

УДК 378.662: 372.851

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БАКАЛАВРА В ОБЛАСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

Н.Г. Ходырева, Л.Г. Устинова

Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет "Московский энергетический институт"», г. Волжский

Раскрывается содержание и описывается структура математической компетентности бакалавра в области энергетики. Особое внимание уделяется характеристике компонентов математической компетентности с учетом действующих образовательных программ и перспектив развития энергетической отрасли на ближайшие пятнадцать – двадцать лет.

***Ключевые слова:** компетенция, компетентность, предметная компетентность, математическая компетентность, образование в области энергетики, перспективы развития энергетики, математическое моделирование.*

Качественная подготовка специалистов в области энергетики в значительной степени зависит от уровня их математической грамотности. Знание теоретических основ высшей математики и владение математическим аппаратом являются базой для усвоения дисциплин профессионального цикла. В связи с этим развитие высокого уровня математической компетентности студентов-энергетиков является ключевой задачей изучения математических дисциплин при освоении основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Электро- и теплоэнергетика».

Идеи модернизации общего и профессионального образования на основе компетентного подхода разрабатываются в научных работах многих ученых (В.И. Байденко, В.А. Болотова, Е.В. Бондаревской, И.А. Зимней, А.В. Хуторского, В.Д. Шадрикова и др.). Сущность и практические аспекты развития предметной, и в частности, математической компетентности отражены в исследованиях С.А. Клименко, О.В. Лешер, В.П. Матвейкиной, М.Л. Палеевой, О.С. Пономарчук, В.Г. Плаховой, О.С. Ходоса и других авторов.

Существуют различные подходы к пониманию терминов «компетенция» и «компетентность». Одни исследователи отождествляют эти понятия, другие – придают им различный смысл.

Придерживаясь точки зрения А.В. Хуторского, мы рассматриваем компетенцию как заранее сформулированное требование к образовательной подготовке субъекта, выраженное совокупностью ценностных ориентаций, знаний, умений и способов действий,

необходимых для осуществления эффективной деятельности в определенной сфере [9]. Компетентность понимаем как владение компетенцией, способность и готовность к применению достигнутых результатов образования в практической деятельности.

В соответствии с разделением содержания образования на общее, межпредметное и предметное А.В. Хуторской предлагает следующую иерархию компетенций:

– «ключевые компетенции – относятся к общему (метапредметному) содержанию образования;

– общепредметные компетенции – относятся к определенному кругу учебных предметов и образовательных областей;

– предметные компетенции – частные по отношению к двум предыдущим уровням компетенции, имеющие конкретное описание и возможность формирования в рамках учебных предметов» [9].

Учитывая вышеизложенное, предметную компетенцию можно рассматривать как совокупность знаний, умений, навыков и личностных качеств, необходимых для продуктивной творческой деятельности выпускника в определенной предметной сфере. Предметная компетентность – это результат качественного изменения субъекта, владение предметной компетенцией, позволяющее решать конкретные проблемы в соответствующей области знаний.

Математическая компетентность опирается на специфику математического знания и возможности применения математического аппарата в различных сферах жизнедеятельности человека. В научных исследованиях предлагаются различные подходы к определению математической компетентности и ее структуры.

По мнению О.В. Лешер, математическая компетентность студента технического вуза – это «интегративное качество, основывающееся на развитой самостоятельной познавательной деятельности, на математических знаниях, умениях, навыках, характеризующее готовность и способность применять и совершенствовать их на практике» [2, с. 103].

В исследовании М.Л. Палеевой математическая компетентность студента технической специальности характеризуется комплексом усвоенных математических знаний и методов деятельности. Автор акцентирует внимание на опыте использования математических знаний в решении задач, лежащих вне предмета математики, и подчеркивает важность ценностного отношения к полученным знаниям и опыту [4, с. 123].

В.П. Матвейкина в структуре математической компетентности студента университета выделяет математические знания и умения, математическое мышление, стремление к непрерывному самообразованию и самосовершенствованию в изучении математики,

опыт профессионально-ориентированной математической деятельности [3, с. 115].

Таким образом, математическая компетентность студента характеризуется системой усвоенных математических знаний, умений, методов деятельности и направлена на усиление прикладного, практического характера обучения математике.

Задачей нашего исследования являлось определение содержания и структуры математической компетентности бакалавра в области энергетики. Использовались теоретические методы: изучение и анализ педагогической литературы по теме исследования; эмпирические методы: наблюдение, беседа.

В ходе исследования мы определили математическую компетентность как «системное свойство личности, выражающееся в наличии глубоких и прочных знаний по математике, в умении применять имеющиеся знания в новой ситуации, способности достигать значимых результатов и качества в деятельности» [8]. В состав математической компетентности были включены мотивационно-ценностный, содержательно-процессуальный и рефлексивный компоненты.

Мотивационно-ценностный компонент объединяет в себе смысловые ориентации, социальные ценности и установки, потребности, интересы, мотивы, т. е. характеристики направленности личности. Содержательно-процессуальный компонент включает в себя специальные знания, умения и способы действий, необходимые для выполнения качественной и результативной математической деятельности. Рефлексивный компонент предполагает осмысление, оценивание субъектом своих знаний, умений, достижений и включает самосознание, самоконтроль, самооценку [там же].

Опираясь на Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) по направлениям «Теплоэнергетика и теплотехника» [5], «Электроэнергетика и электротехника» [6], «Энергетическое машиностроение» [7], мы уточнили понятие математической компетентности бакалавра в области энергетики.

Изучение объектов и видов профессиональной деятельности специалистов энергетического профиля, профессиональных задач, а также требований к результатам освоения программы бакалавриата привело нас к выводу, что математическая подготовка студента энергетического вуза должна вносить вклад в развитие следующих общепрофессиональных компетенций:

– способности «демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин», готовности «выявлять естественнонаучную сущность проблем» [5];

– способности «применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач» [6; 7].

Таким образом, освоение математических дисциплин студентами-энергетиками должно быть направлено, с одной стороны, на приобретение фундаментальных знаний по предмету, а с другой – на формирование умений и навыков применения теоретических положений при решении инженерных задач в области энергетики. Последнее предполагает ориентацию содержания и методов обучения на тесную связь с дисциплинами профессионального цикла, формирование умений студентов составлять и исследовать математические модели на основе усвоенных прочных знаний. Большое значение имеет развитие способности ставить цель и выбирать способы ее достижения, понимать роль математики при описании производственных объектов энергетики с помощью обоснованных математических утверждений.

Опираясь на вышеизложенное, под математической компетентностью бакалавра в области энергетики мы будем понимать системное свойство личности, выражающееся в наличии глубоких и прочных знаний по дисциплинам математического цикла, в умении применять имеющиеся знания для исследования и решения задач, возникающих в области энергетики, способности достигать значимых результатов и качества в профессиональной деятельности.

Учитывая важность профессиональной направленности курса высшей математики в энергетическом вузе, охарактеризуем компоненты математической компетентности бакалавра в области энергетики.

Мотивационно-ценностный компонент включает в себя осознанную потребность в овладении предметом как основу для изучения профессиональных дисциплин, мотивацию на усвоение математических знаний и методов решения задач, понимание значимости применения математического аппарата к изучению реальных энергетических процессов, познавательный интерес. Указанный компонент характеризует потребность студентов в постоянном пополнении математических знаний, стремление к самообразованию, готовность использовать умения и навыки для построения и исследования математических моделей.

Определяя состав содержательно-процессуального компонента математической компетентности, мы учитывали, во-первых, современное состояние энергетики и, как следствие, требования, предъявляемые в настоящее время к выпускникам, и, во-вторых,

перспективы развития энергетической отрасли на ближайшие пятнадцать – двадцать лет.

Анализ действующих учебных планов и рабочих программ по направлению «Электро- и теплоэнергетика» позволил включить в содержательно-процессуальный компонент математической компетентности фундаментальные знания и умения по основным разделам высшей математики. Были приняты во внимание многолетний опыт преподавания высшей математики в энергетическом вузе и мнение преподавателей профильных дисциплин филиала МЭИ в г. Волжском.

В итоге в содержательно-процессуальный компонент были включены:

- знания основных понятий и утверждений теории пределов, дифференциального и интегрального исчисления; умения вычислять предел, выполнять операции дифференцирования и интегрирования функций одной и нескольких действительных переменных;

- знания основных понятий и утверждений векторной алгебры и аналитической геометрии; умения выполнять действия с векторными величинами, применять координатный метод описания прямых линий и кривых второго порядка, плоскостей и поверхностей второго порядка;

- знания основных понятий и утверждений линейной алгебры; умения оперировать с матрицами и определителями, находить и исследовать решения систем линейных уравнений;

- знания основных понятий и утверждений векторного анализа; умения находить дифференциальные и интегральные характеристики скалярных и векторных полей;

- знания основных понятий и утверждений теории дифференциальных уравнений; умения решать обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения в частных производных, уравнения математической физики;

- знания основных понятий и утверждений теории рядов, теории функций комплексного переменного и операционного исчисления; умения применять методы комплексного анализа и преобразования Лапласа для вычисления интегралов и решения дифференциальных уравнений;

- знания основных понятий и утверждений теории вероятностей и математической статистики; умения их применять для анализа и обработки экспериментальных данных.

Перечисленные выше положения являются основой для овладения методами решения прикладных задач посредством построения и исследования математических моделей, процессов и объектов в энергетике.

Под математическим моделированием понимают адекватную замену реального объекта (процесса) математической моделью и ее

последующее изучение средствами математики. Процесс математического моделирования включает в себя описание содержательной модели, отражающей совокупность свойств реального объекта (процесса), формализацию содержательной модели посредством математических соотношений, исследование построенной математической модели и интерпретацию полученных результатов.

Освоение способов математического моделирования выражается в сформированности умений, которые мы также включаем в состав содержательно-процессуального компонента математической компетентности бакалавра в области энергетики. К ним относятся:

– умение провести анализ изучаемого объекта, выделить его ключевые параметры и свойства, основные закономерности функционирования, отразить их в содержательной модели;

– умение выбрать логико-математическую конструкцию, устанавливающую связь между основными параметрами, характеризующими содержательную модель;

– умение провести качественный анализ построенной математической модели, выявить и исключить из рассмотрения факторы, существенно не влияющие на конечный результат;

– умение обоснованно выбрать способ количественного анализа модели, разработать и осуществить алгоритм ее исследования с привлечением аналитических или численных методов;

– умение проанализировать полученные результаты, сопоставить данные количественного анализа с исходными свойствами объекта, в случае необходимости внести изменения в содержательную и математическую модели.

Кроме перечисленных выше положений, при определении состава содержательно-процессуального компонента математической компетентности мы считаем необходимым учесть направления развития современной энергетики, новые технологии и продукты, которые будут возникать в этой области, компетенции специалистов, которые будут востребованы.

При определении профессиональных задач, которые в ближайшем будущем возникнут перед сотрудниками энергетических компаний, мы опирались на Атлас новых профессий, разработанный в Сколково совместно с Агентством стратегических инициатив [1]. В Атласе указаны ключевые изменения, которые с высокой долей вероятности произойдут в течение пятнадцати – двадцати лет в различных сферах, в том числе в области энергогенерации и энергопотребления. Среди них:

– развитие систем микрогенерации (микроветрогенераторы, солнечные батареи и т.д.);

– эксплуатация различных систем накопления энергии для ее экономного использования и хранения;

– развитие технологии «интеллектуальных сетей», которые позволяют за счет точно определяемого уровня энергопотребления настраивать оптимальные режимы работы бытовой техники, уменьшать потери при передаче энергии [1].

Как следствие этого перед специалистами-энергетиками будут возникать новые профессиональные задачи, которые связаны с разработкой, внедрением и обслуживанием систем малой энергогенерации, проектированием различных систем накопления энергии и «умных» энергетических сред, а также разработкой технологических и инфраструктурных требований к микрогенерационным системам на протяжении всего их жизненного цикла [1]. Выполнение этих задач потребует от работников наличия знаний и умений в области комплексной методологии статистического анализа, моделирования и прогнозирования информации, теории сетей и графов.

С учетом этого мы предлагаем также включить в состав содержательно операционного компонента математической компетентности бакалавров в области энергетики:

– знания способов аналитического и вероятностного прогнозирования, методов прогнозирования на основе статистической классификации;

– умения определять тенденции изменения исследуемого показателя, обнаруживать зависимость одного фактора от другого, используя анализ временных рядов;

– умения использовать временные ряды для прогнозирования характеристики исследуемой системы, уточнять прогнозные расчеты;

– знания основных понятий теории графов, свойств и способов представления графов, методов структурного анализа, основанных на понятии связанности графа;

– умения формулировать различные задачи, используя теорию графов, находить и применять эффективные методы и алгоритмы решения задач, применяя методы структурного анализа;

– знания основных понятий теории сетей, умения представлять выполнение проекта в виде сетевой модели, находить кратчайший путь между заданными вершинами сети.

Таким образом, содержательно-процессуальный компонент математической компетентности объединяет в себе:

1) фундаментальные знания, умения по основным разделам высшей математики; 2) умения и навыки математического моделирования; 3) знания и умения, необходимые для выполнения новых

профессиональных задач, связанных с перспективным развитием энергетической отрасли.

Рефлексивный компонент математической компетентности бакалавра в области энергетики включает удовлетворенность своей деятельностью в области математики, осмысленное отношение к текущим и конечным результатам усвоения математических знаний, умений и навыков, готовность проводить самоконтроль и оценивать свои достижения, способность к самоорганизации и саморазвитию.

Перечисленные выше компоненты математической компетентности взаимодействуют между собой. Мотивационно-ценностный компонент проявляется в основном через интерес к математическому содержанию обучения и влияет на содержательно-операционный компонент посредством повышения качества приобретаемых знаний и на рефлексивный компонент, способствуя постановке задач на саморазвитие.

Содержательно-операционный компонент характеризуется необходимыми теоретическими знаниями и практическими умениями, оказывая воздействие на мотивационно-ценностный и рефлексивный компоненты. Это влияние проявляется в осознании значимости математических методов для решения прикладных задач и способности осуществлять самоконтроль результатов усвоения программного материала.

Рефлексивный компонент воздействует на мотивационно-ценностный и содержательно-операционный компоненты, способствуя проявлению творческого потенциала, стремлению к достижению значительных результатов в процессе изучения математических дисциплин.

Итак, математическая компетентность бакалавра в области энергетики является целостным образованием, интегрирующим в себе фундаментальные знания и умения, навыки математического моделирования и способности применять усвоенный математический аппарат для решения профессиональных задач. Компоненты математической компетентности взаимосвязаны и взаимообусловлены. Ключевой составляющей мотивационно-ценностного компонента является потребность в усвоении математических знаний. В содержательно-процессуальном компоненте системообразующими выступают фундаментальные математические знания и умения, в рефлексивном компоненте – способность к самоорганизации и саморазвитию.

Дальнейшее направление развития нашего исследования мы видим в определении дидактических условий развития математической компетентности бакалавра в области энергетики в процессе изучения

дисциплин математического цикла в энергетическом вузе, к которым предполагаем отнести:

– повышение качества математических знаний и умений студентов посредством применения активных методов и форм обучения;

– внесение изменений в содержание учебного материала в виде увеличения доли прикладных задач для развития навыков математического моделирования студентов;

– разработку и внедрение в процесс обучения факультативной дисциплины, направленной на овладение умениями сетевого планирования и прогнозирования.

Список литературы

1. Атлас новых профессий: [Электронный ресурс]. URL: <http://atlas100.ru/> (дата обращения: 08.02.2016).
2. Лешер О.В., Сергеева Е.В. Модель развития математической компетентности студентов технических вузов в процессе математической подготовки // Вестн. Челяб. гос. пед. ун-та. 2010. № 5. С. 101–109.
3. Матвейкина В.П. Модель формирования математической компетентности студентов университета // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2012. № 2. С. 115–121.
4. Палеева М.Л. Опыт развития математической компетентности студентов технических специальностей // Вестн. Томск. гос. пед. унта. 2009. № 10. С. 122–128.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата): утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 октября 2015 г. № 1081. [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/130301.pdf> (дата обращения: 08.02.2016).
6. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата): утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 955. [Электронный ресурс]. URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/130302.pdf> (дата обращения: 08.02.2016).
7. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение (уровень бакалавриата): утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1

- октября 2015 г. № 1083. [Электронный ресурс].URL: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/130303.pdf> (дата обращения: 08.02.2016).
8. Ходырева Н.Г. Методическая система становления готовности будущих учителей к формированию математической компетентности школьников: дис. ... канд. пед. наук. Волгоград, 2004. 179 с.
 9. Хуторской А.В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций // Интернет-журнал «Эйдос». URL: <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm> (дата обращения: 08.02.2016).

THE CONTENT AND THE STRUCTURE OF MATHEMATICAL COMPETENCE OF A BACHELOR IN THE FIELD OF POWER ENGINEERING

N.G. Khodyreva, L.G. Ustinova

Volzhsky Branch of the National Research University
«Moscow Power Engineering Institute», Volzhsky

The article reveals the content and the structure of mathematical competence of a bachelor in the field of power engineering. Special attention is paid to the characteristics of the components of mathematical competence on the basis of existing curriculums and development prospects of power engineering for the next fifteen to twenty years

Keywords: *competency, competence, subject competence, mathematical competence, education in the field of power engineering, energy Outlook, mathematical modeling.*

Об авторах:

ХОДЫРЕВА Наталья Геннадиевна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Высшая математика» филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжском (404110, г. Волжский, пр. Ленина, д. 69), e-mail: hodirevang@mail.ru

УСТИНОВА Людмила Геннадьевна – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Высшая математика» филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Волжском (404110, г. Волжский, пр. Ленина, д. 69), e-mail: ustinovs2007@yandex.ru