

УДК 32.327.57

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В США

© 2016 г. **А.В. Корнеев***

Статья поступила в редакцию 16.12.2015

В стратегии американского государственного регулирования ТЭК наблюдается концентрация федерального субсидирования инновационных технологических прорывов: растёт эффективность разведки, добычи, энерго- и ресурсосбережения. Особое значение также придаётся компенсации вытеснения человека из прямого участия в работе технологических и управляющих систем. Всё большее внимание уделяется информационной безопасности, росту рисков, связанных с некомпетентностью персонала в критических условиях, и интенсивному повышению квалификации специалистов и операторов. Международное сотрудничество в данной сфере желательно развивать на основе укрепления технологической безопасности в энергетике, коллективной защиты международных объектов энергетической инфраструктуры, прогнозирования и профилактики перспективных техногенных угроз.

Ключевые слова: государственное субсидирование, инновации, энергосбережение, энергоэффективность, безопасность, человеческий фактор, производственное обучение, международное сотрудничество.

Субсидирование инновационного развития топливного сектора

Современные приоритеты федерального субсидирования инновационных технологий освоения нефтегазовых месторождений и переработки топливного сырья в США позволяют выделить наиболее перспективные направления для расширения взаимовыгодного российско-американского технологического сотрудничества прикладного характера*. Важными особенностями американской модели государственной поддержки инновационного развития отрасли являются её опора на прикладные разработки в ведущих университетских исследовательских центрах, активное использование дополнительных средств частных инвестиционных фондов, а также преимущественная ориентация на ин-

* **КОРНЕЕВ Андрей Викторович** – кандидат экономических наук, руководитель Центра проблем энергетической безопасности ИСКРАН. Российская Федерация, 121069 Москва, Хлебный пер., 2/3 (akorneyev@yahoo.com).

* В статье излагаются основные положения аналитического доклада автора, представленного в ходе работы международной конференции «Освоение шельфа России и СНГ –2014», прошедшей в Москве в мае 2014 года.

тересы мелких и средних независимых компаний. В числе наиболее перспективных направлений таких НИОКР следует отметить следующие:

- сейсмическое многомерное геологическое картирование – использование волнового зондирования в различных низкочастотных диапазонах для создания объёмных изображений полигенных подземных образований, упрощающих обнаружение залежей нефти и газа;
- дистанционное геологическое картирование методом измерения локальных внутренних сопротивлений – определение разнородных зон проводящих участков земных недр, при которых используются электромагнитные волны ультранизкой частоты для выявления расположения нефтегазоносных пластов;
- глубоководная разведка и добыча – получение нефти и газа из морских месторождений на глубинах свыше 1,5 км и ниже 3 км под уровнем дна с использованием крупных автономных плавучих динамически позиционируемых платформ для добычи, хранения и отгрузки топливного сырья;
- инъекционная интенсификация добычи нефти и газа – технологии закачки в продуктивные пласты рабочих жидкостей или газообразных реагентов для замедления или обращения процессов естественного истощения действующих месторождений с учётом их геологической структуры;
- кустовое горизонтальное и наклонное бурение – проводка наклонных или горизонтальных скважин повышенной протяжённости с учётом переменной плотности горных пород и с применением активных контролируемых отклонителей, устанавливаемых после дистанционно управляемого турбобура;
- внедрение специальных методов интенсивной очистки нефтепродуктов с использованием абсорбционно-газофракционирующих установок, термического крекинга, висбрекинга в жидкой фазе, коксования, пиролиза, пекования, термоокислительной и адсорбционной очистки;
- строительство и эксплуатация автономных плавучих и платформенных морских заводов по производству сжиженного природного газа и водорода в открытом море с последующей перегрузкой на криогенные танкеры;
- дистанционный мониторинг состояния нефтегазовых трубопроводов – проектирование, монтаж и эксплуатация электронных автоматизированных систем для отслеживания режимов работы насосных станций, состояния заслонок и вентилях, оптико-волоконной локализации возникновения неполадок, врезок, пробоев и утечек;
- многоуровневая когенерация – процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии, при котором теплообменная среда после получения электроэнергии применяется для нужд теплоснабжения, кондиционирования и криогенного энергоаккумулирования;
- газожидкостная конверсия – промышленное производство жидкого топлива для транспортных средств на базе промежуточного получения синтез-газа, синтеза средних дистиллятов и выделения тяжёлых предельных углеводородов без примесей серы и полиароматических соединений;
- использование сайклинг-процесса при добыче газового конденсата – продлённая разработка месторождений, содержащих газовый конденсат, при поддержании высокого внутрипластового давления посредством обратной за-

качки деэтанализованного конденсата, получаемого из ранее извлечённого природного газа после отделения жидких углеводородов;

- внедрение мультифазных насосов и трубопроводов для безопасной одновременной транспортировки газа и конденсата, снижения давления на устье скважины, уменьшения вредного воздействия на окружающую среду, эффективного использования попутного газа без факельного сжигания;

- промышленная добыча метана угольных пластов – извлечение и очистка природного газа, образующегося в результате подземных биохимических и физических процессов, с применением локального горизонтального бурения, а также гидро- и пневмодинамического воздействия на продуктивные пласты;

- повышение эффективности методов разведки и добычи сланцевого газа – дистанционное сейсмическое многопрофильное зондирование, компьютерный многомерный анализ и расчётное графическое моделирование, направленное многовекторное наклонное бурение, гидравлический разрыв пластов;

- комплексное обеспечение производственной безопасности при эксплуатации автоматизированных систем управления технологическим процессом – АСУТП и новейших активно-адаптивных энергетических сетей в нефтегазовой отрасли с учётом специфики человеческого фактора.

В США также успешно реализуется Федеральная программа развития качества нефтепереработки (*The Federal Oil Processing Program*) [12, p. 1-18]. В её рамках предусмотрены такие приоритетные направления государственного субсидирования развития нефтепереработки, как повышение выхода конечных продуктов крекинга, активный дистанционный контроль качества ректификации, использование более тяжёлых сортов битуминозной нефти, безопасное использование нефти с повышенным содержанием серы, снижение загрязнения окружающей среды при переработке, внедрение новых видов химических катализаторов, повышение надёжности и долговечности оборудования предприятий, рост энергетической эффективности переработки нефти, совершенствование методов сепарации фракций нефтепродуктов, внедрение биохимических методов переработки и очистки, внедрение технологии неорганической мембранной очистки, холодный радиационный крекинг нефти, плазменная обработка, защита нефтеперерабатывающих заводов от террористических нападений и диверсий. Всего с использованием федеральных субсидий в рамках этой программы выполняются 22 проекта в девяти штатах.

С учётом активного создания и совершенствования комплексных систем электронно-цифровых наступательных вооружений, недавно утверждённые новые наборы приоритетов Министерства внутренней безопасности США и стран НАТО для обеспечения нормального функционирования инфраструктурных и производственных объектов ТЭК в критических ситуациях ориентируются на четыре вида источников угроз: 1) враждебные военные блоки и государства; 2) международные и внутренние террористы; 3) отраслевые конкуренты; 4) враждебные инсайдеры.

Особое внимание при этом уделяется информационной и кибернетической безопасности, системам производственной ПВО, многоуровневой физической

защите производственных площадей, контролю несанкционированного вскрытия аппаратуры, а также дополнительным дорогостоящим средствам защиты от новых видов импульсного электромагнитного оружия военного и террористического назначения [11, р. 1-3]. Так, начиная с 2012 г. на перспективные разработки по программам обеспечения безопасного производства различных видов топлива из минерального сырья в рамках федерального бюджета ежегодно предусматривалось выделение свыше 450 млн. долл. [13, р. 1].

Внедрение новых видов активно-адаптивных электрических сетей (ААЭС – *Smart Grids*) и современных цифровых систем автоматизации управления производственными процессами в ТЭК способствует росту дополнительных многосторонних рисков. Последствия ошибочных действий персонала при этом всё чаще не ограничиваются первоначальной утратой данных или временной невозможностью предоставления услуг, а влекут за собой крупные кумулятивные финансовые потери, хищения интеллектуальной собственности, падение курсов акций и подрыв деловой репутации предприятий [1, с. 5–10].

В настоящее время параллельно происходит рост степени уязвимости автоматизированных управляющих систем и критичности самого слабого и опасного звена на современном производстве – человеческого фактора. Эти особенности имеют важное значение в процессе модернизации производственной инфраструктуры ТЭК [14, р. 1].

Современные системы производственной безопасности

Для обеспечения безопасного функционирования действующих и вновь создаваемых сложных и высокоэффективных интеллектуальных энергетических и управляющих систем производственного назначения в США и в других развитых странах обычно предусматривается следующий обязательный комплекс различных видов функциональной защиты от:

- общей некомпетентности и безответственности персонала;
- нарушений целостности и режимов работы сетевых коммуникаций;
- вскрытия и злонамеренной переналадки аппаратуры;
- сознательного коррупционного небрежения в отношении мер безопасности;
- враждебных и предательских инсайдеров;
- военного и промышленного шпионажа;
- террористических актов вымогательства и устрашения;
- нарушений качества рабочей среды функционирования персонала.

При этом на всех важных производственных объектах планируется создать и модернизировать четыре обязательные контрольно-регистрирующие системы комплексной безопасности, обеспечивающие: 1) непрерывный дистанционный мониторинг основных технологических параметров функционирования производственных процессов; 2) раннее выявление и профилактику угроз промышленного шпионажа и террористического нападения; 3) регулярные проверки работоспособности и операционной надёжности персонала; 4) мониторинг состояния параметров рабочей среды размещения персонала и

вспомогательного технологического оборудования [10, р. 1-8]. В рамках указанных направлений дополнительно предусматривается ряд внутренних функциональных блоков:

I. Группа блоков мониторинга технологических параметров функционирования объектов энергосистем:

- блок непрерывного мониторинга системных, технологических, экономических и экологических параметров;
- блок контроля выполнения графиков планово-предупредительных ремонтов, своевременной замены и модернизации технического оборудования;
- блок регистрации результатов мониторинга, установленных параметров и наполнения многопрофильных баз данных для создания долгосрочных временных рядов значений регистрируемых показателей;
- блок унифицированных моделей эталонных аварийных ситуаций и соответствующих диапазонов допустимых эксплуатационных параметров;
- блок автоматического анализа и идентификации ненормативных ситуаций и регистрируемых отклонений результатов контрольных измерений;
- система генерации сигналов тревожной сигнализации и зональной автоблокировки;
- блок машинной выработки наборов рекомендаций по преодолению критических аварийных ситуаций;
- блок дублированных систем дистанционного и локального управления ключевыми объектами и механизмами энергосистем;
- блок систем анализа и ввода дополнительных данных по новым эталонным аварийным ситуациям и критическим отклонениям измеряемых параметров.

II. Группа блоков выявления угроз промышленного шпионажа и террористического нападения:

- блок контроля функционирования внешних контуров физической защиты территории предприятий;
- блок обеспечения постоянного контроля вскрытия аппаратуры и регистрации целостности физической защиты объектов энергосистем;
- блок независимой распределённой регистрации сетевых электронных вторжений и активации средств антивирусной защиты;
- блок систем радиационного и лучевого контроля, регистрации мощных и слабых электромагнитных импульсов, попыток ультра- и инфразвукового воздействия.
- блок контроля функционирования и регистрации содержания служебной электронной почты предприятий;
- блок контроля, регистрации и анализа содержания служебных переговоров персонала на рабочих местах.

III. Группа блоков контроля работоспособности и операционной надёжности персонала:

- блок систем первичного медицинского и психологического контроля, а также ежедневного допуска персонала на рабочие места;
- блок систем постоянного видеонаблюдения и объективного инструментального контроля характера поведения персонала на рабочих местах;

- блок систем периодического контроля операционной состоятельности и тестирования реакций персонала на рабочих местах;
- блок контроля производственных нагрузок сотрудников и соблюдения нормативов использования рабочего времени;
- блок выявления, анализа и регистрации функциональных ошибок операторов на рабочих местах;
- блок систем периодического тренажёрного тестирования и повышения квалификации действующего персонала;
- блок профессионального отбора и первичного обучения новых сотрудников.

IV. Группа блоков мониторинга состояния параметров рабочей среды функционирования персонала и технологического оборудования энергосистем:

- блок систем регистрации данных метеорологического и сейсмологического контроля;
- блок систем внутреннего контроля радиационной и электромагнитной обстановки в рабочих помещениях;
- блок систем профилактического выявления химических и бактериологических заражений объектов энергосистем;
- блок систем мониторинга состава, качества и токсикологического контроля используемых продуктов питания, а также состояние систем водоснабжения и кондиционирования воздуха на рабочих местах.

Вполне оправданным и целесообразным считается пространственное разделение и дублирование всех диспетчерских постов управления работой технологического и коммутационного оборудования, а также распределённых региональных производственных и энергетических центров обработки данных (*РЦОД – DCS*) с использованием модульных конструкций и универсальных транспортных контейнеров *ISO 6346* стандартного размера (40 футов, 12,2 x 2,4 x 2,6 м). Это позволяет обеспечивать их быструю транспортировку, дублирование дежурных бригад операторов и ремонтников, сетевую масштабируемость центров управления, быструю замену, переключение и восстановление аппаратуры после аварий, многократное резервирование данных, скрытое и замаскированное размещение вне зданий, под водой и в подземных укрытиях.

Контейнерные модули могут иметь дополнительное экранирование и броневую защиту, внутренние системы жизнеобеспечения, распределённое независимое электропитание, автономные системы контроля состояния окружающей среды, охлаждения аппаратуры, кондиционирования воздуха, противопожарной и биологической защиты. Модульное размещение операторов мониторинга особенно удобно для обеспечения безопасности работы магистральных топливных трубопроводов и линий электропередач [3, с. 36–38].

Эффективные методы обучения и переподготовки производственного персонала

Современная мировая практика показывает, что для снижения производственных рисков, связанных с человеческим фактором, первичное обучение и

последующее непрерывное повышение квалификации персонала должны включать не менее пяти обязательных этапов: 1) мультимедийный рассказ преподавателя с использованием конкретных ситуаций и примеров; 2) показ преподавателем на диспетчерских тренажерах конкретных примеров действий по ликвидации аварийных ситуаций; 3) совместная командная работа обучаемых и преподавателей на тренажерах с прохождением контрольных тестов; 4) самостоятельная индивидуальная и групповая работа обучаемых по практическому применению полученных навыков под наблюдением преподавателей; 5) зачётное прохождение обучаемыми производственных стресс-тестов с моделированием аварийных ситуаций и последующим написанием и защитой квалификационной работы с анализом ошибок и выработкой корректирующих рекомендаций.

Успешность профессионального производственного обучения определяется такими факторами, как своевременная выработка глубокой внутренней целевой мотивации обучаемых, применение методов развивающих заданий по принципу нарастания сложности, постоянное использование обратных связей по схеме «отметить успехи, указать на ошибки, сформулировать позитивные ожидания на будущее», реализация индивидуального подхода к обучаемым в рамках адаптивного «коучинга», высокое объективно контролируемое качество преподавания при обязательной проверке всех полученных навыков обучаемых в критических тестовых ситуациях. Программа учебных курсов должна ориентироваться не на однократные стартовые циклы, а на систему обязательной многократной периодической переподготовки на протяжении всего срока производственного стажа сотрудников с постоянным применением баз данных объективных индикаторов качества итоговых знаний и реальных практических навыков.

При этом желательно использовать как личный опыт квалифицированных преподавателей, так и уже имеющиеся зарубежные и российские автоматизированные системы обучения, использующие адаптивное инструктивное проектирование учебных курсов и интенсивных игровых тренингов; программы дистанционного компьютерного профессионального обучения – лекционные курсы, тестовые проверки усвоения материала, интерактивные деловые игры в локальных компьютерных сетях и в Интернете; кросс-культурное консультирование менеджеров, специальные целевые тренинги по борьбе с коррупцией и наркотическими зависимостями, а также по выработке основ командной межличностной адаптации и ролевой ситуационной синергетики.

Такой комплексный подход ставит в повестку дня организацию дополнительной подготовки, в частности в России, специалистов по новому учебному курсу «Основы обеспечения энергетической безопасности, энергосбережения и снижения аварийности», а также внедрения в учебный процесс вузов взаимосвязанных элементов управления охраной труда, производственной и экологической безопасностью [8, с. 5]. Основными видами АСО в современной практике являются автоматизированные системы программированного обучения, обеспечения деловых игр, специальные тренажеры и тренажерные комплексы [7, 1-3].

Перспективы развития международного сотрудничества

Рассмотренные данные показывают, что в стратегии современного американского государственного регулирования ТЭК наблюдается последовательная концентрация федерального субсидирования для стимулирования инновационных технологических прорывов, обеспечивающих резкий рост эффективности и качества разведки, добычи, переработки топливного сырья, развитие энергосбережения и ресурсосбережения.

Особая приоритетность также придаётся компенсации органических недостатков человеческого фактора путём постепенного вытеснения человека из прямого участия в работе технологических и управляющих систем. При этом как в США, так и в других развитых зарубежных странах, всё больше внимания уделяется комплексной информационной безопасности, снижению объективных рисков, связанных с некомпетентностью персонала в критических условиях, и непрерывному повышению квалификации специалистов и операторов.

Исходя из объективных интересов России, международное сотрудничество в данной сфере желательно развивать на базе взаимовыгодного обмена методологическим опытом, совместных проектов повышения технологической безопасности в энергетике, создания средств коллективной защиты важнейших международных объектов энергетической инфраструктуры, долгосрочного прогнозирования и активного международного сотрудничества по предотвращению перспективных техногенных угроз.

Список литературы

1. *Корнеев А.В.* Защита инфраструктуры ТЭК от новых средств кибернетического нападения: опыт борьбы с дистанционным терроризмом // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2012. – № 1. – С. 5–10 [*Korneyev A.V.* Energy Infrastructure Protection Against New Means of Cyber Attacks: the Experience of Combating Remote Terrorism // Energy Security and Energy Efficiency. – 2012. – No. 1. – P. 5–10].
2. *Корнеев А.В.* Повышение энергосбережения и энергоэффективности экономики России: реальные альтернативы в среднесрочной перспективе и роль международного сотрудничества // Россия в мире: гуманитарное, политическое и экономическое измерение: материалы Всероссийской научной конференции. – М.: Научный эксперт, 2010. – С. 1587–1596 [*Korneyev A.V.* Improving Energy Conservation and Efficiency of the Russian Economy: the Real Alternatives in the Medium Term and the Role of International Cooperation // Russia in the World: Humanitarian, Political and Economic Dimensions: Materials of the scientific conference. – Moscow: Scientific Expert, 2010. – P. 1587–1596].
3. *Корнеев А.В.* Проблемы обеспечения безопасности сетей трубопроводного транспорта: американский опыт борьбы с дистанционными диверсионными действиями и кибернетическим терроризмом // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2011. – № 2 (24). – С. 36–43 [*Korneyev A.V.* Problems of Safety for the Pipeline Transport Networks: the American Experience in Dealing With Remote Sabotage and Cyber Terrorism // Pipeline Transportation: Theory and Practice. – 2011. – No. 2 (24). – P. 36–43].
4. *Корнеев А.В.* Система индикаторного мониторинга состояния национальной энергетической безопасности // Национальная безопасность: научное и государственное управленческое содержание. – Научный эксперт, 2010. – С. 537–545 [*Korneyev A.V.* Indicator System for Monitoring the Condition of the National Energy Security // National Security: the Scientific and Public Administrative Content. – Moscow: Scientific Expert, 2010. – P. 537–545].

5. *Новиков А.М.* Методология игровой деятельности. – «Эгвес», 2006. – 48 с. [*Novikov A.M.* Methodology of game activity. – Moscow: "Egves", 2006. – 48 p.].
6. Федеральный закон от 21.07.2011 № 256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» [The Federal Law of 21.07.2011 No. 256-FZ "On the Security of Fuel and Energy complex"].
7. *Хруцкий Е.А.* Организация проведения деловых игр. – М.: Высшая школа, 1991. – 320 с. [*Khrutsky E.A.* Organization of Business Games. – Moscow: The Higher School Publishing, 1991. – 320 p.].
8. Чрезвычайные ситуации и профессиональная безопасность в нефтегазовом комплексе / Под ред. проф. Хаустова А.П. – М.: ГЕОС, 2009. – 456 с. [Emergencies and occupational safety in the oil and gas industry / Ed. by prof. Khaustov, AP. – Moscow: GEOS Publishing, 2009. – 456 p.].
9. Federal Oil And Gas Management: Opportunities Exist to Improve Oversight. – Washington: The United States Government Accountability Office, 2009. – 20 p.
10. Handling Cyber Security Alerts and Advisories and Reporting Cyber Security Incidents, DOE N 205.4. – Washington: The U.S. Department of Energy, March 2002. – 8 p.
11. Introduction to NISTIR 7628 Guidelines for Smart Grid Cyber Security. – Washington: The Smart Grid Interoperability Panel Cyber Security Working Group, National Institute of Standards and Technology, September 2010. – 137 p.
12. Oil Processing Program: Advancing Refinery Science and Technology. – Washington: The Office of Natural Gas and Petroleum Technology of the U.S. Department of Energy, 1999. – 18 p.
13. President Requests \$520.7 Million for Fossil Energy Programs. – Washington: The Office of Fossil Energy of the U.S. Department of Energy, February 2011.
14. Remarks by the President on Rebuilding America's Infrastructure. – Washington: The White House, Office of the Press Secretary, October 2010.

Science and Technologies

The Role of Human Factor Within the Innovative Technology Development of Oil and Gas Fields in the U.S.

(USA ❖ Canada Journal, 2016, No.6, p. 103-111)

Received: 16.12.2015.

KORNEYEV Andrei Victorovich, the Institute for the U.S. and Canadian Studies, Russian Academy of Sciences (ISKRAN), 2/3 Khlebnyy per., 121069, Moscow, Russian Federation (akorneyev@yahoo.com).

The strategy of the American federal regulation of fuel and energy sector contains a concentration of federal subsidies to provide innovative technological breakthroughs in terms of a sharp rise in the efficiency of exploration, mining, energy and resources savings. A particular importance is also attached to compensation for the deficiencies of the human factor through the intensive training and gradual displacement of people from direct participation in the functions of processing and control systems.

Keywords: federal subsidies, innovations, energy conservation, energy efficiency, safety, human factors, industrial training, international cooperation.

KORNEYEV Andrei Victorovich, Candidate of Sciences (Economics), Head of Energy Security Problems Center.