

УДК 37.032.5

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА  
ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ  
СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА**

Е.Е. Мокина, О.М. Гергет, О.В. Марухина

Томский политехнический университет  
E-mail: OlgaGerget@mail.ru**Мокина Елена Евгеньевна**,  
ст. преподаватель кафедры  
оптимизации систем управле-  
ния Института кибернетики  
ТПУ.

E-mail: alisandra@tpu.ru

Область научных интересов:  
компетентностные подходы,  
информационные технологии.**Гергет Ольга Михайловна**,  
канд. техн. наук, доцент ка-  
федры прикладной математи-  
ки Института кибернетики  
ТПУ.

E-mail: OlgaGerget@mail.ru

Область научных интересов:  
математическое моделирова-  
ние, информационные техно-  
логии.**Марухина Ольга Влади-  
мировна**, канд. техн. наук, до-  
цент кафедры оптимизации  
систем управления Института  
кибернетики ТПУ.

E-mail: marukhina@tpu.ru

Область научных интересов:  
компетентностные подходы,  
информационные технологии.

На сегодняшний день одним из наиболее актуальных способов построения новой образовательной парадигмы является компетентностный подход. В статье приведены рекомендации по использованию разнообразных форм занятий для различных видов деятельности. Каждой форме можно поставить в соответствие компетенции, что позволит корректировать образовательную траекторию студента. Рассмотрена структура информационной системы, позволяющей облегчить процесс оценивания и выработки рекомендаций.

**Ключевые слова:**Компетенции, учебный процесс, информационные техно-  
логии.

С появлением и реализацией в России новой парадигмы непрерывного профессионально образования как индивидуально-ориентированного образования через всю жизнь, в центр системы образования поставлена личность с ее интересами и возможностями. Это послужило толчком в развитии профессионального образования и, как показало исследование, наиболее перспективным направлением его развития является совершенствование предоставляемых образовательных услуг.

На сегодняшний день одним из наиболее актуальных способов построения новой образовательной парадигмы является компетентностный подход. Если ранее подготовка специалиста сводилась к усвоению им более или менее стандартного набора знаний, умений и навыков, то компетентностный подход предполагает развитие в нем способности ориентироваться в разнообразии возникающих ситуаций, иметь представления о последствиях своей деятельности, а также нести за них ответственность. При реализации компетентностного подхода в учебную программу изучаемой дисциплины закладываются параметры описания того, что студент будет знать и уметь после завершения данного образовательного цикла.

Настоящие требования, предъявляемые к выпускнику, представляют собой набор не только профессиональных компетенций, а также общекультурных, благодаря чему решается проблема перекоса в сторону субъективных возможностей в процессе формирования человека, возникшая из некоторой косности в традициях системы образования, долгое время ориентированной прежде всего на трансляцию знаний, в значительной степени формальных и оторванных от жизни.

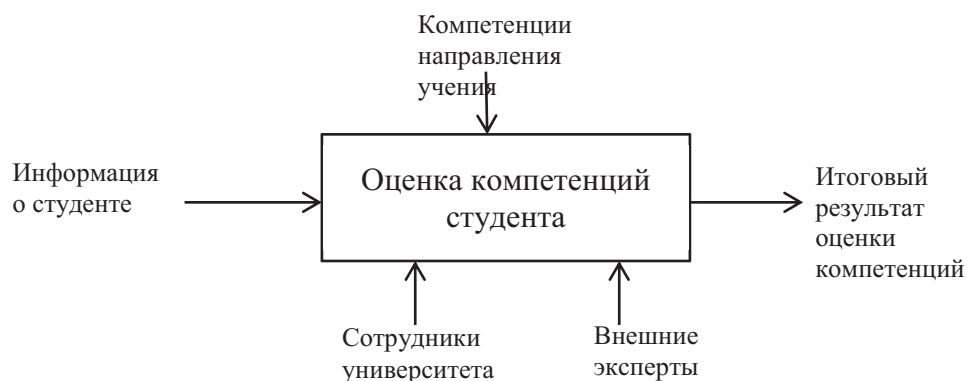
Различные виды деятельности будущих специалистов предполагают различные виды организации заданий, занятий и обучения в целом, в соответствии с этим, наряду с традиционными видами, например, можно рекомендовать проведение следующих форм занятий, нацеленных на совершенствование коммуникативной компетенции для студентов IT-специальностей, представленных в табл. 1.

**Таблица 1.** Виды деятельности специалистов ИТ-специальностей

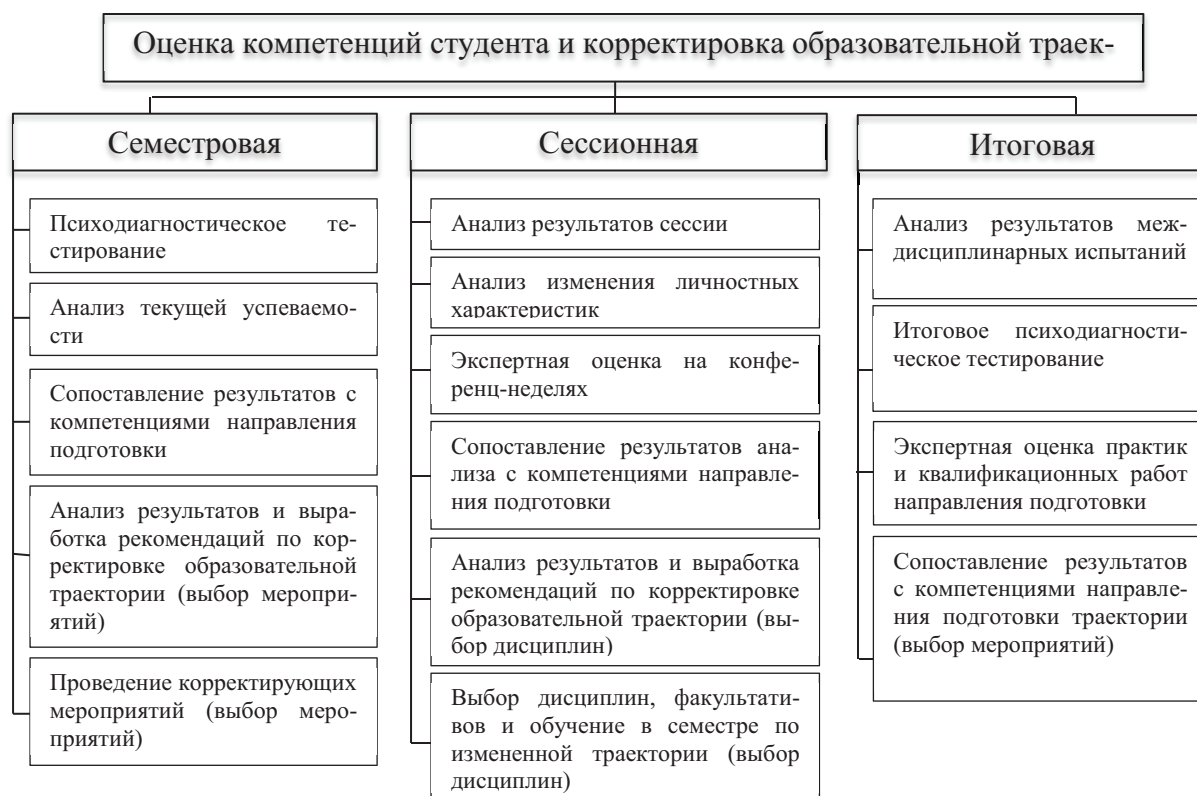
Вид деятельности	Формы
Проектная	<ul style="list-style-type: none"> <li>• персональные и групповые проекты создания программного продукта на разных жизненных циклах, с акцентом на получение результата в указанные сроки;</li> <li>• участие в реальных проектах на базе образовательного учреждения или предприятия;</li> <li>• форумы для обсуждения методов и средств создания программных продуктов и т. д.</li> </ul>
Производственно-технологическая	обсуждение различных методов работы и используемых средств ИТ-предприятий или ИТ-отделов и т. д.
Организационно-управленческая	организация работы группы по реализации проекта создания программного продукта с акцентом на слаженность работы команды и т. д.
Аналитическая	разработка и обоснование вариантов реализации программ в рамках группового или персонального проекта и т. д.
Научно-исследовательская	участие в конкурсах и конференциях с результатами работы по тематике и т. д.

Каждой форме можно поставить в соответствие компетенции, что позволит уделять внимание необходимым направлениям обучения для корректировки образовательной траектории студента. Оценка компетенций студента является необходимым действием в процессе обучения. Компетенция представляет собой качественную характеристику личности и является сложной в оценивании [1].

Анализ компетенций может осуществляться на протяжении всего обучения, что позволит отслеживать динамику изменений и рекомендовать те или иные методы как эффективные для совершенствования коммуникативной компетенции. На входе в данном процессе находятся начальная информация о студенте, на выходе – оценка итоговых компетенций дипломированного специалиста. Управляющими факторами являются компетенции направления обучения, изложенные в образовательном стандарте. Для достижения объективности оценка производится не только сотрудниками университета, но и привлеченными экспертами (рис. 1).

**Рис. 1.** Контекстная диаграмма

Основаниями для оценки компетенций могут служить: психодиагностическое тестирование, которое проводят психологи группы в течение семестра; оценка успеваемости студентов по дисциплинам (текущая, сессионная, итоговая); экспертная оценка знаний умений и навыков, проводимая на защитах различных работ. Данные работы подробно представлены на диаграмме дерева узлов (рис. 2).



**Рис. 2.** Диаграмма дерева узлов

Результатом оценки компетенций являются рекомендации, на основании которых производится корректировка образовательной траектории [2]. Такая корректировка может быть произведена преподавателем в рамках своей дисциплины в течение семестра с акцентом на выполнение определенного вида заданий или проведения форм занятий, стимулирующих совершенствование компетенции, куратором в виде проведения тренингов, а также самим студентом при выборе дисциплин и факультативных занятий. Такая глобальная, всесторонняя оценка, охватывающая всех студентов университета требует громадных людских, временных и финансовых затрат и невозможна в современных условиях без применения математических методов и информационных технологий.

### **Определение вида деятельности будущих специалистов с помощью нейросетевых технологий**

Для построения индивидуальной образовательной траектории и оценки компетенций студента была построена нейронная сеть, результатом которой является отнесение объекта к одному из классов (видов деятельности: проектная, производственно-технологическая, организационно-управленческая, аналитическая, научно-исследовательская). В качестве входных параметров данной нейронной сети использованы наиболее информативные показатели психодиагностического тестирования.

Работа с нейронной сетью была осуществлена в пакете NNT MatLab. Пакет NNT MatLab представляет полноценную среду MatLab для решения прикладных задач с использованием нейросетевых технологий.

В качестве входных данных для нейронной сети использованы показатели психодиагностического тестирования, которые представлены в виде матрицы размерностью  $15 \times 330$ , где количество строк равно количеству входов нейронной сети, количество столбцов равно количеству объектов для обучения нейросети. Выходные данные обучаемой нейронной сети представлены 1 выходом, который определяет вид деятельности студента.

Выборка была разбита на 2 группы: обучающая (165 студентов) и тестируемая (165 студентов).

В качестве итогового принятия решения использовалась модель трехслойной сети и алгоритм обратного распространения в качестве обучающего. Трехслойная сеть с обратным распространением ошибки является эффективной для большинства приложений. Данный тип сети используется в 95 % задач классификации с помощью нейронной сети и тренируется гораздо быстрее, чем 4- или 5-слойные сети.

### Алгоритм обратного распространения ошибки

Приведем используемый в работе алгоритм обратного распространения ошибки:

1. Инициализация синаптических весов малозначительными случайными значениями.
2. Выбор очередной обучающей пары из обучающего множества; передача входного вектора на вход сети.
3. Вычисление выхода сети.
4. Определение разности между выходом сети и требуемым выходом (целевым вектором обучающей пары).
5. Корректировка весов сети для минимизации ошибки. Повтор шагов с 2 по 5 для каждого вектора обучающего множества до тех пор, пока ошибка на всем множестве не достигнет приемлемого уровня [3].

Выбор правильного количества нейронов в скрытых слоях является очень важным. Слишком малое количество нейронов может привести к тому, что сеть не сможет обучиться. Слишком большое повлечет за собой увеличение времени обучения сети до нереального значения. Количество нейронов в скрытом слое определялось по формуле:

$$N = \frac{1}{2}(N_{\text{вх}} + N_{\text{вых}}) + \sqrt{Q}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{вх}}$ ;  $N_{\text{вых}}$  – размерность входного/выходного сигнала;  $Q$  – число элементов множества обучающей выборки.

Число нейронов входного слоя определяется числом входных факторов задачи, выходного слоя – числом выходных факторов.

В нашем случае  $N_{\text{вх}} = 15$ ;  $N_{\text{вых}} = 3$ ;  $Q = 165$ . Таким образом, подставив данные в (1), получим  $N = 22$ .

В качестве активационной функции использована сигмоидальная активационная функция:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}},$$

где  $\alpha$  – параметр наклона функции. Многослойные нейронные сети обладают большими способностями, чем однослойные только в случае наличия нелинейности. Сигмоидальная функция обеспечивает нелинейность. Для алгоритма обратного распространения ошибки существует следующее ограничение: функция должна быть всюду дифференцируема. Сигмоидальная функция удовлетворяет этому требованию. Следует отметить, что такая функция автоматически контролирует усиление. Для слабых сигналов (т. е. когда  $f(x)$  близко к нулю) кривая вход–выход имеет заметный наклон, дающий большое усиление. Когда величина сигнала становится больше, усиление падает. Таким образом, большие сигналы воспринимаются сетью без насыщения, а слабые сигналы проходят по сети без чрезмерного ослабления [4].

Рассмотрим обучение данной нейронной сети по этапам.

На первом этапе на вход нейронной сети подается один из 165 образов из обучающей выборки и, проведя данный образ через функцию активации, определяются значения выходов нейронов нейросети.

Поскольку обучение нейросети производится методом градиентного спуска, то изменение веса выходного слоя  $N$  производится как:

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \delta_j^{(n)} x_i^n,$$

где  $\delta_j^{(n)} = (y_i^{(N)} - d_i) \frac{dy_i}{dS_i}$ ;  $y_j$  – значение  $j$ -го выхода нейросети;  $d_j$  – целевое значение  $j$ -го выхода;  $S$  – состояние выходного нейрона.

Далее рассчитываются изменения весов для остальных слоев нейронной сети:

$$\Delta w_{ij}^{(n)} = -\eta \delta_j^{(n)} x_i^n,$$

где  $\delta_j^{(n)} = \left[ \sum_k \delta_k^{(n+1)} w_{jk}^{(n+1)} \right] \frac{dy_j}{dS_j}$ .

После этого корректируются веса нейронной сети:

$$\Delta w_{ij}^{(n)}(t) = \Delta w_{ij}^{(n)}(t-1) + \Delta w_{ij}^{(n)}(t).$$

Рассчитывается ошибка целевой функции ошибки нейронной сети:

$$E(w) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^p (y_i - d_i)^2,$$

где  $y_j$  – значение  $j$ -го выхода нейросети;  $d_j$  – целевое значение  $j$ -го выхода;  $p$  – количество обработанных сетью примеров.

Если ошибка существенна, то переходят на первый этап обучения.

Ниже приведем извлечения из таблицы результатов, полученных в процессе обучения сети (табл. 2).

**Таблица 2.** Результат работы нейронной сети

Объект	Выход сети	Отклонение
0,00	0,03	-0,03
1,00	1,01	-0,01
2,00	2,00	0,00
1,00	0,89	0,11
2,00	1,91	0,09
3,00	2,97	0,03
1,00	0,98	0,02
2,00	2,00	0,00
1,00	0,55	0,45
4,00	4,02	-0,02
2,00	2,00	0,00
0,00	0,00	0,00
...	...	...

Ошибка работы нейронной сети составляет 14,2 %. Следовательно, точность полученного результата составляет 85,8 %. Это говорит о том, что сеть обучена достаточно хорошо и может быть использована в качестве дополнительного подхода оценки.

**Информационная система поддержки принятия решений о выборе индивидуальной образовательной траектории** несет на себе такие функции как анализ компетенций студента на протяжении всего процесса обучения на основании его личностных качеств, выявляемых в результате психодиагностического тестирования, оценки экспертами его умений и навыков, а также данных о его успеваемости по дисциплинам. Результат данного анализа соотносится с компетенциями, требуемыми для выпускника по данному направлению подготовки, что позволяет корректировать образовательную траекторию.

Единая информационная среда вуза, реализованная в Томском политехническом университете, приспособлена для создания дополнительных программных модулей, внедряемых существующие подсистемы [5]. В качестве примера можно привести портал, подсистемы которого импортируют необходимые данные из соответствующих источников, таких как схема «Личность», «Успеваемость» и др., посредством представлений базы данных, создаваемых для модулей (рис. 3).

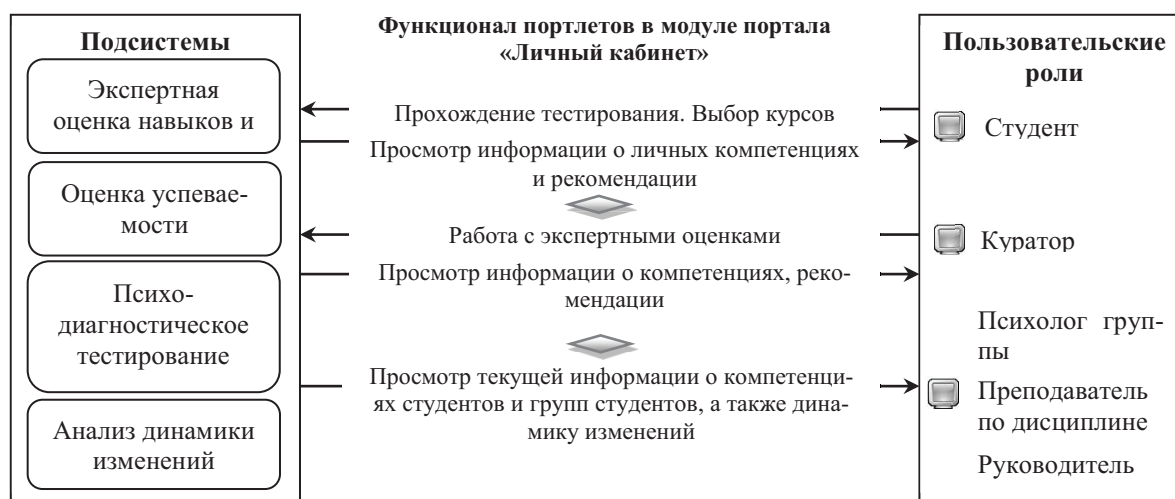


**Рис. 3.** Концептуальная схема используемых инструментальных средств

Корпоративный портал ТПУ – это единая точка доступа ко всем информационным ресурсам университета для всех заинтересованных категорий пользователей, согласно их прав и обязанностей. Основными преимуществами портала являются: единый подход к размещению и отображению информационных ресурсов, универсальная среда для внутрикорпоративных коммуникаций, доступные технологии, адаптированные для рядовых пользователей, персонализация информационных ресурсов, единая система безопасности и т. д.

Для студентов и сотрудников университета в корпоративном портале ТПУ реализованы такие возможности как: самостоятельно создавать и поддерживать сайты подразделений и персональные сайты; размещать файловые ресурсы и давать к ним категоризованный доступ; работать с программами и сервисами в своем персонализированном закрытом пространстве – личном кабинете; отображать информацию из единых БД; использовать единые технологии и единый корпоративный стиль. Данные возможности являются важным фактором для встраивания новых подсистем и снимают проблемы безопасности, разделения прав доступа, разработки дизайна и др. с группы разработчиков.

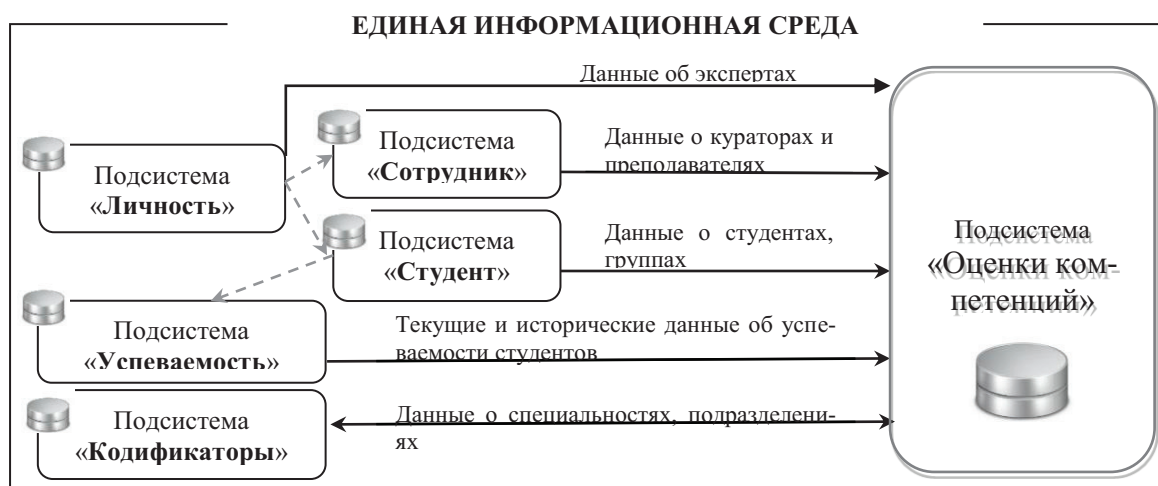
Пользовательские роли и их функциональные возможности в системе информационной поддержки процесса оценки компетенций и коррекции образовательной траектории представлены на рис. 4.



**Рис. 4.** Схема пользовательских ролей и подсистем

При интеграции подсистемы оценки компетенций с единой информационной средой вуза происходит взаимодействие со следующими подсистемами, представленными на рис. 5.





**Рис. 5.** Взаимодействие с другими подсистемами

### Заключение

Были исследованы возможности оценки и анализа компонентов компетентности по результатам экспериментального исследования на базе Томского политехнического университета. Полученные результаты позволили выделить важные особенности в структуре предметно-деятельностной компетентности студентов университета.

Формирование индивидуальной образовательной траектории в процессе обучения является неотъемлемой частью личностно-ориентированной среды университета. При наличии возможности отслеживания студентом и куратором соответствия текущего уровня компетенций требуемому стандарту специальности и изменения образовательной траектории, позволит уделить повышенное внимание определенным видам деятельности, компетенции по которым студент хотел бы «подтянуть» до требуемого работодателями уровня либо усовершенствовать, чтобы получить наибольшие преимущества на рынке труда.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, проект 11-06-12010в.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берестнева О.Г. Системные исследования и информационные технологии оценки компетентности студентов: дис. ... д-ра техн. наук. – Томск, 2007. – 323 с.
2. Берестнева О.Г., Марухина О.В., Шевелев Г.Е., Миненко Л.И., Щербаков Д.О. Использование результатов экспертного оценивания для измерения компетентности студентов и выпускников технических университетов // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 5. – С. 199–203.
3. Горбань А.Н., Россиев Д.А. Нейронные сети на персональном компьютере. – Новосибирск: Наука, 1996. – 276 с.
4. Шумков Е.А., Карлов Д.Н. Скоростной метод обучения многослойного персептрона // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – № 65 (01). – С. 3–11.
5. Силич В.А., Фофанов О.Б., Марухина О.В. Информационная технология методического обеспечения процесса подготовки специалистов IT-профиля // Информационные и математические технологии в науке и управлении: Труды XIV Байкальской Всероссийской конф. – Иркутск, 5–15 июля 2009. – Иркутск: Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, 2009. – Т. 2. – С. 232–237.

Поступила 25.04.2012 г.