формулировкам заданий). Грамотно составленный кроссворд / сканворд способствует активизации познавательной мыслительной деятельности, повышению концентрации внимания, настойчивости, работоспособности, создает дополнительные условия для появления удовлетворенности, целеустремленности, чувства коллективизма.</p>	<p>7. Вычислить производную функции $y = \left(\frac{\arcsin(\sin^2 x)}{\arccos(\cos^2 x)} \right)^{\operatorname{arctg}^2 x}$.</p> <p>8. Найти углы пересечения линий $f(x) = \frac{x+1}{x+2}$ и $f(x) = \frac{x^2+4x+8}{16}$.</p> <p>9. Вычислить приближенно $\frac{\sqrt{(2,037)^2 - 1}}{\sqrt{(2,037)^4 + 3}}$.</p> <p>10. Найти формулу Тейлора третьего порядка для функции $f(x) = \frac{2^x}{x-1}$ при $x_0 = 2$ и построить графики данной функции и ее многочлена Тейлора третьей степени.</p>

- способности математически корректно ставить естественно-научные задачи, знание постановок классических задач математики (ПК-2);

- способности строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата (ПК-3);

- способности использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач (ПК-5).

Для измеримости учебных достижений студентов выделенные компетенции необходимо трансформировать в конкретные результаты обучения, что целесообразно делать с привлечением категорий учебных целей в когнитивной области по П. Блуму [1].

Рассмотрим следующую задачу обучения для выбранного учебного модуля: *применение основных понятий, идей и методов фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач.*

Мы в своем исследовании исходим из того, что категория «знание» отражает минимальный (пороговый) уровень освоения

компетенции, категории «*понимание*» и «*применение*» отражают базовый уровень освоения компетенции, а категории «*анализ*», «*синтез*» и «*оценка*» отражают повышенный уровень освоения компетенции [4]. Эти уровни и результаты обучения соотнесены в таблице.

Как видно из таблицы, переход к конкретным результатам обучения по курсу (дисциплине, теме, модулю, разделу) вызывает к жизни необходимость точного формулирования того, что именно в терминах «знаний», «умений» и «навыков» приобретает студент. Основным вопросом студенту или выпускнику будет уже не «Что вы делали, чтобы получить степень?», а «Что вы можете делать в настоящий момент, когда получили степень?». Формулирование и конкретизация результатов обучения способствуют эффективности профессиональной подготовки, которая должна складываться из трех компонентов:

- *Что должно быть достигнуто в результате обучения?*
- *Как это будет достигнуто?*
- *Какими средствами будет оценено?*

ЛИТЕРАТУРА

1. Айсмонтас Б. Б. Теория обучения: схемы и тесты. М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002.
2. Гучаева З. Х., Табишев Т. А. Фонды оценочных средств : методические рекомендации для мониторинга качества математической подготовки. Нальчик : Кабардино-Балкарский гос. ун-т им. Х. М. Бербекова, 2013.
3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2014 №943 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 Математика (уровень бакалавриата)» (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33774). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168629/ (дата обращения: 09.01.2015).
4. Табишев Т. А. Методическая система мониторинга математической подготовки студентов вуза : дис. ... канд. пед. наук. Нальчик, 2010.

Статью рекомендует канд. филол. наук, доцент М. Б. Ворошилова.