

УДК 378.14

СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БАКАЛАВРОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Есин Р.В.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, e-mail: resin@sfu-kras.ru

Статья посвящена определению структуры и содержания математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки при организации обучения математике в электронной среде. На основе анализа федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, международных стандартов, а также нормативно-методических документов и положений о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий предложена структурно-содержательная модель математической компетентности будущего бакалавра информационно-технологических направлений в электронной среде с учетом специфики его профессиональной деятельности. Модель представлена в рамках четырехкомпонентной структуры, включающей когнитивный, прагматический, мотивационно-ценностный и рефлексивно-оценочный компоненты, а также составляющие математической компетентности: компетенцию формализации, компетенцию математического моделирования, компетенцию математического моделирования в пакетах прикладных программ и метакогнитивную компетенцию. Новизной предложенной структурно-содержательной модели выступают содержание математической компетентности, позволяющее организовать обучение математике в электронной среде и определение в составе математической компетентности – метакогнитивной компетенции, характеризующей способность и готовность человека к самоорганизации и непрерывному обучению. На основе предложенной в работе структурно-содержательной модели математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки в дальнейшем предлагается построить результативную методику формирования математической компетентности в электронной среде и разработать электронную обучающую среду обучения математике.

Ключевые слова: математическая компетентность, обучение математике, компетенция формализации, компетенция моделирования, метакогнитивная компетенция, электронное обучение, электронная среда

STRUCTURAL AND CONTENT MODEL OF MATHEMATICAL COMPETENCE OF BACHELORS OF INFORMATION AND TECHNOLOGICAL DIRECTIONS OF PREPARATION

Esin R.V.

Federal Autonomous Educational Institutional of Higher Educational Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: resin@sfu-kras.ru

The article is devoted to determining the structure and content of the mathematical competence of bachelors of information technology training in the organization of training in mathematics in the electronic environment. Based on the analysis of federal state educational standards of higher education, international standards, as well as regulatory and methodological documents and regulations on the use of e-learning and distance learning technologies, a structural and content model of the mathematical competence of the future bachelor of information and technological directions in the electronic environment is proposed, taking into account the specifics of his professional activities. The model is presented within the quaternary structure including cognitive, praxeological, motivational and evaluative reflective-evaluative components as well as components mathematical competence: formalization competence, mathematical modeling competence, mathematical modeling competence in packages applications and metacognitive competence. The novelty of the proposed structural-content model is the content of mathematical competence, which allows organizing education in mathematics in the electronic environment and determining the composition of mathematical competence – metacognitive competence, which characterizes a person's ability and readiness for self-organization and continuous learning. On the basis of the structure and content model of mathematical competence proposed by the bachelors of information and technological directions of preparation, it is proposed to build an effective methodology for the formation of mathematical competence in an electronic environment and develop an electronic learning environment for teaching mathematics.

Keywords: mathematical competence, learning mathematics, formalization competence, modeling competence, metacognitive competence, e-learning, electronic environment

Изменения в социально-экономической сфере, происходящие с начала XXI в., обусловлены стремительным технологическим скачком. Постоянно растущий поток информации, процессы глобализации и информатизации затрагивают различные сферы жизни общества, в связи с чем воз-

никает необходимость подготовки высококвалифицированных выпускников информационно-технологических направлений. Анализ требований ФГОС ВО показывает, что в каждом новом поколении стандартов возрастает ориентированность на приобретение будущими выпускниками профес-

сиональной компетентности для решения профессиональных задач. В исследованиях И.П. Дудиной, М.И. Дьяченко, Э.Ф. Зеера, И.А. Зимней, Н.В. Кузьминой, В.В. Лаптева, М.М. Манушкиной, В.Д. Шадрикова и др., посвященных феномену профессиональной компетентности выпускников информационно-технологических направлений подготовки, обозначено, что базисом формирования профессиональной компетентности выступает математическая компетентность.

Проведенный анализ нормативных документов, научно-методической и учебной литературы [1, 2], а также практика обучения математике в техническом вузе показали, что в настоящее время остаются слабо изученными возможности применения электронной среды для формирования математической компетентности будущих бакалавров. В этих условиях возникает необходимость создания новых подходов к проектированию средств обучения математике в электронной среде, которые будут способствовать формированию математической компетентности в процессе организованной математической деятельности. При этом повышение эффективности учебной деятельности студентов связано с формированием познавательной самостоятельности студентов, способности к самообучению и непрерывному образованию, которые, ориентируясь на современные образовательные тренды, целесообразно реализовывать в электронной среде.

Целью данной статьи является определение структуры и содержания математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки для разработки результативной методики формирования математической компетентности в электронной среде.

Методологию исследования составляют обзор основных направлений современных исследований, действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, международных стандартов для подготовки бакалавров информационно-технологических направлений, а также нормативно-методических документов и положений о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Результаты исследования и их обсуждение

Стоит отметить, что в исследовании, направленном на раскрытие структуры и содержания математической компетентности выпускников информационно-технологических направлений, выявлено,

что наряду с ориентацией содержания на профессиональную деятельность, содержание математической подготовки направлено на реализацию научно-исследовательской деятельности как составляющей профессиональной. При этом в качестве профессиональных задач в соответствии с научно-исследовательским видом профессиональной деятельности выделяются математическое моделирование процессов и объектов на базе пакетов прикладных программ (ППП) и исследований и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов.

На основе анализа ФГОС ВО, а также основных образовательных программ выделен набор компетенций, входящих в состав математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений:

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;
- способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Состав математической компетентности обеспечивающего применение методов математического анализа и моделирования предлагается определить на основе этапов математического моделирования [3], так как они соотносятся с компонентами профессиональной деятельности, определяемыми ФГОС ВО и профессиональными стандартами:

1. Этап формализации математической задачи.
2. Этап реализации методов математического моделирования.
3. Этап анализа информации и проверки адекватности модели.

Формализация задачи является первым этапом моделирования и направлена на формирование у студента математической культуры и знакомство с математическим языком, для дальнейшего применения в профессиональной деятельности полученных знаний в процессе построения математических моделей. На этапе формализации описывается исследуемая система: определяется ее целевое назначение, характер деятельности, используемые ресурсы и нормативные параметры, происхо-

дит изучение объекта моделирования, анализ доступной информации, определение ограничений и допущений. Определяются функциональные зависимости, связывающие переменные и параметры модели, вводятся формализованные элементы: переменные, параметры, обозначения, индексы, на основе которых осуществляется математическая запись задачи. Поэтому в качестве отдельной составляющей структурно-содержательной модели предлагается выделить компетенцию формализации.

Также наряду с компетенцией формализации предлагается в качестве составляющей математической компетенции включить компетенцию математического моделирования. Понятие компетенции математического моделирования в педагогической теории встречается в работе [4]. Данная компетенция играет ключевую роль в профессиональной составляющей математической компетентности, поскольку математическое моделирование становится рабочим инструментом профессиональной деятельности выпускника любого информационно-технологического направления.

Компетенция математического моделирования определяется как способность актуализировать и применять математические знания и методы при построении, анализе и интерпретации математических моделей в процессе решения профессиональных задач. Поэтому способность применять математическое моделирование в профессиональной деятельности, реализуемая через использование специальных программных средств и сред – пакетов прикладных программ, предопределяет введение в содержание математической компетентности – компетенции математического моделирования в пакетах прикладных программ.

Одной из задач высшего образования, решению которой сегодня уделяется серьезное внимание, является организация самостоятельной познавательной деятельности студентов. Опытнo-экспериментальная работа показала, что метакогнитивная деятельность увеличивает способность обучающихся понимать смысл изучаемого в различных областях знания [5], что позволяет рассматривать метакогнитивные способности как ключ к успешному обучению, в том числе обучению математике. Формированием и развитием различных компонентов метакогнитивной компетенции занимались как отечественные, так и зарубежные исследователи, среди которых необходимо отметить А.Л. Brown, J.H. Flavell, Э.Ф. Зеер, А.В. Карпова, М.А. Холодную и др.

Перспективным направлением в области развития способности к самообразова-

нию и непрерывному обучению выступает обучение в электронной среде [6, 7]. Оно позволяет реализовать методы обучения, способствующие развитию познавательных и метакогнитивных способностей, обеспечивающих студентам осуществление рефлексии выполненных ими действий.

То есть в отличие от существующих и представленных выше составляющих математической компетентности студентов информационно-технологических направлений [8, 9], содержащей компетенции: формализации, математического моделирования и математического моделирования в пакетах прикладных программ, предлагается включить в структуру математической компетентности метакогнитивную компетенцию, характеризующую способность и готовность человека к самоорганизации и самообучению в течение всей жизни. Включение этой компетенции обусловлено новыми требованиями к результатам подготовки выпускников, прописанными в ФГОС ВО, международных стандартах, а также современными тенденциями к реализации учебной деятельности в электронной среде, обеспечивающими формирование познавательной самостоятельности студентов, способности к самообучению и непрерывному образованию.

Следуя взглядам на концепции метакогнитивизма, интеллекта и рефлексивной деятельности [10, 11], предлагается выделить ключевые компоненты метакогнитивной компетенции при обучении математике в электронной среде, с помощью которых обучаемый контролирует образовательный процесс:

- Целеполагание – компонент направлен на приобретение способности определять цели при осуществлении математической деятельности.

- Планирование – компонент помогает развивать навыки самостоятельного принятия решения относительно объема изучаемого математического материала и расстановки приоритетов для результативного обучения.

- Регулирование – компонент ориентирован на понимание преимуществ применения математического аппарата в профессиональной деятельности и развития умений справляться с проблемными моментами.

- Оценивание – компонент отражает умение производить анализ и оценку эффективности собственной математической деятельности.

На основе выделенных компонентов метакогнитивную компетенцию можно определить как интегративное свойство личности, характеризующееся способностью

и готовностью индивида к расширению общего и профессионального кругозора на основе самоорганизации и непрерывного обучения, включающего следующие компоненты: целеполагание, планирование, регулирование и оценивание.

Также математическую компетентность при построении ее структурно-содержательной модели предлагается рассматривать в рамках четырехкомпонентной структуры, состоящей из когнитивного, праксиологического, мотивационно-ценностного и рефлексивно-оценочного компонентов [12, 13].

Когнитивный компонент математической компетентности отвечает за объем математических знаний, необходимых для оперирования математическими понятиями, категориями, теориями и законами в различных областях, используя специальную символику. При этом особенность профессиональной составляющей бакалавров информационно-технологических направлений ориентирует на освоение знаний, достаточных для самостоятельного применения методов математического моделирования в профессиональной деятельности,

в том числе с использованием автоматизированных программных пакетов.

Праксиологический компонент отвечает за умения, навыки и опыт практического применения математических знаний в профессиональной деятельности, включая умения конструировать объекты реального мира математическим языком и строить модели исходя из условий конкретной ситуации профессиональной деятельности. Ключевым содержанием праксиологического компонента в профессиональной области бакалавров информационно-технических направлений, помимо владения методами математического моделирования в пакетах прикладных программ, выступает также способность при построении математических моделей определять существенные параметры исходного объекта, которые в процессе моделирования будут использоваться для получения новой информации. Данный навык отражает глубину владения аппаратом математического моделирования в профессиональной деятельности и инструментальными возможностями математических пакетов при решении профессиональных задач.

Структурно-содержательная модель математической компетентности

Составляющие	Компоненты компетенции			
	Когнитивный	Праксиологический	Мотивационно-ценностный	Рефлексивно-оценочный
Компетенция формализации	Знает математический язык и математическую символику	Умеет конструировать объекты реального мира математическим языком, используя специальную символику	Осознает значимость математической постановки задачи	Осуществляет критический анализ математической формализации реального объекта
Компетенция математического моделирования	Знает математический аппарат основных разделов математических дисциплин и определяет цель математического моделирования	Владеет методами математического моделирования в профессиональной деятельности	Осознает важность владения математическим аппаратом для построения математических моделей и его необходимость при решении прикладных задач	Оценивает собственный уровень владения математическим аппаратом построения математических моделей
Компетенция математического моделирования в ППП	Знает функциональные возможности пакетов прикладных математических программ	Владеет инструментальными возможностями математических пакетов при решении практико-ориентированных задач	Осознает профессиональные преимущества математического моделирования пакетами прикладных программ	Способен оценить адекватность полученной модели, реализованной в математических ППП исходному объекту
Метакогнитивная компетенция	Знает эффективные способы самостоятельной организации математической деятельности	Способен определять цели и расставлять приоритеты при осуществлении математической деятельности	Осознает преимущества владения математическим аппаратом для профессионального совершенствования в условиях тренда «lifelong learning»	Производит анализ процесса самообразования и уровень самоорганизации посредством самоконтроля и самооценки выполненной математической деятельности

Мотивационно-ценностный компонент определяет личностное отношение к математической деятельности и совокупность ценностных ориентаций при решении профессиональных задач и направлен на формирование положительного отношения к математической деятельности в составе профессиональной деятельности. Особенность и специфика профессии выпускников информационно-технологических направлений отражается в понимании важности владения математическим аппаратом для построения математических моделей и осознанности профессиональных преимуществ применения методов математического моделирования в специализированных программах при решении профессиональных задач.

Рефлексивно-оценочный компонент определяет способность к самооценке, анализу, планированию и достижению поставленных целей в процессе математической деятельности. Профессиональная направленность математической компетентности позволяет осуществлять критический анализ собственного уровня математической подготовки, построенной математической модели с целью понимания сущности исследуемых явлений, осознания проблем в процессе профессиональной деятельности и принятия решения по корректировке действий в случае необходимости.

Таким образом, сводя составляющие и компоненты математической компетентности, разработана структурно-содержательная модель математической компетентности бакалавров информационно-технологических направлений подготовки, представленная в таблице.

Заключение

Предложенная в работе структурно-содержательная модель математической компетентности будущего бакалавра информационно-технологических направлений представлена в рамках четырехкомпонентной структуры, включающей когнитивный, прагматический, мотивационно-ценностный и рефлексивно-оценочный компоненты, а также составляющие математической компетентности: компетенцию формализации, компетенцию математического моделирования, компетенцию математического моделирования в пакетах прикладных программ и метакогнитивную компетенцию. Новизной предложенной структурно-содержательной модели выступают содержание математической компетентности, позволяющее организовать обучение в электронной среде и определение в составе математической компетент-

ности – метакогнитивной компетенции, характеризующей способность и готовность человека к самоорганизации и непрерывному обучению.

На основе предложенной в работе структурно-содержательной модели математической компетентности в дальнейшем предлагается построить результативную методику формирования математической компетентности при обучении математике бакалавров инженерно-технологических направлений в электронной среде.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00654.

Список литературы

1. Lai K.W. Digital technology and the culture of teaching and learning in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*. 2011. vol. 27. no. 8. P. 1263–1275.
2. Осипова С.И. Компетентностный подход в реализации инженерного образования // *Педагогика*. 2016. № 6. С. 53–59.
3. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Особенности математического моделирования технических устройств // *Математическое моделирование и численные методы*. 2014. № 1 (1).
4. Нахман А.Д. Формирование компетенции математического моделирования в условиях реализации концепции развития математического образования // *Международный журнал экспериментального образования*. 2016. № 2–2. С. 282–286.
5. Pressley M., Borkowski J.G., Schneider W. Cognitive strategies: Good strategy users coordinate metacognition and knowledge. *Annals of Child Development*. 2010. vol. 4. P. 89–129.
6. Дьячук П.П., Шкерина Л.В., Шадрин И.В., Перегудина И.П. Динамическое адаптивное тестирование как способ самообучения студентов в электронной проблемной среде математических объектов // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева*. 2018. № 1 (43). С. 48–59.
7. Зыкова Т.В., Шершнева В.А., Вайнштейн Ю.В., Даниленко А.С., Кытманов А.А. Электронные обучающие курсы по математике в высшем образовании // *Перспективы науки и образования*. 2018. № 4 (34). С. 58–65.
8. Миншин М.М. Структура профессионально-математической компетентности инженеров по программному обеспечению вычислительной техники и автоматизированных систем // *Образовательные технологии и общество*. 2010. Т. 13. № 4. С. 414–421.
9. Остыловская О.А., Шершнева В.А. Информационно-математическое моделирование в подготовке бакалавров направления «Прикладная информатика» // *Информатика и образование*. 2017. № 2 (281). С. 4–7.
10. Flavell J.H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*. 1979. vol. 34, no 10. P. 906–911.
11. Карпов А.В. О содержании понятия метакогнитивных способностей личности // *Известия ДГПУ. Психолого-педагогические науки*. 2013. № 4 (25). С. 12–19.
12. Татур Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. Т. 17. 18 с.
13. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход: учебное пособие. М.: Изд-во Московского психолого-социального института, 2005. 215 с.