

УДК 378; 004.588; 372.862

Электронная образовательная среда для компетентностно-ориентированного обучения специалистов инженерного профиля

Чистякова Т. Б.^{1,*}

[*nov@technolog.edu.ru](mailto:nov@technolog.edu.ru)

¹ СПбГТИ(ТУ), Санкт-Петербург, Россия

В рамках международного научного конгресса "Наука и инженерное образование. SEE-2016", II международная научно-методическая конференция «Управление качеством инженерного образования. Возможности вузов и потребности промышленности» (23-25 июня 2016 г., МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия).

В статье рассмотрены актуальные вопросы разработки компетентностно-ориентированных билингвальных образовательных программ для подготовки специалистов инженерного профиля, способных решать на международном уровне сложные научно-технические задачи с учетом требований профессиональных стандартов. Особое внимание уделено методологии структурно-классифицированного описания электронной информационно-образовательной среды, включающей виртуальные лаборатории, компьютерные тренажеры и системы имитационного моделирования для практико-ориентированного обучения и инженерной подготовки специалистов. Предложена методика разработки многовариантных адаптивных моделей объектов изучения, автоматизированных систем по обучению специалистов способам ресурсо- и энергосберегающего управления технологическими процессами, а также оценки приобретаемых профессиональных компетенций на основе моделей контроля знаний, реализации сценариев и анализа протоколов обучения, что позволяет повысить безопасность и эффективность производств за счет роста квалификации персонала промышленных предприятий.

Ключевые слова: электронное обучение, практико-ориентированное обучение, профессиональный стандарт, инженерная подготовка, образовательная среда, компьютерный тренажер, виртуальная лаборатория

Введение

Интенсивное развитие современных производственных технологий требует подготовки нового поколения высококвалифицированных специалистов, готовых к осуществлению профессиональной инженерной деятельности на международном уровне и способных своевременно реагировать на новые инновационные технические идеи, способы их внедрения и реализации [1-4]. При этом важно отметить отсутствие системного подхода к решению задачи разработки средств обучения, максимально приближенных к потребностям современного рынка труда и требованиям кадрового обеспечения промышленных предприятий.

Специфика формирования профессиональной компетентности специалистов инженерного профиля с учетом особенностей их профессиональной деятельности в международной среде предполагает приобретение определенной суммы знаний, умений и навыков, которые служат основой для формирования билингвального системного набора компетенций в определенной сфере деятельности [5, 6]. Таким образом, все более актуальным становится вопрос разработки компетентностно-ориентированных образовательных программ, максимально приближенных к потребностям промышленных предприятий с учетом требований профессиональных стандартов.

Наиболее перспективным направлением для освоения компетентностно-ориентированных результатов обучения (умений) специалистов инженерного профиля является создание интеллектуальных компьютерных тренажеров, позволяющих осуществлять изучение современного промышленного оборудования, обучение управлению технологическими процессами на базе виртуальных лабораторий и имитационных математических моделей (ММ) [7-9] в рамках единой электронной информационно-образовательной среды. Решение поставленных задач для реализации указанных направлений позволило выработать единую методологию и разработать технологии автоматизированного синтеза систем обучения (тренажеров) для инженерной подготовки специалистов.

Целью работы является создание методов и технологий синтеза электронной информационно-образовательной среды, включающей модели представления неформализованных знаний, информационные и ММ, модели обучаемого, стратегии ресурсо- и энергосберегающего управления технологическими процессами, модели контроля знаний, модели количественной и качественной оценки приобретаемых профессиональных компетенций (на основе регистрации полученных знаний, оценки знаний по контекстной модели, анализе ошибок, порождающего моделирование, ранжирования знаний от типа имитируемой нештатной ситуации). При этом важным является разработка компетентностно-ориентированных учебных модулей на билингвальной основе для подготовки специалистов инженерного профиля к профессиональной деятельности на русском и иностранном языках, что определяет успешность выполнения профессиональных задач в условиях полиязычной профессиональной среды.

Использование предложенной электронной информационно-образовательной среды для компетентностно-ориентированного обучения специалистов инженерного профиля позволяет повысить уровень безопасности промышленных производств, повысить качество продукции, улучшить экологические характеристики производственной среды за счет повышения профессионального уровня специалистов (приобретения опыта и навыков поведения в аварийных ситуациях, глубокого понимания причинно-следственных связей в объекте, быстрой реакции на неполадки, снижения психологической перегрузки, увеличения уверенности, самостоятельного решения задач управления).

1. Методология разработки билингвальных компетентностно-ориентированных обучающих систем

Жизненный цикл создания компетентностно-ориентированных обучающих систем включает следующие этапы:

- анализ квалификационных дефицитов (трудовых функций, умений, знаний) специалистов инженерного профиля и их преобразования в специальные профессиональные компетенции, позволяющие специалистам выполнять трудовые функции в рамках нового или существенно обновленного вида трудовой деятельности;
- формирование траектории и содержания электронного обучения на базе модульной технологии профессионального обучения с учетом должностных инструкций и трудовых функций управленческого и производственного персонала промышленных предприятий;
- разработка методов, алгоритмов и технологий синтеза компетентностно-ориентированных обучающих систем, включающих адаптируемые подсистемы имитационного моделирования для ресурсо- и энергосберегающего управления технологическими процессами;
- апробация электронного обучения путем синтеза компьютерных тренажеров на основе дистанционных образовательных технологий;
- обработка результатов (протоколов) обучения специалистов на основе использования методов качественной и количественной оценки приобретенных обучаемыми специальными билингвальных профессиональных компетенций, необходимых для выполнения ими своих трудовых функций.

Ключевым этапом при формировании компетентностно-ориентированных образовательных программ и обучающих систем является выявление квалификационных дефицитов специалистов с целью достижения необходимых образовательных результатов [3, 10]. Квалификационный дефицит представляет собой разницу между требованиями профессиональных стандартов, определяющих квалификацию работника для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, и требованиями образовательных стандартов, по которым осуществлялось обучение специалиста. В случае отсутствия профессионального стандарта, выявление квалификационных дефицитов осуществляется на основе должностных инструкций, трудовых функций или квалификационных характеристик. Содержание билингвального компетентностно-ориентированного обучения специалистов формируется на основе модульной технологии с соответствующим лингвистическим обеспечением образовательной деятельности. Каждый модуль (автономная структурная единица образовательной программы) нацелен на овладение профессиональной компетенцией или группой профессиональных компетенций, соответствующих одному виду профессиональной деятельности.

Таким образом, имеется возможность формирования индивидуальных образовательных траекторий в соответствии с должностными инструкциями, трудовыми функциями и

требованиями промышленных предприятий для ликвидации квалификационного дефицита путем выбора: профессиональной компетенции, профессионального модуля, дисциплин(ы). На рис. 1 приведено фреймовое описание последовательности формирования индивидуальных билингвальных образовательных траекторий. Процесс формирования билингвальной компетентности строится поэтапно, обеспечивая усвоение основных компетенций и компетентности в целом на основе двуязычия.

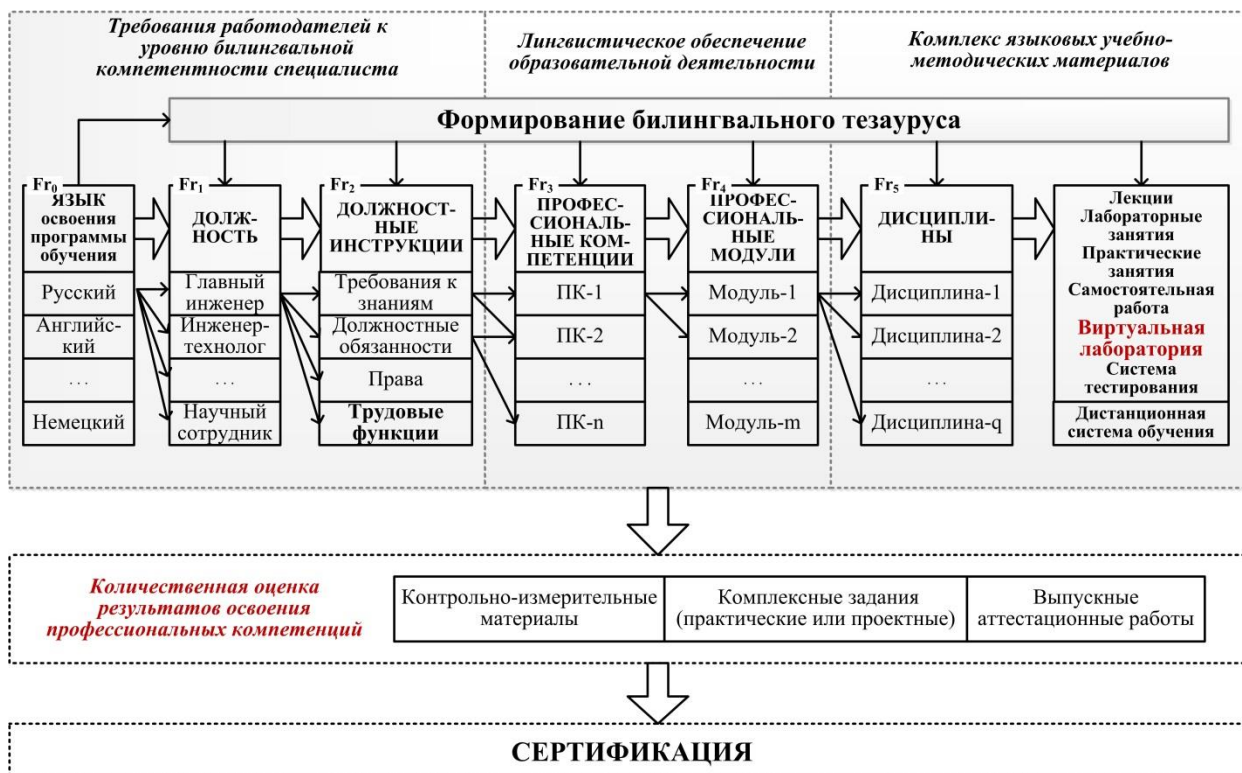


Рис. 1. Этапы формирования индивидуальных билингвальных образовательных траекторий

Трудовая функция – составная часть вида трудовой деятельности, представляющая собой интегрированный набор трудовых действий, предполагающий наличие необходимых компетенций для их выполнения. Для выполнения конкретной трудовой функции требуется наличие целостного набора компетенций (совокупности знаний, умений и навыков). В структуре профессиональной компетентности можно выделить два основных компонента: профессиональные знания, приобретаемые в процессе обучения; трудовые навыки и умения, приобретаемые и развиваемые в процессе практической деятельности.

Таким образом, для освоения знаниевых образовательных результатов (знаний) в электронной информационно-образовательной среде используется комплекс языковых учебно-методических материалов (видео- и интерактивные лекции, мультимедийные презентации).

Для освоения компетентностных результатов обучения (умений) используются распределенные практико-ориентированные обучающие комплексы и виртуальные лаборатории на базе билингвального тезауруса и комплекса языковых учебно-методических материалов.

2. Структура компетентностно-ориентированных систем обучения

Как объекты изучения и моделирования современные промышленные производства, как правило, характеризуются: выпуском продукции различного типа $TP = \{TP_1, \dots, TP_{tp}\}$, $i = \overline{1, tp}$, обширной номенклатуры $MP = \{MP_1, \dots, MP_{mp}\}$, $i = \overline{1, mp}$; многообразием технологических стадий $TS = \{TS_1, \dots, TS_{ts}\}$, $i = \overline{1, ts}$, оборудования $EQ = \{EQ_1, \dots, EQ_{eq}\}$, $i = \overline{1, eq}$; возможностью получения одного и того же продукта из сырья разных видов $FS = \{FS_1, \dots, FS_{fs}\}$, $i = \overline{1, fs}$, по различным рецептурам $RP = \{RP_1, \dots, RP_{rp}\}$, $i = \overline{1, rp}$; строгими требованиями к качеству полупродуктов $IP = \{IP_1, \dots, IP_{ip}\}$, $i = \overline{1, ip}$ и готовой продукции $QP = \{QP_1, \dots, QP_{qp}\}$, $i = \overline{1, qp}$; возникновением на стадиях производства нештатных ситуаций $ST = \{ST_1, \dots, ST_{st}\}$, $i = \overline{1, st}$, связанных с нарушением показателей качества продукции (причинами возникновения брака $RS = \{RS_1, \dots, RS_{rs}\}$, $i = \overline{1, rs}$).

В соответствии с разработанной методологией сквозного проектирования обучающих систем формализованное описание объекта изучения является основой для автоматизированного синтеза с использованием современных информационных технологий ядра компьютерных тренажерно-обучающих комплексов (рис. 2).

При формировании функциональной структуры системы обучения создаются модули, выполняющие функции обучения и тренажа: интерфейс инструктора; интерфейс обучаемого; модуль выполнения вычислительных экспериментов; модуль формирования результатов имитационного моделирования; информационное и математическое обеспечение.

Для проведения тренировки инструктор имеет возможности: управления моделью; контроля за ходом обучения; оценки действий обучаемого по выбранной модели контроля знаний.

Информационная структура интерфейса обучаемого включает модули оперативного управления структурой объекта изучения с помощью динамически управляемой мнемосхемы процесса; контроля и регулирования параметров процесса; получения разъяснений, советов, рекомендаций по управлению. Такая структура интерфейса обучаемого позволяет учесть характеристики объекта изучения для различных модификаций, получить глубокие профессиональные знания с учетом накопленного опыта экспертов.

Для обучения проектированию и управлению химико-технологическими процессами используются информационные модели, имитационные ММ и модели представления знаний [3, 9].

Информационные модели реализуются в виде баз данных (БД) геометрических моделей и конструктивных характеристик производственных агрегатов, технологических параметров процессов, характеристик сырьевых материалов и целевой продукции. БД настраиваются на различные структуры объекта изучения, режимы его функционирования, производительность, состав сырья и качество продукции путем динамического изменения диапазонов соответствующих параметров.

Это обеспечивает адаптацию разрабатываемых тренажерно-обучающих комплексов на различные модификации объекта изучения, что позволяет интегрировать их в автоматизированные системы проектирования и управления технологическими производствами.

Имитационные ММ обеспечивают возможности активного обучения при решении различных задач обучения: обучение управлению в нештатных ситуациях и при перенатойке производства на новое задание по сырью и производительности, изучение способов и задач оптимального управления, изучение причинно-следственных связей в объекте, обучение структурному и параметрическому синтезу объекта изучения и осуществление поверочных расчетов спроектированных объектов [11-17].

Для разработки системы имитационного моделирования объекта изучения необходимы распознавание и обработка событий.

При моделировании события (C) описываются место возникновения события, момент системного времени, при котором возникает событие (t), параметр объекта (V), определяющий событие и его пороговые ограничения (L).

$$C^j = \{t\} \Big|_{V_j \leq V_j^L},$$

где $V = \{X, U, Y\}$ – вектор технологических параметров объекта, соответственно: X – входных, U – управляющих, Y – выходных; j – индекс принадлежности к месту возникновения события (иерархическому уровню – потоку, аппарату, стадии, процессу). События (ситуации) могут быть смоделированы двумя путями:

- 1) с помощью множества параметров информационной модели:

$$M_C^I = \{V, t\} \Big|_{V_j \leq V_j^L};$$

- 2) с помощью решения имитационных моделей:

$$M_C^M = F\{V, K, t\} \Big|_{V_j \leq V_j^L},$$

где K – вектор коэффициентов имитационной модели.

Число событий в объекте изучения заданного иерархического уровня определяется числом сочетаний пороговых ограничений технологических параметров объекта управления и числом параметров, для которых установлены ограничения:

$$N_C = N_V \sum_{j=1}^K N_{Lj},$$

где N_C – число событий, N_V – число параметров, N_{Lj} – число пороговых ограничений j -ого параметра объекта.

Для моделирования причин нарушений в базовой модели изменяются компоненты модели по отношению к номинальным значениям. При моделировании события базовая модель продолжает функционировать, однако приоритетность аварийного события переключает внимание обучаемого на параметры, определяющие аварийную ситуацию, сопровождаемую, как правило, звуковой и световой сигнализацией. Для некоторых эксплуатационных и аварийных причин разработана стохастическая модель, позволяющая определить вероятность причины в случае неполноты информации.

Для изучения экспертных знаний, способов устранения нештатных ситуаций, передового опыта по способам безаварийного и эффективного управления и формирования интеллектуальных советов по проектированию и управлению высокотехнологичными производствами в процессе обучения в структуру тренажеров интегрируются модели представления неформализованных знаний об объекте изучения. Для синтеза автоматизированных подсистем представления декларативных и процедурных знаний использованы инструментальные средства объектно-ориентированного программирования, оболочки экспертных систем, языки представления знаний.

На рис. 3 приведен пример интерфейса обучающей системы для освоения компетентностных результатов обучения образовательной программы «Автоматизированная обработка информации и управление производством наноструктурированных керамических материалов и покрытий с использованием элементов электронного обучения» [12], разработанной СПбГТИ(ТУ) по заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ Роснано и ООО «Вириал».

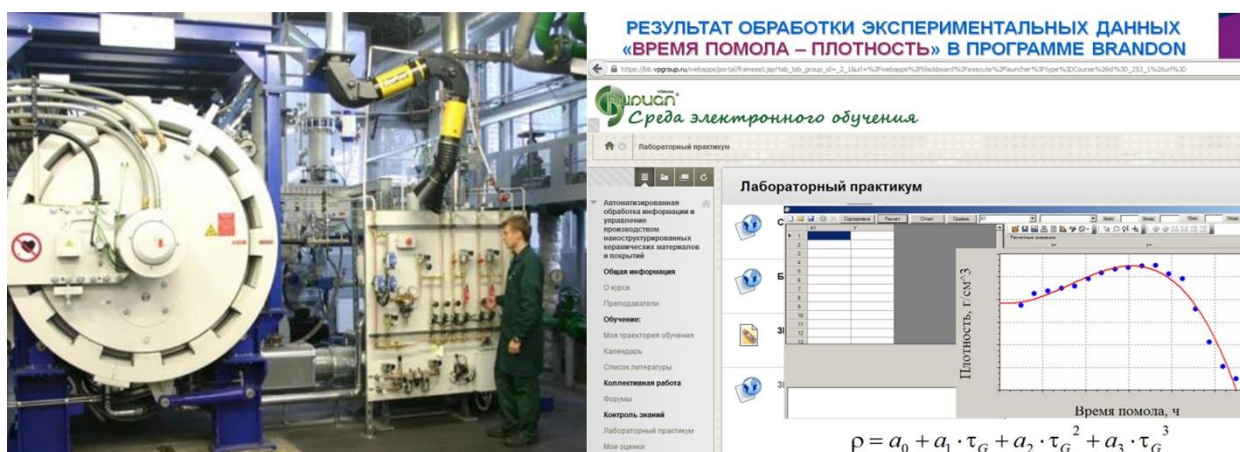


Рис. 3. Пример производства ООО «Вириал» и пример интерфейса системы электронного обучения для производственного персонала

Положительный эффект от внедрения системы достигается за счет обеспечения требуемого качества продукции, уменьшения брака, экономии дорогостоящего сырья, уменьшения затрат на проведение натурных экспериментов с новыми типами керамических материалов вследствие возможности компьютерного исследования зависимости показателей качества от свойств материала и режимных параметров процесса по ММ.

3. Оценка образовательных результатов

При реализации образовательных программ наиболее сложной задачей является качественная и количественная оценка приобретаемых профессиональных компетенций, особенно при подготовке специалистов инженерного профиля [5, 6, 9].

Для количественной оценки результатов освоения профессиональных компетенций используются контрольно-измерительные материалы и комплексные задания (практические или проектные), а также выпускные аттестационные работы.

Для качественного определения уровня подготовки специалистов инженерного профиля используются следующие модели контроля знаний: регистрация полученных знаний, оценка знаний по контекстной модели, анализ ошибок, метод наложения и порождающее моделирование.

Разработанная электронная информационно-образовательная среда предоставляет следующие возможности для оценки профессиональных компетенций обучаемых специалистов: управление моделью (задание дополнительных ситуаций на объекте изучения); контроль за действиями обучаемого и режимами функционирования объекта изучения; анализ и оценка действий обучаемого по выбранной модели контроля знаний.

Для управления и организации процесса обучения в составе среды разработана программа-менеджер, которая осуществляет настройку параметров моделей объекта изучения; чтение сценария обучения; распознавание и обработку событий, заданных в сценарии обучения; занесение результатов обучения в файл протокола. В результате функционирования программы-менеджера инструктор может ознакомиться с результатами обучения в файле протокола обучения, исследовать таблицы и графики состояния объекта изучения по хранящейся предыстории объекта, произвести коррекцию сценария обучения в соответствии с уровнем знаний обучаемого. По результатам выполнения практических заданий обучающийся составляет подробный отчет о выполненной работе.

Для оценки образовательных результатов программа менеджер с помощью специального конструктора позволяет создавать сетку критериев для сопоставления критериев обучения и достигнутых обучающимся образовательных результатов [9, 10]. Сетка критериев, пример которой приведен в табл. 1, позволяет инструктору формализовать процесс выставления оценки по результатам выполнения практического задания и подготовленного отчета.

Таблица 1. Сетка критериев оценки компетенций

Критерии	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	0 %	40 %	70 %	100 %
Фиксация параметров оборудования	Параметры оборудования не зафиксированы	Не все опыты были проведены	Описаны не все параметры оборудования	Описаны все параметры оборудования
Обработка результатов	Результаты не обработаны	Не все результаты, полученные в ходе практической работы, приведены в отчете	Все полученные результаты приведены в отчете, но нет выводов	Все результаты приведены в отчете и сделаны выводы

Оценка выполнения практического задания p_i осуществляется путем сравнения отклонений нормированных значений параметров, полученных по результатам моделирования u_j , от пороговых ограничений параметров технологического процесса (экспертных, регламентных) $u_{j\text{РЕГ}}$, значения которых хранятся в базе данных системы обучения. Отклонения от допустимых регламентом показателей технологического процесса являются оценкой знаний при выработке навыков управления

$$p_i(t_{OK}) = \sum_{j=1}^n |y_j(t_{OK}) - y_{j\text{РЕГ}}(t_{OK})|,$$

где t_{OK} – время выполнения задания (освоения компетенции).

Комплексная оценка освоения образовательной программы B рассчитывается по формуле

$$B = \sum_{i=1}^M b_i,$$

где M – количество модулей образовательной программы;

b_i – оценка освоения отдельного i -го модуля программы, $i = \overline{1, M}$.

Оценка освоения отдельного модуля программы определяется по формуле

$$b_i = p_i + T_i,$$

где p_i – количество баллов за качество выполнения практических работ;

T_i – количество баллов, набранных при контрольном тестировании.

Таким образом, разработанные модели контроля знаний позволяют количественно и качественно оценить результаты освоения профессиональных компетенций, что является основным показателем качества реализации инновационных билингвальных компетентностно-ориентированных образовательных программ.

Заключение

Анализ внедренных в промышленность и учебные центры различных классов систем обучения показал их работоспособность, достоверность принципов разработки, адекватность структурно-классифицированного описания объекта изучения, полноту структур и параметров обучающих систем, возможность синтеза и адаптации необходимых систем в зависимости от отличительных признаков объекта изучения, целей обучения и тренажа.

Электронная информационно-образовательная среда успешно апробирована при реализации двух образовательных программ профессиональной подготовки (уровень – магистратура) и пяти образовательных программ повышения квалификации пилотных групп специалистов промышленных предприятий (ООО «Клекнер Пентапласт Рус», ООО «Вириал», ПАО «Северсталь», ЗАО «ИЛИП», ОАО «АК «Ригель»), разработанных по заказу Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО.

По результатам проведения апробаций различных образовательных программ для специалистов инженерного профиля наиболее эффективным средством освоения компетентностных результатов обучения является использование распределенных практико-ориентированных систем обучения и виртуальных лабораторий.

Предложенная в работе электронная образовательная среда позволяет аккумулировать передовые знания в области современных производственных технологий, повысить уровень безопасности промышленных производств, повысить качество продукции, улучшить экологические характеристики производственной среды за счет повышения профессионального уровня специалистов (приобретения опыта и навыков поведения в аварийных ситуациях, глубокого понимания причинно-следственных связей в объекте, быстрой реак-

ции на неполадки, снижения психологической перегрузки, увеличения уверенности, самостоятельного решения задач управления).

Представленная методика оценки приобретаемых профессиональных компетенций позволяет решать сложную задачу качественного анализа полученных образовательных результатов. Для определения уровня подготовки специалистов предлагается использовать следующие модели контроля знаний: формирование сценария обучения в зависимости от уровня знаний специалистов для порождающего моделирования; контроля типа ошибок и времени обучения; сравнения с эталонными (экспертными) знаниями (моделями); регистрации и ранжирования изученной информации, дерева решений, отклонений от пороговых ограничений параметров; формирования производственных режимных листов для контроля показателей процесса, полученных при обучении.

Таким образом, билингвальное компетентностно-ориентированное обучение специалистов с использованием современных образовательных технологий позволяет повысить профессиональный уровень персонала современных промышленных предприятий и приблизить их квалификацию к требованиям профессиональных стандартов в условиях полиязычной среды.

Список литературы

- [1]. Алашеев С.Ю., Голуб Г.Б., Коган Е.Я., Посталюк Н.Ю., Прудникова В.А. Принципы, порядок и процедуры разработки образовательных программ подготовки кадров к освоению новых производственных технологий по заказу производственных компаний: Методическое пособие / под ред. Е.Я. Когана. М.: НП МАМСО. 2011. 48 с.
- [2]. Азоев Г.Л., Афанасьев В.Я., Балякин А.А., Дегтерева Е.А., Жулего В.Г., Зобов А.М., Сумарокова Е.В., Челенков А.П. Инновационные кластеры nanoиндустрии / под ред. Г.Л. Азоева. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012. 296 с.
- [3]. Об опыте обучения производственного персонала инновационных промышленных предприятий // Портал машиностроения. 16.10.2012. Режим доступа: <http://mashportal.ru/career-26813.aspx> (дата обращения: 14.07.2016)
- [4]. Филиппович А.Ю., Филиппович Ю.Н. Основные подходы к построению проектно-технологической магистратуры // Актуальные проблемы реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Научные чтения. Книга I. М.: Изд-во СГУ. 2015. С. 100-117.
- [5]. Veshneva I., Singatulin R., Bolshakov A., Melnikov L., Chistjakova T. Model of formation of the Feedback Channel within Ergatic Systems for Monitoring of Quality of Processes of Formation of Personnel Competences // International Journal for Quality Research. 2015. Vol. 9. № 3. P. 495-512. Режим доступа: <http://oaji.net/pdf.html?n=2015/452-1448288506.pdf> (дата обращения: 14.07.2016)
- [6]. Muratova E.I., Dvoretzky S.I., Voyakina E.Yu. Organization of postgraduate students training in the technical field of sciences // International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL 2013). (25 to 27 September 2013, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia). IEEE. 2013. P. 446-449. DOI: [10.1109/ICL.2013.6644622](https://doi.org/10.1109/ICL.2013.6644622)

- [7]. Grossmann I.E. Advances in Mathematical Programming Models for Enterprise-Wide Optimization // Computers & Chemical Engineering. 2012. Vol. 47. P. 2-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compchemeng.2012.06.038>
- [8]. Dvoretzskii D.S., Dvoretzskii S.I., Ostrovskii G.M., Polyakov B.B. A new approach to the optimal design of industrial chemical-engineering apparatuses // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2012. Vol. 46. Is. 5. P. 437-445. DOI: [10.1134/S0040579512040112](http://dx.doi.org/10.1134/S0040579512040112)
- [9]. Чистякова Т.Б. Информационные технологии синтеза компьютерных тренажеров для химических производств // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического ин-та (технического ун-та). 2007. № 1 (27). С. 90-95.
- [10]. Кустов В.Н., Новожилова И.В. Электронное обучение специалистов в системах повышения квалификации // Программные продукты и системы. 2012. №. 2. С. 125-129.
- [11]. Петров Д.Н., Чистякова Т.Б., Чарыков Н.А. Математическая модель для обучения управлению процессами синтеза фуллеренов // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического ин-та (технического ун-та). 2014. № 26(52). С. 72-79.
- [12]. Корниенко И.Г., Чистякова Т.Б., Новожилова И.В. Система электронного обучения управлению процессами получения твёрдых сплавов // Известия МГТУ МАМИ. 2014. Т. 5. № 3 (21). С. 157-163.
- [13]. Колерт М., Чистякова Т.Б. Интеллектуальный анализ и мониторинг в режиме реального времени характеристик производства полимерных пленок. [Kohlert M., Chistyakova T.B. Advanced Process Data Analysis and On-line Evaluation for Computer-Aided Monitoring in Polymer Film Industry]. // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического ин-та (технического ун-та). 2015. № 29. С. 83-88.
- [14]. Kohlert C., Kohlert M., Chistyakova T., Ivanov A., Sadykov I. Counterfeit-proofing based on the principle of randomness // Kunststoffe international. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. 2010. Vol. 7. P. 32-35.
- [15]. Kohlert C., Schmidt B., Schnabel A., Michels F., Razigraev A., Chistjakova T. Coloured polymeric moulded bodies, and method and device for producing the moulded bodies: International application PCT/EP2012/003767. Also published as: CN103890051B, DE102011113543A1, DE102011113543A8, EP2756029A1, US20140234608, WO2013037468A1. Declared: 2012.09.07. ENP. Entry into the national phase: 2014.04.15. RU. № 2014114845.
- [16]. Kohlert C., Schmidt B., Egenolf W., Chistjakova T. Packaging film for product authentication, authentication method and system: International application PCT/EP2009/004771. Also published as: CN102089221A, CN102089221B, DE102008032781A1, EP2318286A1, EP2318286B1, US20110164748, WO2010003585A1. Declared: 2009.07.02. ENP. Entry into the national phase: 2011.02.11. RU. № 2011105020.
- [17]. Beyer M.-A., Reinig G. Evaluierung von wahrscheinlichkeitstheoretischen Inferenzverfahren für dynamische Systeme. // Vortragskurzfassungen 42 Regelungstechnisches Kolloquium in Boppard. (Boppard, Germany, 20–22 FEBRUAR 2008). 2008. P. 8-9.
https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/3736/Programm_2008.pdf?command=downloadContent&filename=Programm_2008.pdf