

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

СЕЛЕЗНЕВ Ю.Н., канд. экон. наук

Рассматривается подход к развитию модели компетенций сотрудника в системе повышения квалификации персонала атомной промышленности и энергетики на основе использования математического аппарата теории вероятностей.

Ключевые слова: атомная промышленность, компетенция сотрудника, обучение персонала, теория вероятности

COMPETENCE MODEL FORMATION ON THE BASIS OF THEORY OF PROBABILITY

SELEZNEV Yu.N., Ph.D.

The article deals with the approach to employee's competence model development in the system of personnel professional development in atomic industry and power engineering using theory of probability mathematical apparatus .

Key words: atomic industry, employee's competence, personnel training, theory of probability.

Образовательный процесс сегодня является не только средством усвоения общепризнанных знаний, но и способом постоянного, непрерывного обмена информацией. Научно-технический прогресс требует от работника владения не только необходимыми знаниями и навыками, но и методологией принятия решений, умением моделировать и прогнозировать процессы. Таким образом, роль образовательной деятельности существенно возрастает. В этой связи на первый план выходит подсистема оценки образования, которая во многом будет определять обратную связь в общей системе образования. Оценка качества образования обучаемого в том или ином виде всегда являлась и является обязательным компонентом любой образовательной системы при всех исторических типах оценки качества образования обучаемых всегда связывается субъектом оценки со степенью соответствия фактического уровня подготовки обучаемых некоторой установленной (хотя и, как правило, во многом субъективной) норме или степени ее превышения, что и определяет принципы построения системы оценки качества.

Естественно, что приведенные выше доводы справедливы и для системы повышения квалификации персонала атомной промышленности и энергетики (СПКПАПЭ) как составляющей системы непрерывного образования.

Сложившуюся практику оценки качества образования в российской образовательной системе можно охарактеризовать следующим образом:

- ориентация на субъективное понимание «качества образования»;
- связь оценки со структурой содержания предметного знания и репродуктивным уровнем его усвоения;

- использование нестандартизированных (субъективных) средств оценки качества образования (экзаменационных или аттестационных заданий);
 - применение директивно установленной четырехбалльной шкалы оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» – при всех видах испытаний обучаемых (нельзя не отметить, что изменения в этом направлении очевидны: в ряде учебных заведений для промежуточной оценки используют и другие шкалы);
 - ориентация на неоднозначные критерии оценки качества подготовки обучаемых, понимаемые как степень соответствия некоторой субъективной норме (в виде разрабатываемой каждым преподавателем совокупности «своих» средств, показателей и шкал оценки), что делает практически мало сравнимыми результаты испытаний обучаемых, проведенных различными преподавателями;
 - отсутствие в массовой образовательной практике объективных средств, технологий испытаний и оценки качества образования, включая компьютерные средства и технологии;
 - медленная реакция на динамику внешней и внутренней среды;
 - запаздывание обратной связи, не позволяющее оперативно изменять образовательный процесс по результатам обучения на предыдущих этапах.
- Указанные характеристики не могут удовлетворять современным требованиям производства и бизнеса (тем более учитывая особенности функционирования объектов атом-

ной промышленности и энергетики). Именно поэтому активное распространение получили оценка эффективности обучения и компетентностный подход к оценке.

Надо отметить, что проблемам экономической роли образования и связанным с ними вопросам использования в хозяйственной деятельности квалифицированных кадров уделялось и уделяется достаточно большое внимание. Следует отметить работы таких ученых, как А. Вагнер, Э. Денисон, Т. Шульц и др. Акцент в этих исследованиях был сделан на влияние образования на общественную силу труда, рабочую силу, «производство» новых знаний [1].

Одним из первых проблему эффективности образования с точки зрения повышения квалификации обозначил нобелевский лауреат Г. Беккер, один из классиков современной экономической мысли. В своей работе «Человеческий капитал» он вывел формулу равновесия, которая в общем виде определяет эффективное для фирмы соотношение затрат на обучение и будущую производительность [2]:

$$MP'_0 + G = W_0 + C, \quad (1)$$

где MP'_0 – предельный продукт или выручка, которые могли бы быть получены, если бы работник не был отвлечен на обучение, а работал; G – превышение будущих поступлений над будущими расходами; W_0 – заработная плата; C – сумма альтернативных издержек и прямых затрат на подготовку.

Эффективным для фирмы, по мнению Г. Беккера, будет такой образовательный процесс, который в будущем покроет расходы на обучение и принесет дополнительный доход.

Многие российские экономисты также рассматривают инвестиции в сферу образования как важный вид капиталовложений и один из главных источников умножения богатства.

Однако, по нашему мнению, специфика атомной промышленности и энергетики, связанная с обеспечением ядерной безопасности, выдвигает на первый план социально-психологический эффект от обучения. То есть необходимо выделять и надежные показатели – уровень культуры безопасности, надежность работы персонала, число ошибок персонала и т.п. По сути, если использовать классификацию ряда американских ученых, можно говорить о «потребительском» значении образования [1]. Хотя данная трактовка не вполне соответствует действительности, так как в отношении объектов атомной промышленности и энергетики во главе угла социально-психологических аспектов образования стоит производственная потребность, обеспечивающая ядерную безопасность. Этот факт не-

обходимо учесть в рамках разработки системы оценки качества обучения.

Э.М. Коротков, определяя эффективность образования как сопоставимость и соизмеримость его результата с затратами ресурсов, выделяет как экономические, так и социальные параметры образовательной деятельности [3]. При этом социальные параметры для различных направлений образовательной деятельности будут иметь разный качественный и количественный состав.

Исходя из вышесказанного, можно сформулировать один из возможных принципов построения системы оценки обучения в системе повышения квалификации персонала: *оценка должна производиться с учетом затрат на обучение и потенциальных выгод предприятия, включая социально-психологические аспекты (рост производительности, повышение качества продукции, развитие культуры безопасности и т.п.)*.

При этом, на наш взгляд, одной из главных задач при формировании системы оценки качества повышения квалификации персонала в атомной промышленности и энергетике является определение состава социальных параметров.

С помощью компетентностного подхода возможно более полно и обоснованно описать результаты подготовки взрослого обучающегося, функционирование которого как специалиста высокой квалификации предполагает не просто его готовность, но и способность к работе в современных условиях динамичных изменений как в мире технологий, так и в общественной жизни.

Существуют различные подходы к определению понятия «компетенция» и способов классификации компетенций. Мы будем ориентироваться на определение, приведенное в ОСТ 95 10588-2004 «Профессиональное обучение персонала. Рекомендации по применению системного подхода к обучению», где компетенция определяется как один элемент из совокупности взаимосвязанных знаний, умений и отношений, необходимых для выполнения деятельности, тогда как компетентность в данном стандарте определена как выраженная способность работника организации применять на практике свою квалификацию.

С позиций разработки системы оценки качества обучения важно получить ответ на следующие вопросы: каковы основания для выделения различных видов компетенций? сколько таких компетенций? какие из них ключевые? как учесть социально-психологические аспекты результата обучения?

Согласно «Глоссарию терминов рынка труда, разработки стандартов...» ЕФО [4], существуют четыре модели (способа) определения компетенций:

- 1) основанные на параметрах личности;
- 2) основанные на выполнении задач и деятельности;
- 3) основанные на выполнении производственной деятельности;
- 4) основанные на управлении результатами деятельности.

С одной стороны, в основе системы повышения квалификации персонала должны лежать компетенции, основанные на выполнении производственной деятельности, так как цели и задачи системы повышения квалификации связаны с целями организации, инициирующей обучение. Это принципиальное отличие, например, от системы высшего образования, где цели и задачи ориентированы на общество в целом и на развитие личности с точки зрения всего общества. Вместе с тем объекты атомной промышленности и энергетики (ОАПЭ) имеют специфические особенности, связанные с обеспечением ядерной безопасности.

По нашему мнению, необходимо дальнейшее углубление существующего в СПКПАПЭ подхода, в частности, формирование модели компетенций. Необходимы дополнительные исследования, которые позволили бы более детально разработать модель компетенций в части обеспечения ядерной безопасности ОАПЭ.

Рассмотрим предлагаемое решение по углублению компетентного подхода в СПКПАПЭ на примере проблемы обеспечения надежности работы оперативного персонала ОАПЭ. Выбор данного аспекта проблемы связан с тем, что надежность оперативного персонала наряду с надежностью техники является одним из важнейших процессуальных свойств, влияющих на ядерную безопасность ОАПЭ.

В ядерной промышленности и энергетике, как и во многих других отраслях, процент аварий по вине персонала достаточно велик. Примерно половина аварийных ситуаций на АС, в том числе и самых серьезных, прямо или косвенно связана с ошибками оперативного персонала [5]. По разным оценкам по вине оператора произошло от 15 до 40 % всех аварий и от 20 до 80 % всех нарушений в работе ОАПЭ.

С другой стороны, не все ошибки, допускаемые персоналом, приводят к критическим последствиям, да и сами последствия ошибок существенно зависят от режима работы ОАПЭ. Так, только 70 % ошибок персонала на японских АС повлияли на изменение мощности. При этом 54 % из них приводили к остановке реактора, 15 % – к снижению мощности. Как правило, в

этих случаях результатом ошибок становятся экономические потери, которые несет станция и эксплуатирующая организация. Известны и многочисленные случаи, когда операторы спасали ситуацию – принято считать, что оперативный персонал предупреждает до 70 % возможных инцидентов в ОАПЭ [6]. Однако хорошо известны и другие ошибки, приведшие к серьезным авариям (на АС США – Davis Besse (1985 г.), Crystal River-III (1991 г.), Salem-I (1994 г.)) и даже к катастрофическим последствиям (Three Mile Island-II в США (1979 г.) и Чернобыльская АС в СССР (1986 г.)).

Необходимо отметить, что последствия ошибочных действий персонала могут проявиться не сразу. По данным EdF (Electricite de France) более чем в 600 инцидентах, происшедших по вине персонала, немедленное наступление последствий ошибок наблюдалось лишь в половине случаев [7].

Прежде чем определить причины ненадежной работы оперативного персонала, возможные пути повышения надежности и место понятия «надежность» в компетентностной модели, по нашему мнению, следует определить само понятие «надежность» (Что следует понимать под «надежностью» человека? Каким должен быть надежный оператор?).

Среди работ российских и зарубежных ученых, посвященных этой проблеме, можно выделить работы В.Д. Небылицына, А.И. Губинского, А.Ф. Дьякова, Э.М. Косматова, Б.Ф. Ломова, Д. Мейстера, А. Суэйна, Х. Гутмана, Р. Эванса и др. Исследователи предлагают различные определения понятий «надежность персонала», «надежность человека», «надежность оператора» и т.п. Не вступая в полемику с указанными учеными, мы будем ориентироваться на определения, данные в Концепции системы обеспечения профессиональной надежности персонала ФГУП концерн «РОС-ЭНЕРГОАТОМ»:

Надежность человеческого фактора – совокупность профессиональных знаний, мотивационных, волевых, эмоциональных, интеллектуальных и других качеств личности, обеспечивающих точное, безошибочное, адекватное восприятие ситуаций, своевременное и успешное выполнение регламентированных функций в различных режимах работ.

Надежность – вероятность того, что задача или работа будет успешно выполнена персоналом на любом требуемом уровне работы системы в течение требуемого промежутка времени (если имеется ограничение во времени).

Надежный работник – успешный работник, обладающий психологической готовно-

стью, при которой обеспечение безопасности является приоритетной целью и внутренней потребностью.

В результате исследования, проведенного А.С. Майорисом и С.Т. Флемингом, было выявлено шесть основных причин ошибок операторов АС: отсутствие процедуры, нечеткое взаимодействие, недостаточная тренированность, плохой человек-машинный интерфейс, неадекватная рабочая среда, отсутствие мотивации [8].

Подобные же причины называются и в работах В.Н. Абрамовой, Р.С. Мэйа, А. Сига, С.П. Калра.

В методических рекомендациях дается более подробная классификация факторов, влияющих на вероятность ошибки:

- потребностно-мотивационные факторы – безответственность, небрежность, низкая мотивация в труде;
- профессиональные знания – отсутствие необходимых знаний (профессиональная неподготовленность);
- профессиональное поведение – отсутствие умений использовать знания в конкретных ситуациях (профессиональная детренированность, неподготовленность к работе в критических ситуациях);
- технико-технологические факторы – низкие эргономические характеристики, плохая организация рабочего места и условий труда, вредность производства;
- социально-психологические факторы – неоптимальный режим труда и отдыха, неустойчивые морально-психологический климат, социально-политическая ситуация.

Можно сделать вывод, что кроме профессиональных знаний и умений, уровня управления в широком значении этого понятия существенное значение для обеспечения надежности оперативного персонала имеют потребностно-мотивационные и социально-психологические факторы.

Как определить необходимость воздействия на эти факторы в процессе обучения в СПКПАПЭ, каким образом можно воздействовать на них и каким образом оценить результаты обучения?

Экспериментальные данные, накопленные в атомной промышленности и энергетике, отражают зависимость вероятности ошибки оператора от различных факторов, как технологических и эргономических, так и социально-психологических.

Детальный анализ рабочего места оператора дает возможность достаточно точно определить конкретные факторы, влияющие на надежность персонала, например: оборудование, используемое оператором, психологическое состояние конкретного оператора и т.п. В подавляющем большинстве случаев на основе обширных статистических данных можно определить и вероятность

возникновения стохастических факторов, например, отказ оборудования. Таким образом, мы имеем возможность определения суммарной вероятности совершения ошибки для каждого рабочего места, а точнее – для каждого оператора (если учитывать и социально-психологические факторы):

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=0}^N R_i P_i, \quad (2)$$

где N – число факторов, оказывающих влияние на надежность персонала; R_i – вероятность возникновения i -го фактора; P_i – вероятность возникновения ошибки при проявлении i -го фактора.

Следует учитывать и тот факт, что возможны исключаящие друг друга исходы, т.е. возможны различные суммы событий (факторов). Тогда для дальнейшего анализа используется P_{Σ} , имеющее максимальное значение.

Очевидно, что оптимальной будет ситуация, когда $P_{\Sigma} = 0$. Однако, учитывая человеческие возможности, можно с уверенностью говорить о нереальности данной ситуации при отсутствии полной автоматизации (мы не рассматриваем в нашем исследовании возможные отказы оборудования).

Тогда появляется необходимость введения некоторой наиболее желательной суммарной вероятности $P_{\Sigma_0} = x$, значение которой будет определяться объективными возможностями системы управления ОАПЭ.

В случае $P_{\Sigma} > P_{\Sigma_0}$ возникает потребность в управляющих воздействиях в целях снижения P_{Σ} , например, изменение системы индикации на щите управления. Среди возможных управляющих воздействий важное место занимает повышение квалификации сотрудника, а иногда и психо-реабилитационные процедуры, если определяющим в значении P_{Σ} являются, например, такая причина, как стресс. С другой стороны, задачу по снижению P_{Σ} придется решать в условиях ограничений:

- технических (например, на современном этапе НТР невозможно изменить технические факторы, приводящие к ошибкам оператора);
- организационных (например, отсутствует необходимое количество дублеров, способных заменить персонал, направленный на обучение);
- финансовых (например, на ОАПЭ отсутствуют финансы на организацию обучения или направление сотрудников на обучение в специализированные центры).

Исходя из вышеизложенного, указанная задача может быть сформулирована следующим образом

$$P_{\Sigma} \rightarrow P_{\Sigma_0} \quad (3) \\ \text{при } S_j < S_{крj}$$

где S_j – j -е ограничение на принятие решения.

Соответственно, одна из целей обучения, если принято решение по использованию данного управленческого воздействия на надежность персонала, может быть сформулирована аналогично. При этом при формировании учебных программ особое внимание должно быть уделено наиболее значимым факторам, определяющим величину P_{Σ} . Это облегчает проблему целеполагания при разработке программ и выборе средств обучения.

Тогда оценка результатов обучения состоит в оценке достижения поставленной цели по снижению P_{Σ} . С одной стороны, это может быть реализовано посредством различного рода тестов по определению психологических и психомоторных характеристик человека.

Однако, очевидно, что часть факторов может проявиться через определенный период времени, что требует последующего мониторинга влияния конкретных факторов на вероятность появления ошибок персонала. Соответственно будут скорректированы и значения P_{Σ} и P_i . Для ОАПЭ такой мониторинг не является принципиально новым. Исследования в данной сфере проводятся постоянно. Вместе с тем предложенный подход позволит систематизировать направления подобных исследований. Указанная специфика ОАПЭ не позволяет расширить предложенные процедуры для других отраслей народного хозяйства, так как оценка влияния столь широкого спектра факторов на надежность персонала в других отраслях прак-

тически не производится, что обусловлено высокими затратами на исследования.

Вместе с тем для ОАПЭ вероятностный подход может быть использован также при оценке приверженности культуре безопасности в более широком смысле, чем надежность работы персонала. Также может быть расширен и перечень специальностей и профессий, оперативный персонал рассмотрен выше исходя из соображений наибольшей значимости с точки зрения ядерной безопасности.

Список литературы

1. **США:** экономика и образование / Под ред. Ю.А. Борко и С.Л. Зарецкой. – М.: АН СССР Институт научной информации по общественным наукам, 1985. – С. 12–13.
2. **Беккер Г.** Человеческий капитал (главы из книги) // США: Экономика, политика, идеология. – 1993. – № 11. – С. 111–112.
3. **Коротков Э.М.** Управление качеством образования. – М.: Академический проспект: Мир, 2006.
4. **Глоссарий** терминов рынка труда, разработок стандартов образовательных программ и учебных планов. – М.: Европейский фонд образования, 1997.
5. **Rosen M.** Improving the' man-machine interface // Proceedings of the International Conference on Man-Machine Interface in the Nuclear Industry (Tokyo, Japan, Febr.15–19, 1988) (ММШГ88). – P. 29–37.
6. **Третьяков В.П.** Психология безопасности эксплуатации АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
7. **May R.S., Singh A., Kalra S.P.** Knowledge-based modeling of operator response for severe-accident analysis // Transactions of ANS. – 1991. – Vol. 64. – P.173–174.
8. **Maoris A.C., Fleming S.T.** Job performance aids: human factoring maintenance procedures // Transactions of ANS. – 1991. – Vol. 64. – P. 193–195.

Селезнев Юрий Николаевич,
Центральный институт повышения квалификации атомной энергетики (г. Обнинск),
кандидат экономических наук, ректор,
телефон (48439) 29-011,
e-mail: seleznev@scicet.ru