

УДК 65.015.2

Контроль и оценка уровня усвоения профессиональных компетенций по результатам автоматизированного обучения

В.Ф. Коротков, А.А. Фомичев
ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
г. Иваново, Российская Федерация
E-mail: kvf1937@rambler.ru

Авторское резюме

Состояние вопроса: Введение Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования предполагает компетентностный подход в обучении студентов. Вместе с этим современные технологии автоматизированного обучения позволяют осуществлять непрерывный мониторинг познавательной деятельности студентов. Выполнение требований стандарта при автоматизированном обучении определяет необходимость разработки и создания методик автоматического контроля и оценки сформированных у студентов знаний, умений и навыков в соответствии с требуемыми профессиональными компетенциями.

Материалы и методы: Предметом рассмотрения являются методы оценки и контроля в автоматизированной системе дистанционного обучения в составе программно-методического комплекса по дисциплине «Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах» для подготовки бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Результаты: Выявлены возможности учета требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, предложены обобщенные методики формирования интегральных оценок знаний, умений, навыков и общей оценки по каждой отдельной компетенции, а также форма их визуального представления. Показаны возможности использования компетентностного подхода в автоматизированном процессе формирования знаний, умений и навыков. Предложены методики оценки и контроля знаний, умений и навыков в рамках профессиональных компетенций непосредственно в процессе автоматизированного обучения.

Выводы: Предложенные методики не требуют сложных процедур и дополнительных затрат каких-либо ресурсов и позволяют осуществлять относительно простое сопоставление результатов обучения как по субъектам, так и по поставленным целям.

Ключевые слова: автоматизированное обучение, компетентностный подход, результаты обучения, структура учебного материала, методы оценки знаний, умений и навыков, интегральная оценка, графическая интерпретация уровня подготовки.

Control and assessment of professional competences acquisition by the results of computer-aided training

V.F. Korotkov, A.A. Fomichov
Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russian Federation
E-mail: kvf1937@rambler.ru

Abstract

Background: The introduction of the Federal state educational standard of higher professional education assumes a competence-based approach to teaching. Besides, modern technologies of computer-aided learning enable continuous monitoring of students' cognitive activity. The requirement to comply with the standard of computer-aided training makes it necessary to develop and improve methods of computer-aided monitoring and assessment of students' knowledge, abilities and skills in accordance with the required professional competences.

Materials and Methods: This study focuses on assessment and control methods of the computer-aided distance learning system as part of the courseware for the subject «Automatic control in electric power systems» for training bachelor students in «Power and Electrical Engineering».

Results: We have identified the possibilities of bringing the courseware in line with the requirements of the federal state educational standard of higher education and suggested generalized techniques of forming integral estimates of knowledge, abilities, skills and general assessment of each individual competence as well as the form of their visual representation. We have also shown how the competence-based approach can be used in computer-aided formation of knowledge, abilities and skills and proposed techniques of assessing and monitoring the knowledge, abilities and skills formed as part of professional competences directly in the process of computer-aided learning.

Conclusions: The suggested methods do not require complex manipulations or additional resources and enable us to compare training results in a relatively simple way for individual subjects and goals.

Key words: automated training, competently approach, learning outcomes, structure of training material, methods of assessment of knowledge, skills, integral estimation, graphical interpretation.

DOI: 10.17588/2072-2672.2015.3.063-067

В настоящее время в системе высшего профессионального образования в России реализуется Федеральный государственный стандарт (ФГОСВПО) третьего поколения, предполагающий применение компетентного подхода в целях поиска оптимальных способов и средств организации процесса образования для обеспечения качества подготовки будущих специалистов, соответствующего потребностям современного рынка труда [1, 2].

Требования активного внедрения новых образовательных и информационных технологий в образовательный процесс, постоянно обновляющиеся требования рынка квалифицированного труда, обеспечение условий конкурентоспособности и мобильности в трудоустройстве выпускников вуза определяют необходимость в создании системы объективной оценки как результатов обучения, так и деловых и личностных качеств выпускников. Образовательные программы высшего профессионального образования, как правило, не предполагают специальной оценки этих качеств выпускника вуза, кроме традиционной оценки уровня знаний по результатам сдачи экзаменов по дисциплинам учебного плана и итоговой аттестации. В [3] предлагается система показателей оценки некоторых из личностных качеств обучаемых, основанная на мониторинге параметров, доступных для наблюдения и измерения в ходе автоматизированного обучения. К числу таких показателей, кроме оценки знаний, относятся показатели, характеризующие эффективность усвоения учебного материала, способность правильно распределять и использовать ресурс учебного времени, склонность к ритмичной работе или «штормовщине», склонность к лидерству. Представляется, что при автоматизированном обучении возможна не только оценка указанных качеств (в совокупности с оценкой знаний), но возможны и целесообразны контроль и оценка степени усвоения соответствующих компетенций, являющихся целью обучения и определяемых программой изучаемой дисциплины.

В основе успешности усвоения любой компетенции лежит результат учебной деятельности по реализации известной педагогической триады: **знания, умения, навыки**. Единство этих компонентов диктует необходимость интегральной оценки усвоения компетенции.

Обычно учебная дисциплина поддерживает несколько компетенций в рамках основной образовательной программы соответствующего профиля профессиональной подготовки. Поэтому результаты обучения дисциплине должны быть дифференцированными по компетенциям.

Нами была предпринята попытка осуществить контроль и оценку степени усвоения профессиональных компетенций в системе автоматизированного дистанционного обучения (АСДО) студентов дисциплине «Автоматическое регулирование в электроэнергетических систе-

мах» в рамках направления подготовки бакалавров «Электроэнергетика и электротехника».

Рабочая программа дисциплины определяет необходимость усвоения следующих профессиональных компетенций:

ПК–3 – способность выявить естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК–4 – способность использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности;

ПК–16 – способность рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов;

ПК–37 – способность обеспечить соблюдение заданных параметров технологического процесса и качество продукции.

Программой также определены знания, умения и навыки, приобретаемые студентом в рамках каждой компетенции.

На стадии проектирования АСДО учебный материал, предоставляемый студенту, был структурирован таким образом, чтобы с одной стороны сохранилась логическая последовательность в его усвоении, а с другой – просматривалась и могла отслеживаться компетенция, поддерживаемая соответствующим компонентом материала. Структурированы были содержательная (теоретическая), практическая, экспериментальная, контролирующая (включая самоконтроль) и тренировочная части, входящие в АСДО.

Содержательная часть содержит 11 глав теоретического материала, изложенного в интерактивной, повествовательной и справочной формах (на выбор студента).

Практическая часть реализуется путем самостоятельного интерактивного решения аналитических задач профессиональной (электроэнергетической) направленности. Предполагаемое решение каждой задачи разбивается на два этапа, каждый из которых состоит из нескольких последовательных шагов:

- этап 1 – формирование в интерактивном режиме общего алгоритма решения задачи, выраженного в словесной форме, путем выбора требуемой последовательности действий из заданного набора;

- этап 2 – выбор на каждом шаге реализации алгоритма решения соответствующих математических выражений (формул) или конкретных действий (например, действия с графической информацией).

Такой подход позволяет осуществить функциональный контроль, отследить и оценить правильность или целесообразность действий студента на каждом шаге каждого этапа решения поставленной задачи и выдать соответствующие комментарии.

Экспериментальная часть реализуется в виде набора модулей интерактивного вычислительного эксперимента над виртуальными электроэнергетическими объектами и рассредоточена по содержательной части в качестве экспериментальной поддержки соответствующих теоретических положений. По каждому эксперименту организован функциональный контроль хода его проведения, обязательно заканчивающегося следующими из него выводами, правильность которых также контролируется и оценивается.

Контролирующая часть состоит из самоконтроля и зачетного контроля. Самоконтроль организован по каждой структурной единице (параграфу) содержательной части и включает наборы тестов и задач. При необходимости студент имеет возможность провести соответствующий эксперимент. Зачетный контроль организован так же, как и самоконтроль, но отличается от него редакцией и, по возможности, формой тестовых вопросов и задач, отсутствием разъясняющих комментариев по результатам ответов, наличием санкционированного доступа, ограничением объема предъявляемых заданий и времени на их выполнение. В соответствии с требованиями системы «РИТМ», в АСДО предусмотрены три уровня зачетного контроля: текущий, промежуточный и заключительный. Текущий контроль проводится по каждой из 11 глав содержательной части, промежуточный – по нескольким главам (разделу), заключительный – по дисциплине в целом. В организационном плане заключительный тестовый контроль завершается собеседованием во время экзамена.

Тренировочная часть представляет собой наборы типовых задач, охватывающих все содержание дисциплины, рассортированных по компетенциям и доступных для многократных решений в интерактивном режиме.

При такой организации АСДО не представляет особого труда сформировать оценку знаний по каждой отдельной компетенции дисциплины путем селекции по всем видам контроля. Оценка знаний формируется в виде показателя

$$O_i^3 = \frac{n_i^П}{n_i^В} \leq 1,$$

где i – номер компетенции; $n_i^П$ – число правильных ответов (решений) на вопросы (задания), относящиеся к i -й компетенции; $n_i^В$ – общее число заданных вопросов (заданий), относящихся к i -й компетенции.

Значение $O_i^3 = 1$ соответствует оценке «отлично» по четырёхбалльной шкале или 100 баллам по столбальной шкале.

При необходимости оценка знаний может быть дифференцирована по уровням (представление, воспроизведение, понимание). Однако это вряд ли целесообразно, так как требу-

ет более тонкой селекции контрольных вопросов, что затруднено при ограниченном объеме контрольных заданий.

Непосредственными целями любой учебной дисциплины является усвоение студентами системы знаний и овладение ими определенными умениями и навыками. При этом овладение умениями и навыками происходит на базе усвоения действенных знаний, которые определяют соответствующие умения и навыки, т.е. указывают, как следует выполнять то или иное умение или навык [4]. Поэтому умение и навык являются категориями более высокого уровня по отношению к знанию и опираются на него. Кроме того, знание является более широким понятием, чем умение и навык. Например, знание требований нормативных документов к качеству электрической энергии по напряжению и частоте само по себе не предполагает умение и, тем более, навык влиять на это качество. Однако способность использовать знания нормативных документов для эффективного управления качеством электроэнергии становится умением, что и декларируется профессиональными компетенциями ПК–4 и ПК–37.

Применительно к профессиональной компетенции умение – это осознанное продуктивное выполнение действия с надлежащим качеством в новых условиях и в заданное время. Или проще – способность использовать знания для успешного решения профессиональных задач.

Рабочей программой рассматриваемой дисциплины для реализации компетенций ПК–3, ПК–4, ПК–16, ПК–37 определены следующие умения:

- *теоретические*: с использованием физико-математического аппарата составлять математические модели простейших систем автоматического регулирования напряжения и частоты, анализировать условия их функционирования, выявлять взаимосвязи режимных параметров в ходе автоматического регулирования;
- *практические*: ориентироваться в средствах автоматического регулирования напряжения и частоты, выбирать требуемые средства для решения практических вопросов управления качеством электрической энергии в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов.

В АСДО для формирования умений используются практическая и экспериментальная части. Предполагается, что студент овладеет указанными выше умениями, если научится правильно решать профессиональные задачи, соответствующие смыслу компетенции, и грамотно проводить соответствующие эксперименты. С использованием функционального контроля, входящего в практическую и экспериментальную части, удастся отследить правильность самостоятельных действий студента на каждом из этапов и шагов решения задачи или проведения эксперимента. Результаты

функционального контроля представляются показателем оценки умений

$$O_i^y = \frac{O_i^p + O_i^э}{2} \leq 1,$$

где O_i^p – относительная оценка успешности решения профессиональных задач, соответствующих i -й компетенции; $O_i^э$ – относительная оценка успешности проведения экспериментов, соответствующих i -й компетенции.

Относительные оценки O_i^p и $O_i^э$ определяются соответственно следующими выражениями:

$$O_i^p = \frac{\sum_{j=1}^k \frac{n_j^p}{n_j^d}}{k} \leq 1;$$

$$O_i^э = \frac{\sum_{j=1}^m \frac{n_j^p}{n_j^d}}{m} \leq 1,$$

где k – число задач, соответствующих i -й компетенции, решенных студентом; m – число экспериментов, соответствующих i -й компетенции, выполненных студентом; n_j^p – число правильных действий, выполненных студентом при решении задачи или проведении эксперимента; n_j^d – общее число действий, необходимое для решения задачи или проведения эксперимента.

Навыки – это доведенные до автоматизма сознательные действия человека, которые вырабатываются в процессе их выполнения [4]. Применительно к рассматриваемой теме под навыком можно понимать умение, состоящее из заданной последовательности действий, выполнение которых доведено до автоматизма. Обычно навык вырабатывается путем многократного повторения, т.е. путем тренировки. Поэтому в АСДО приобретение навыков происходит путем многократных решений типовых задач соответствующей компетенции, относящихся к тренажерной части. Для оценки степени овладения навыком осуществляется мониторинг динамики изменения успешности этих решений. Результатом мониторинга может выступать показатель

$$O_i^h = \max \frac{N_i - M_i}{N_i} \leq 1,$$

где O_i^h – оценка степени владения навыком в решении профессиональных задач, i -й компетенции; N_i – заданное число задач, безошибочное решение которых достаточно для овладения i -й компетенцией; M_i – число задач i -й компетенции, в решении которых были допущены ошибки в ходе одного сеанса работы с тренажером.

Достоверность оценки увеличивается с увеличением числа задач N_i и числа сеансов работы с тренажером.

Интегральная оценка успешности усвоения i -й компетенции может быть представлена в виде произведений оценок знаний, умений и навыков:

$$O_i^k = O_i^з \times O_i^y \times O_i^h \leq 1.$$

Геометрически это соответствует объему параллелепипеда, представленного в трехмерном пространстве с координатами $O_i^з$, O_i^y , O_i^h .

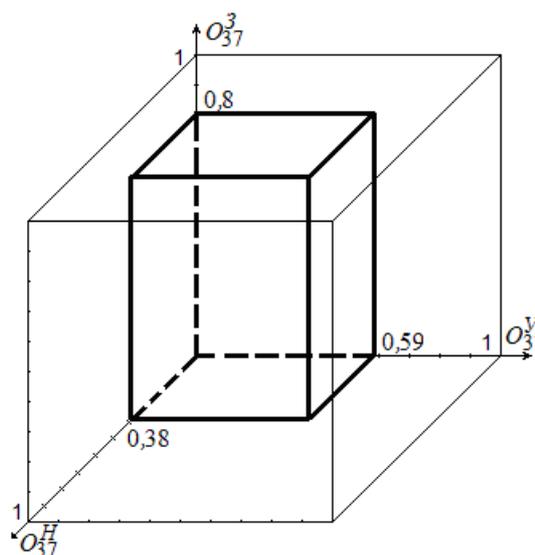
Например, освоение компетенции ПК–37 в рамках дисциплины «Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах» предполагает, что в итоге обучения должны быть достигнуты следующие результаты:

- **знание** сущности задачи по обеспечению требуемых параметров технологических режимов работы электроэнергетических объектов (систем) и требуемого качества электрической энергии по напряжению и частоте электрического тока средствами автоматического управления и регулирования;

- **умение** организовать автоматическое управление процессом производства, передачи и распределения электрической энергии по напряжению, частоте, реактивной и активной мощности;

- **навык** владения методами обеспечения заданных параметров процесса производства, передачи и распределения электрической энергии и требуемых показателей ее качества с помощью средств автоматического управления и регулирования.

По результатам контроля указанных знаний, умений и навыков некоторого студента получены следующие оценки: $O_i^з = 0,8$, $O_i^y = 0,59$, $O_i^h = 0,38$. Интегральная оценка освоения компетенции ПК–37 при этом получается $O_i^k = 0,18$, что соответствует объему некоторого параллелепипеда (см. рисунок, выделены жирными линиями).



Графическое представление оценки владения профессиональной компетенцией ПК–37

В интегральной оценке компетенций в виде объема параллелепипеда заложена некая ассоциативность, позволяющая рассматривать профессиональные компетенции как некоторые стандартизованные кубики, из соответствующего набора которых собирается заданная «конструкция» квалификации. Студент при относительно высоком уровне профессиональных знаний имеет чуть выше среднего уровень умений самостоятельно решать профессиональные задачи и низкий уровень навыков. Поэтому «кубик» компетенции существенно отличается размерами от стандарта, что грозит наличием пустот в «конструкции» квалификации.

Следует иметь в виду, что приведенные оценки относятся только к одной дисциплине. Однако практически каждая компетенция поддерживается несколькими дисциплинами учебного плана. Поэтому возникает необходимость в более высоком уровне интеграции оценок компетенций – по дисциплинам.

Если предположить, что по каждой дисциплине, обеспечивающей рассматриваемую компетенцию, проводится автоматизированное обучение, то общую оценку компетенции можно определять через средние по числу дисциплин значения оценок знаний, умений и навыков.

Представленная система оценок результатов усвоения профессиональных компетенций не претендует на абсолютную достоверность в оценке и полноту. К тому же в оценках подобного рода вряд ли стоит стремиться к абсолютной достоверности, если она вообще возможна. Важным представляется фактор приближенной относительной сопоставимости результатов обучения, как по субъектам, так и по поставленным целям. Важно также, чтобы оценки не требовали сложных процедур и дополнительных затрат каких-либо ресурсов. Попытка показать возможность таких оценок непосредственно в ходе автоматизированного обучения не исключает наличие других подходов в этом вопросе, например [5, 6].

Коротков Владимир Федорович,

ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, профессор кафедры автоматического управления электроэнергетическими системами,
e-mail: kvf1937@rambler.ru.

Фомичев Андрей Альбертович,

ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,
кандидат технических наук, доцент кафедры автоматического управления электроэнергетическими системами,
телефон (4932) 26-99-06.

Список литературы

1. **Налиткина О.В.** Компетентностный подход как основа новой парадигмы образования // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2009. – № 94. – С. 171–174.
2. **A competency-based approach to the master's degree preparation of higher education professionals / Molly Ott, Evelyn Baca, Jesus Cisneros, Evan Bates // Journal of Case Studies in Accreditation and Assessment. – 2014. – № 4. – P. 1–19.**
3. **Коротков В.Ф., Фомичев А.А.** Оценка деловых и личностных качеств выпускника-электроэнергетика по результатам автоматизированного обучения // Вестник ИГЭУ. – 2014. – Вып. 2. – С. 67–74.
4. **Педагогическая психология** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ido.rudn.ru/psychology/pedagogical_psychology/
5. **Разработка системы дистанционного обучения по курсу физики, основанной на принципах компетентностного подхода / А.И. Тихонов, В.Г. Комин, И.А. Корнев и др. // Внутривузовские инновационные образовательные проекты (работы) 2013 г.: сб. отчетов / Иван. гос. энерг. ун-т. – Иваново, 2014.**
6. **Анисимова М.А.** К вопросу о проектировании оценочных средств сформированности компетенций // Высшее образование в России. – 2013. – № 4. – С. 106–112.

References

1. Nalitkina, O.V. Kompetentnostnyy podkhod kak osnova novoy paradigmy obrazovaniya [Competence approach as the basis of the new education paradigm]. *Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena*, 2009, no. 94, pp. 171–174.
2. Ott, M., Baca, E., Cisneros, J., Bates, E. A competency-based approach to the master's degree preparation of higher education professionals. *Journal of Case Studies in Accreditation and Assessment*, 2014, no. 4, pp. 1–19.
3. Korotkov, V.F., Fomichev, A.A. Otsenka delovyykh i lichnostnykh kachestv vypusknika-elektroenergetika po rezul'tatam avtomatizirovannogo obucheniya [Assessment of business and personal qualities of electrical power engineering graduates by the results of computer-aided learning]. *Vestnik IGEU*, 2014, issue 2, pp. 67–74.
4. *Pedagogicheskaya psikhologiya* [Pedagogical psychology]. Available at: http://www.ido.rudn.ru/psychology/pedagogical_psychology/
5. Tikhonov, A.I., Komin, V.G., Kornev, I.A. Razrabotka sistemy distantsionnogo obucheniya po kursu fiziki, osnovannoy na printsipakh kompetentnostnogo podkhoda [Development of a distance learning system in physics based on the principles of the competence-based approach]. *Sbornik otchetov «Vnutrivuzovskie innovatsionnye obrazovatel'nye projekty (raboty) 2013 g.»* [Collection of reports «Intramural innovative educational projects (works) of 2013»]. Ivanovo, 2014.
6. Anisimova, M.A. K voprosu o proektirovanii otsechnykh sredstv sformirovannosti kompetentsiy [On designing competence assessment tools]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2013, no. 4, pp. 106–112.