

УДК 378.22(045)

DOI 10.22213/2413-1172-2018-1-123-127

А. Б. Искандерова, кандидат педагогических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

Е. Г. Булатова, кандидат физико-математических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ БАКАЛАВРИАТА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В современном высшем образовании РФ принята модель подготовки студента, ориентированная на развитие его активности, способности принимать решение и нести ответственность за сделанный выбор. Научно-методическое обеспечение содержания данной модели высшего образования основано на компетентностном подходе. Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования определяет *компетенцию* как способность применять знания, умения, навыки и личные качества для успешной деятельности в определенной области.

В исследованиях А. И. Суббето [1, 2] *компетенция* трактуется как «системное образование» в личности обучающегося, которое является «компонентом его качества». Причем компетенция относится в большей степени к потенциальному качеству, чем к актуальному, поскольку актуализация образовательного процесса посредством лабораторных работ, коллоквиумов, семинаров, организационно-деятельностных игр, практик, стажировок, исследований и т. д. не может полностью заменить собой будущую профессиональную деятельность выпускника.

А. В. Хуторской рассматривает *компетенцию* как отчужденное, наперед заданное социальное требование (норма) к образовательной подготовке ученика, необходимой для его эффективной продуктивной деятельности в определенной сфере [3].

В контексте данной работы *компетенция* – это идентификатор результата обучения, характеризующий ту или иную учебно-познавательную деятельность студента бакалавриата, изучение и освоение которой должно быть направлено на формирование у него интеллектуальных и практических навыков по применению полученных знаний и умений.

Последовательная интеграция ключевых, базовых [4–7 и др.] компетенций будущих бакалавров определяет профессиональную компетентность выпускника технического вуза. Их

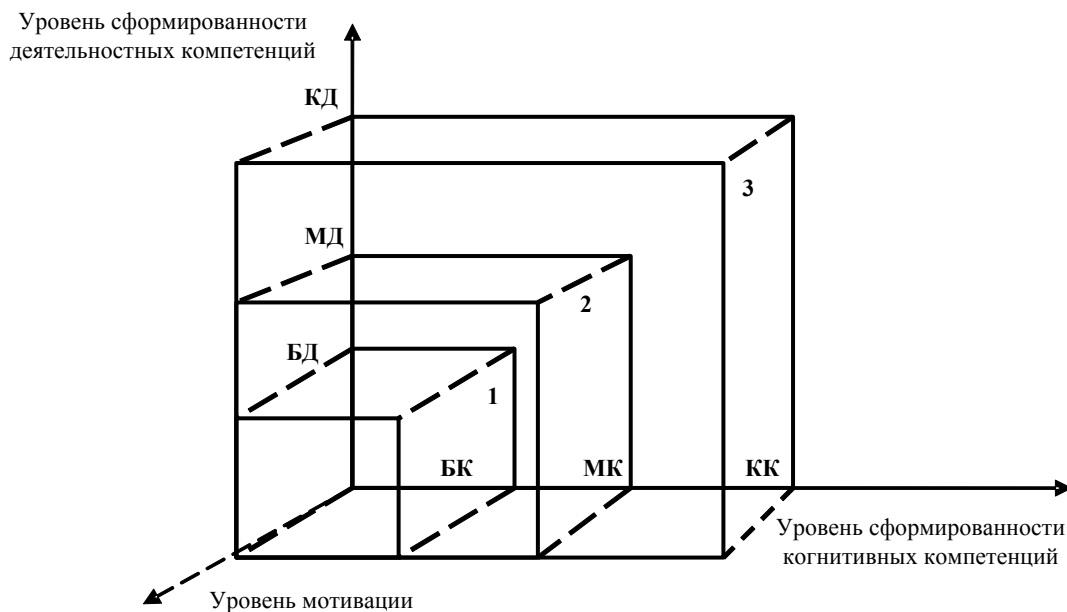
формирование должно начинаться с младших курсов обучения, на которых изучаются фундаментальные дисциплины естественно-научного и математического циклов, являющиеся основой для успешного изучения специальных курсов на определенных направлениях подготовки. Объем фундаментальных математических и естественно-научных дисциплин как один из основных компонентов подготовки бакалавров технического вуза составляет в большинстве систем высшего технического образования порядка 30–34 % от общего объема всех составляющих образовательной программы.

В научно-педагогической литературе [8] обозначены «методологические ошибки ФГОС». Одной из них является отсутствие измерителей результатов подготовки студентов, которые позволяли бы установить соответствие подготовки будущего бакалавра заданным требованиям ФГОС. Результаты обучения представлены в терминах компетентностного подхода, и их невозможно измерить. Например, у студентов бакалавриата по направлению 11.03.01 «Радиотехника» (профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов») при изучении дисциплины «математика» должны быть сформированы следующие компетенции: «ОПК 1 – способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»; «ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию» [9].

Для планирования и диагностики результатов обучения студентов бакалавриата в техническом вузе по дисциплине «математика» была предложена таксономическая модель формирования математических компетенций, разработанная на основе таксономической модели формирования естественно-научных компетенций студентов. На рисунке представлена таксономическая модель формирования математических компетенций студентов бакалавриата в техническом вузе.

Модель предусматривает формирование трех групп математических компетенций:

базовых (Б), методологических (М), креативных (К).



Модель формирования математических компетенций студента бакалавриата

Базовые компетенции объединяют минимальные знания, умения, навыки которые должны быть сформированы у всех студентов бакалавриата по дисциплине «математика», так как они необходимы для дальнейшего продолжения обучения.

Методологические компетенции охватывают владение методами, методиками, способами и принципами дисциплины «математика» на уровне, достаточном для формирования профессиональных компетенций.

Креативные компетенции (креативность – от англ. *create* – создавать, http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA *creative* – созидательный, творческий) предполагают наличие творческих способностей студента, характеризуются готовностью к созданию принципиально новых идей, отклоняющихся от традиционных или принятых схем мышления, способностью решения проблемы оригинальным способом, комбинирования различных алгоритмов и т. п.

Каждая группа математических компетенций представлена *деятельностными* (Д) и *когнитивными* (К) подгруппами.

Когнитивные компетенции (лат. *cognitio* – познание, изучение, осознание – термин, используемый в нескольких довольно сильно друг от друга отличающихся контекстах; в нашем случае обозначающий способность к умствен-

ному восприятию и переработке внешней информации) – это идентификатор результата обучения, характеризующий знаниевую, теоретическую составляющую компетенций.

Деятельностные компетенции (деятельность, активность) – процесс активного взаимодействия субъекта с миром, во время которого субъект удовлетворяет какие-либо свои потребности; деятельностью можно назвать любую активность человека, которой он сам придает некоторый смысл) – это идентификатор результата обучения, отражающий практическую, прикладную составляющую компетенций студента бакалавриата в техническом вузе.

Иерархическая структура математических компетенций соответствует модели их формирования. Методологический уровень компетенций включает в себя базовый и формируется только при условии завершения его формирования. Методологический и базовый уровни являются субструктурой креативного уровня компетенций студента бакалавриата.

Модель уровней формирования математических компетенций студента включает мотивационный компонент, который, на наш взгляд, в полной мере не поддается диагностике, но его влияние на быстроту и качество формирования математических компетенций бесспорно.

Перечень математических компетенций студента бакалавриата в техническом вузе (БК, МК, КК, БД, МД и КД), конкретизирующий

элементы модели их формирования, на примере дисциплины «математика» приведен в таблице и определен методом групповых экспертных оценок по стандартной методике.

Таблица 1. Перечень математических компетенций студента бакалавриата в техническом вузе (на примере дисциплины «математика»)

Шифр видов компетенций	Виды компетенций
БК	Базовые когнитивные – <i>знание и воспроизведение</i> :
1	математических терминов, определений математических понятий;
2	фундаментальных математических законов, форм представления математических законов, закономерностей, соотношений;
3	фактов, характеризующих историю открытия математических законов, соотношений и закономерностей, имен ученых – авторов математических концепций, законов, закономерностей, соотношений;
4	условных обозначений математических величин;
5	назначения и названия технических устройств, предназначенных для выполнения построений и измерений в математике;
БД	Базовые деятельностные – <i>умение</i> :
6	анализировать условия простейших математических задач и ставить им с соответствие математические теории, законы;
7	оформлять решение простейших математических задач: кратко записать условие математической задачи, выполнить рисунок, чертеж к задаче, построить векторы;
8	реализовать решения простейших задач;
9	оценивать порядок величин;
10	находить и оценивать математическую литературу и другие информационные источники, необходимые для самостоятельной работы;
11	ясно и логично излагать базовые знания;
МК	Методологические когнитивные – <i>знание</i> :
12	способов решения задач в зависимости от свойств рассматриваемых математических объектов, систем;
13	алгоритмов расчета погрешностей прямых и косвенных вычислений;
14	правил округления результатов вычисления и погрешностей вычисления;
15	возможностей применения математического аппарата для развития области техники и технологии; естественных наук; гуманитарных наук;
МД	Методологические деятельностные – <i>готовность</i> :
16	выполнять математические измерения с помощью технических инструментов;
17	строить алгоритмы из простых освоенных операций;
18	использовать известные понятия, алгоритмы и принципы в стандартных ситуациях;
19	реализовать алгоритм решения типовой математической задачи;
20	графически представлять результаты решения математических задач;
21	рассчитать погрешности прямых и косвенных вычислений; выполнять округления результатов вычисления и погрешностей вычисления;
КК	Когнитивные креативные – <i>знание</i> :
22	ограниченности применения математических законов, закономерностей, концепций;
23	роли математических законов, закономерностей в развитии естественнонаучных концепций, гуманитарных концепций;
24	роли математических концепций в развитии научного мировоззрения;
КД	Креативные деятельностные:
25	способность предлагать оригинальные решения типовых математических задач;
26	умение использовать комплексы известных алгоритмов в новых условиях;
27	способность формализовать физические, инженерные, технологические процессы и явления;
28	умение решать задачи повышенной сложности (олимпиадного уровня) с использованием элементов синтеза, анализа, моделирования;
29	умение использовать известные математические понятия и принципы в новых ситуациях;
30	способность создавать новые алгоритмы;
31	способность построить математическую модель физических, биологических, химических, экономических и т.п. процессов или явлений;
32	способность выполнять определенные аппроксимации;
33	способность оценивать новую информацию в контексте полученных математических знаний.

Предложенный перечень математических компетенций студента бакалавриата в техническом вузе является обобщенным. Для реализации целей диагностики степени сформированности компетенции необходимо конкретизировать их в контексте темы дисциплины.

В табл. 2 представлены примеры заданий для контроля уровня сформированности математических компетенций студентов бакалавриата технического вуза.

Таблица 2. Примеры заданий для контроля уровня сформированности математических компетенций

Виды компетенций	Примеры заданий
Базовые когнитивные	Что называется дифференциалом функции?
Базовые деятельностные	Вычислите дифференциал функции $y = x^3$
Методологические когнитивные	Напишите формулу для приближенного вычисления значения функции с помощью дифференциала функции
Методологические деятельностные	Вычислите абсолютную и относительную погрешности косвенного измерения площади поверхности круга, если прямое измерение радиуса круга $R = 5 \pm 0,03$ мм
Когнитивные креативные	Приведите примеры законов естествознания, которые имеют математическую (аналитическую и графическую) форму представления
Креативные деятельностные	В курсе «Общая физика» доказано, что момент инерции материальной точки относительно оси вращения определится в соответствии с формулой $I = m \cdot r^2$, m – масса тела, r – минимальное расстояние от точки до оси вращения. Рассмотрите тонкий однородный стержень как совокупность материальных точек. Найдите момент инерции стержня относительно оси, проходящей через его центр симметрии (составьте интегральную сумму, вычислите ее предел как определенный интеграл, обоснуйте пределы интегрирования)

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что таксономическая модель формирования математических компетенций студента бакалавриата в техническом вузе и перечень математических компетенций позволяют конкретизировать цели обучения, обеспечивают их диагностичность, дают возможность выработать рекомендации для оптимального формирования системы компетенций, оптимизировать процесс обучения студентов.

Библиографические ссылки

1. Субетто А. И. Универсальные компетенции: проблемы интенсификации и квалиметрии (в контексте новой парадигмы универсализма в XXI века). СПб. ; М. ; Кострома : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов ; КГУ им. Н. А. Некрасова ; Смольный университет РАО, 2007. 150 с.
2. Онтология и эпистемология компетентностного подхода, классификация и квалиметрия компетенций. URL: <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001b/00121542-subetto.pdf> (дата обращения: 24.01.2018).
3. Хуторской А. В. Модель компетентностного образования // Высшее образования сегодня. 2017. № 1. С. 9–16.
4. Байденко В. И. Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (методологические и методические вопросы).

М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. 114 с.

5. Зеер Э. Ф. Научно-методологическое обеспечение содержания профессионального образования на основе компетентностного подхода // Материалы науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в сфере образования и проблемы готовности выпускника ссуза к профессиональной деятельности». Ижевск : Проект, 2006. С. 3–8.

6. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результатов образования // Вопросы образования сегодня. 2003. № 5. С. 34–42.

7. Зимняя И. А. Компетентностный подход в образовании (методолого-теоретический аспект) // Проблемы качества образования : материалы XIV Всерос. конф., кн. 2. М., 2004. С. 6–12.

8. Хуторской А. В. 12 ошибок ФГОС // Вестник Института образования человека. 2016. № 1. С. 1–14.

9. Планы по ФГОС. Бакалавриат. URL: <http://www.istu.ru/uchebnyj-protsess/normbase> (дата обращения: 24.01.2018).

References

1. Subetto A. I. (2007). *Universal'nye kompetencii: problem intensifikacii i kvalimetrii (v kontekste novoy paradigmy universalizma v XXI veke)* [Universal competencies: the problems of intensification and qualimetry (in the context of the new paradigm of universalism in the twenty-first century)]. St. Petersburg, Moscow, Kostroma (in Russ.).

2. *Ontologija i jepistemologija kompetentnostnogo podhoda, klassifikacija i kvalimetrija kompetencij* [Ontology and epistemology of the competence approach, classification and qualification of competences], available at <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0012/001b/00121542-subetto.pdf> (accessed January 24 2018) (in Russ.)

3. Hutorskoj A. V. (2017). *Vysshee obrazovanija segodnja* [Higher education today], no. 1, pp. 9-16 (in Russ.)

4. Bajdenko V. I. (2005). *Kompetentnostnyj podhod k proektirovaniju gosudarstvennyh obrazovatelnyh standartov vysshego professionalnogo obrazovanija (metodologicheskie i metodicheskie voprosy)* [Competence approach to the design of state educational standards of higher professional education (methodological and methodological issues)]. Moscow: *Issledovatel'skij centr problem kachestva podgotovki specialistov* (in Russ.).

5. Zeer Je. F. (2006). *Nauchno-metodologicheskoe obespechenie soderzhaniya professionalnogo obrazovanija na osnove kompetentnostnogo podhoda* [Scien-

tific and methodological support of the content of professional education on the basis of a competence approach]. Proceedings of the *Innovacionnye processy v sfere obrazovanija i problemy gotovnosti vypusknika ssuza k professional'noj dejatel'nosti*, pp. 3-8 (in Russ.).

6. Zimnjaja I. A. (2003). *Voprosy obrazovanija segodnja* [Education issues today], no. 5, pp. 34-42 (in Russ.).

7. Zimnjaja I. A. (2004). *Kompetentnostnyj podhod v obrazovanii (metodologo-teoreticheskij aspekt)* [Competence approach in education (methodological-theoretical aspect)]. Proceedings of the *Problemy kachestva obrazovanija*, pp. 6-12 (in Russ.).

8. Hutorskoj A. V. (2016). *Vestnik Instituta obrazovanija cheloveka* [Bulletin of the Institute of Human Education], no. 1, pp.1-14 (in Russ.).

9. *Plany po FGOS. Bakalavriat* [Plans for the FSES. Bachelor's], available at <http://www.istu.ru/uchebnyj-protsess/normbase> (accessed January 24, 2018) (in Russ.).