

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ ПО НИОКР, КАК НЕОБХОДИМЫЙ КОМПОНЕНТ СОХРАНЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ И РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

В.А. Пиминов, А.К. Подшибякин, Д.О. Веселов, Н.В. Соврунова, Р.Е. Тишин

В публикации «Росатом делится знаниями» Knowledge Management в высокотехнологичных компаниях» под редакцией В.А. Першукова и Д.С. Медовникова Москва, 2012 г. отмечается, что при управлении научно-техническим контентом при оцифровке архивов доступ к информации ускорится в 100 раз (раздел «Управление научно-техническим контентом»).

Проблема состоит не только в оцифровке архивов, но и в систематизации и структурировании результатов НИОКР, исходя из текущих задач обеспечения научно-технического уровня обоснования проектов с оптимизацией затрат на проведение новых НИОКР для повышения конкурентоспособности по критерию лицензирования, исполнения и технические риски при рэнкинге проектов и других целей, к которым прежде всего следует отнести модернизацию действующих АЭС и необходимость их соответствия требованиям новых НД в течение жизненного цикла объекта (проекта).

Систематизация и структурирование результатов НИОКР с использованием ИТ-технологий является способом сохранения «критически важных знаний», и это особенно важно и в связи со сменой поколений. «Люди уходят, и поэтому задача состоит в том, чтобы сохранить эти критически важные знания, которые уже наработаны, кажутся очевидными и поэтому никем не описываются, не фиксируются, не формализуются» (Раздел «Основной проект создания СУЗ» в публикации Росатома)».

Вместе с тем в руководстве МАГАТЭ №GS-G-3.1 «Нормы МАГАТЭ по безопасности. Системы управления для установок и деятельности Руководство по безопасности №GS-G-3.1, МАГАТЭ, Вена, 2002» обращено внимание на управление знаниями как процесс формирования культуры безопасности: «Познание рождает безопасность» (пункт 2.36 Руководства). Это обстоятельство является важным аспектом обеспечения доступа к знаниям, актуализированным с применением ИТ-технологий.

Понятие «культура безопасности» стало применяться в атомной энергетике после аварии на АЭС Чернобыль-4, произошедшей 26 апреля 1986 г. Осознание необходимости формирования и развития культуры безопасности особенно обострилось после аварии на АЭС Фукусима Дайичи, которая произошла 11 марта 2011 г., хотя практические меры по предотвращению тяжелых запроектных аварий и смягчению их последствий начали активно предприниматься уже после аварии, которая произошла на АЭС ТМ1-2 в США 28 марта 1979 г.

По этим причинам на предприятии внедряется информационная модель управления знаниями (ИМЗ), которая входит в систему управления знаниями (СУЗ).

Развитие СУЗ, соответствующее постановке задач в публикации «Росатом делится знаниями», началось на предприятии с проекта «Мост поколений».

Проект «Мост поколений» был запущен в феврале 2012 г. (Приказ №32 от 14.02.2012). Был образован экспертный совет по проекту. Председателем экспертного совета был назначен заместитель директора по научной работе - начальник научно-методического отделения, доктор технических наук, профессор А.С.Зубченко. В состав экспертного совета были включены специалисты старшего поколения, обладающие опытом и знаниями. Целью проекта было определено сохранение и передача опыта и знаний сотрудников старшего поколения, как правило, пенсионного возраста, более молодым сотрудникам.

Концепция проекта состоит в том, что сотрудники старшего поколения активно работали и накопили опыт и знания в период интенсивного развития атомной энергетике в СССР, когда приходилось в ограниченные сроки впервые решать многие вопросы конструирования, проектирования и ввода в эксплуатацию головных и серийных

энергоблоков и быстро принимать решения по отклонениям от проекта, выявляемым при вводе РУ и АЭС в эксплуатацию, и по нештатным ситуациям, которые также полностью не были исключены.

Работа этого поколения специалистов была успешной, о чём свидетельствовали пуски поныне работающих энергоблоков в России и за рубежом. Результаты этой работы стали основой развития отрасли в текущий период.

Было признано целесообразным провести мастер-классы специалистам, обладающим опытом и знаниями по тематике относящейся к критическим знаниям. В течение года были проведены мастер-классы главными специалистами предприятия Н.С. Филём, В.М. Махиным, Н.В. Шарым, А.К. Подшибякиным, В.В.Денисовым, Ю.А. Безруковым, С.В. Левчуком, Председателем экспертного совета А.С. Зубченко, главным конструктором В.С. Степановым, заместителем главного конструктора М.П. Никитенко.

Проведение мастер-классов было организовано службой по управлению персоналом. Руководство процессом с участием во всех заседаниях осуществляла начальник отдела оценки и развития персонала О.В.Пузанова.

Дальнейшее развитие СУЗ состоялось после проведения ГК «Росатом» стратегической сессии по управлению знаниями 12-14 ноября 2014 г. в г. Москва. Генеральным директором предприятия В.В. Джангобеговым был утвержден «План мероприятий по совершенствованию в АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС» системы управления знаниями (СУЗ)». План предусматривал разработку стандарта предприятия «Порядок управления знаниями по НИОКР при обосновании проектов РУ и оборудования РУ», разработку «Информационной модели управления знаниями по НИОКР при обосновании проекта РУ В-392М (пилотного проекта ИМЗ)» и оценку существующей на предприятии СУЗ по методике МАГАТЭ.

В текущий период для совершенствования СУЗ используются также материалы III-го Международного Форума Росатома по управлению знаниями 2016 (РКМ 2016), проведенного в Москве с 13 по 15 апреля 2016 г. Материалы Форума используются с адаптацией их применения в ОКБ «ГИДРОПРЕСС».

По теме «Совершенствование процессов управления знаниями в ОКБ «ГИДРОПРЕСС» разработан Тематический отчет «АЭС-2006. Нововоронежская АЭС-2. Установка реакторная В-392М. «О совершенствовании процессов управления знаниями при разработке и реализации проекта», материалы которого также включаются в ИМЗ (далее по тексту – «Отчет»).

В соответствии с планом мероприятий по совершенствованию СУЗ в отчете приведена оценка СУЗ предприятия, направленная на совершенствование СУЗ, по рекомендациям МАГАТЭ.

В документе МАГАТЭ №GS-G-3.1, введенном в действие в ОКБ «ГИДРОПРЕСС» Приказом в 2009 г., выделен специальный раздел «Управление информацией и знаниями» и знания отнесены к фундаментальному ресурсу обеспечения качества с ориентацией на главные аспекты этого свойства, такие как обеспечение надежности, безопасности и экономичности РУ и АЭС, без которых невозможно обеспечение конкурентоспособности и извлечение прибыли (см. рис.1)

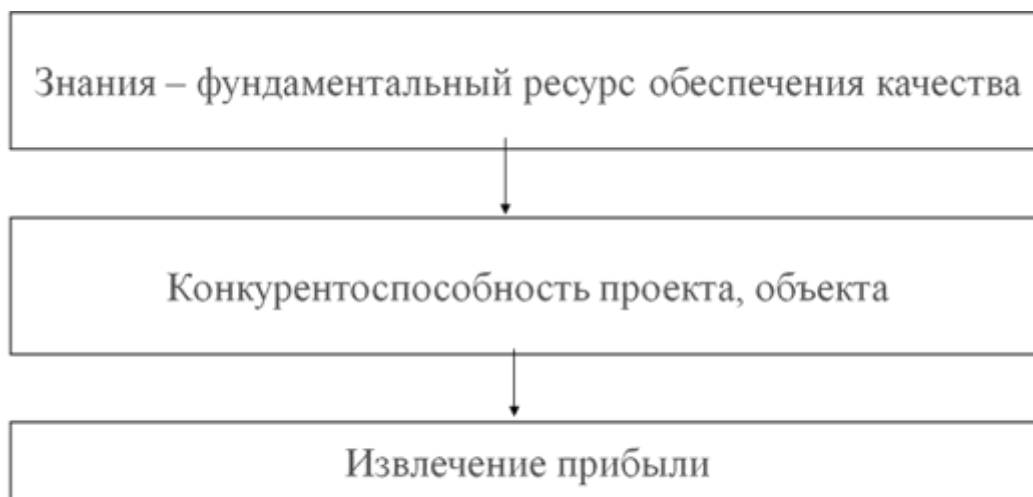


Рис. 1

В соответствии с пунктом 4.4 документа «Для непрерывного накопления знаний в организации старшее руководство должно:

- преобразовать информацию в знания, полезные для организации;
- обеспечить сохранение знаний организации и зафиксировать неформальные знания для соответствующего преобразования в официально оформленные знания».

Методика оценки СУЗ взята из публикации МАГАТЭ «Andrey Kosilov. Methodology and Guidance on Nuclear Knowledge Management, IAEA, Vienna, May 2008» и схематично представлена на рисунке 2 и в таблице 1. Результаты оценки представлены в отчете.

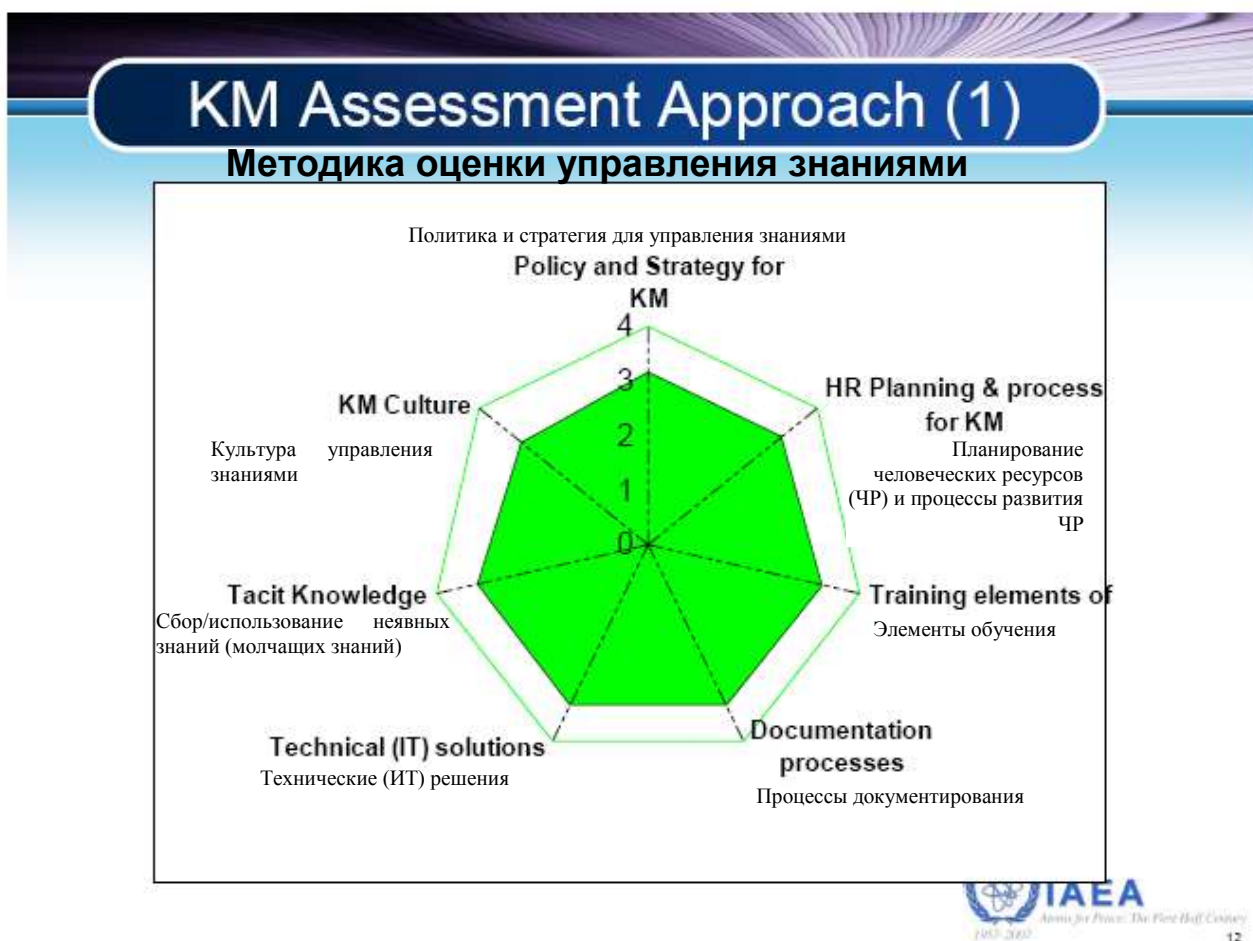


Рис.2 - Методика оценки управления знаниями

Таблица 1

Оценка	Текущие меры
0	Не используются
1	В малой степени
2	В некоторой степени
3	В большей степени
4	В очень большой степени

В настоящее время при совершенствовании СУЗ ОКБ «ГИДРОПРЕСС» также использует рекомендации документа МАГАТЭ Nuclear Energy Series. No NG-N-6.10. Knowledge Management and Its Implementation in Nuclear Organization, IAEA, 2016/

В соответствии с планом мероприятий по совершенствованию СУЗ разработан стандарт предприятия «Порядок управления знаниями по НИОКР при обосновании проектов РУ и оборудования РУ, в соответствии с которым разрабатывается ИМЗ.

Структурная схема ИМЗ представлена на рисунке 3. В этой модели знания по НИОКР преобразовываются в удобную для использования трехуровневую систему.



Рис. 3 - Структурная схема ИМЗ

* - программы НИОКР, разрабатываемые другими организациями с участием ОКБ «ГИДРОПРЕСС»;

** - программы НИОКР, разрабатываемые ОКБ «ГИДРОПРЕСС» и включаемые в состав проекта РУ.

По терминологии МАГАТЭ метод систематизации и структурирования данных в удобном для использования формате получил название метода создания карт (Concept mapping method), со структурированием обобщённых, актуализированных данных (metadata) по реляционному принципу и законам таксономии. Метод ориентирован на сохранение

знаний и выявление необходимости получения новых знаний. При этом в результате выполнения работы достигается синэргетический эффект в использовании существующих и получении новых знаний. Этот эффект достигается в том числе и за счёт показанных на структурной схеме связей.

Определен порядок разработки таблиц-матриц обобщения информации, относящейся к метаданным, представляемым на уровне 2, и порядок действий на уровнях 1 и 3. Благодаря прямым связям, уровни 2 и 3 формируются на основе уровня 1 и вместе с тем, благодаря обратным связям, информация, содержащаяся на уровнях 2 и 3, используется для постановки новых задач на уровне 1. Эта взаимосвязь конкретизируется и проявляется во взаимосвязи процессов инвентаризации результатов НИОКР проектов-предшественников и разработки программ НИОКР для новых проектов. По комплексности подхода, благодаря наличию прямых и обратных связей между уровнями иерархии в ИМЗ, можно считать, что ИМЗ аналогична «Процессной модели создания знаний Холсэпла и Сайна». (см. раздел «Подходы к управлению знаниями компании: теория на основе успешных практик» в документе «Росатома»). Для пояснения приводится выдержка из документа: «Менеджерам по управлению знаниями следует обращать внимание на то, чтобы все звенья цепочки по созданию знания «получение (сохранение-инвентаризация) - генерация (получение новых знаний) – распространение (использование) – материализация (реализация)» развивались в комплексе, с учётом взаимного влияния, а также в русле общей стратегии компании».

Пример таблицы-матрицы обобщения информации, относящейся к метаданным, представляемым на уровне 2, приведен в таблице 2.

Информация, представляемая на этом уровне, дает возможность оценить состояние дел по теме НИОКР и принять руководящие решения по управлению процессами при организации работ.

Информация, представляемая на уровне 3, дает возможность использовать в работе конкретные результаты НИОКР.

Таблица 2 - Пример заполнения таблицы-матрицы инвентаризации результатов НИОКР

№ п.п.	Характеристики работы	Данные по характеристикам работы
1	Наименование работы	Е4.3.1. Обеспечение работоспособности трубчатки парогенераторов на срок 60 лет (Включает коррозионные испытания и испытания на разрыв труб с разной толщиной стенки из разных материалов)
2	Наименование тем НИОКР и комплекса НИОКР, в которые входит работа	Работа входит в состав комплекса Е4 «Комплекс работ по повышению надежности оборудования и увеличению его ресурса, включая комплекс материаловедческих работ» и тему 4.3 «Работы по повышению эффективности и обоснованию работоспособности теплообменных труб парогенераторов из различных материалов»
3	Цель работы	Разработка и экспериментальное обоснование рекомендаций и мероприятий по обеспечению работоспособности трубчатки парогенераторов типа ПГВ-1000МКП на срок 60 лет
4	Содержание работы	Выполнены в соответствии с /1/ экспериментальные работы по исследованию механизмов зарождения и развития коррозионных повреждений на теплообменных трубах парогенераторов типа ПГВ-1000М и ПГВ-1000МКП
5	Пункты требований ТЗ на РУ и АС	Пункты 5.1.1, 5.6.3.2 и 5.9.2 /2/
6	Пункты требований НД	Пункт 1.2.7 НП-001-15 /3/ и пункт 2.5.6 НП-082-07 /4/

7	Номера замечаний экспертов по проектам-предшественникам и по материалам данного проекта	Замечания 4.1 – 16, 5.7 – 4, 8.13 – 4 из ДНП 5-3170-2016 /11/
8	Пункты требований EUR	Пункт 4.2.3 /5/
9	Пункты рекомендаций МАГАТЭ	SSR-2/1 пункты 5.37, 6.14 /7/
10	Этапы сооружения и эксплуатации энергоблока	Этап 7. До сдачи в промышленную эксплуатацию
11	Повышение научно-технического уровня обоснований проектной и эксплуатационной документации	Ликвидация пробела в знаниях и обеспечение конкурентоспособности обоснований технических решений и режимов работы парогенераторов для обеспечения проектного ресурса трубных пучков 60 лет
12	Предприятия исполнители соисполнители	АО ОКБ «ГИДРОПРЕСС», ИНЭПХФ РАН, ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ», ООО ЦВК «Политест», ОАО «ЗИО-Подольск»
13	Результаты работы	Экспериментально обоснованы рекомендации и конструкторские решения по обеспечению работоспособности трубчатки парогенераторов типа ПГВ-1000МКП на срок 60 лет /6-10/, заключающиеся в следующем: - внедрение альтернативных водно-химических режимов с величиной рН питательной воды более 9,2; - исключение медьсодержащих сплавов в оборудовании конденсатно-питательного тракта; - своевременное проведение промывок теплообменных труб от отложений; - совершенствование регламента проведения стояночных режимов с целью минимизации электрохимических процессов на ТОТ; - совершенствование регламента режимов проведения гидравлических испытаний и пусковых режимов в части минимизации присутствия окислителей в воде второго контура ПГ при этих режимах; - применение для трубного пучка теплообменных труб из стали 08X18H10T размером 16×1,5 мм с «коридорной» компоновкой труб в трубном пучке; - показана (для снижения консерватизма при принятии решения о глушении труб с дефектами) возможность эксплуатации теплообменных труб с дефектами глубиной до 85% от толщины стенки при условии внедрения мероприятий по минимизации процессов, вызывающих коррозию
14	Условия выполнения незавершённых и новых работ	Работы по данной теме завершены

15	Первоисточники	Использованы данные из документов /1 - 11/ (см. раздел «Список литературы» в отчете)
16	Необходимость экспериментальных исследований и испытаний на головном или опытном объекте	При вводе в эксплуатацию требуется проведение испытаний по обеспечению соответствия поддержания водно-химического режима требованиям проекта
17	Примечания	Работа является актуальной для всех новых проектов ВВЭР и для действующих ВВЭР

Таким образом, работа по теме Е4.3.1 завершена и ее результаты применимы для всех проектов РУ ВВЭР, в которых применяются ПГВ-1000 МКП.

ИМЗ также даст возможность получать информацию в обоснование возможности оптимизировать затраты на НИОКР, перейдя от экспертных оценок необходимого объема и состава НИОКР к использованию современных методов системной инженерии для их обоснования с выявлением «белых пятен», для которых требуется проведение исследований.

В настоящее время решается первоочередная задача - разработка «Информационной модели управления знаниями (ИМЗ) по НИОКР в обоснование проекта РУ В-392М (пилотного проекта ИМЗ)».

Целями и задачами проекта в данном случае являются сохранение опыта и знаний по НИОКР для проекта ,являющегося базовым и референтным в серии проектов РУ для АЭС 2006 в форме, удобной для использования в течение всего жизненного цикла объекта (проекта). Повышение результативности обоснования проектов РУ ВВЭР за счет использования имеющихся данных. Экономия финансовых средств в случае необходимости продолжения НИОКР (обоснование модернизаций, обоснование выполнения требований новых НД по безопасности) за счет использования результатов уже выполненных ранее НИОКР и исключения необходимости их повторного финансирования при утрате результатов.

В составе ИМЗ разрабатываются тематические отчеты по тематике обоснования проектов.

Примерами конкретных тем, кроме представленного примера, по парогенератору ПГВ 1000МКП являются следующие темы:

- обоснование представительности испытаний на экспериментальных установках, проведенных в дополнение к полномасштабным испытаниям при вводе энергоблоков в эксплуатацию;

- контроль теплогидравлических характеристик реактора и первого контура с помощью СПНИ и CFD расчетов включая определение неравномерности распределения расходов по каналам имитационной активной зоны;

- результаты испытаний систем безопасности с пассивными элементами (ГЕ1, ГЕ2, СПОТ) при вводе в эксплуатацию НВАЭС-2 и референтного энергоблока на АЭС «Куданкулам»;

- обоснование точности определения тепловой мощности реактора с использованием результатов испытаний при вводе энергоблока в эксплуатацию;

- проектные пределы повреждения твэлов, принимаемые в анализах безопасности;

- другие темы, включенные в отчет.

В «Концерн Росэнергоатом» направлена заявка по установленной форме на разработку данной ИМЗ на основе 56-ти тематических отчетов и документов проекта. Ожидается включение этой работы в план НИОКР на 2018-2021 годы, как соответствующей разделу 4.3.2 в «Паспорте программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 г (в гражданской части)» «Функциональный блок управления научно-техническим контентом», Москва, 2016 г.

Полученные в настоящее время результаты охарактеризованы выше. Полученные знания используются, как уже отмечалось, и для развития культуры безопасности, особенно в части атрибута «постоянно обучающаяся (самообучающаяся) организация», индикаторами которой являются следующие принципы и мероприятия:

- знание рождает безопасность;
- для безопасности нет секретов и нет мелочей. Безопасность – старшая ценность ГК «Росатом», ею нельзя жертвовать в пользу эффективности, результативности, конкурентоспособности;
- изучение и использование опыта эксплуатации и результатов испытаний при вводе в эксплуатацию;
- использование информации о произошедших в работе РУ АЭС нарушениях, их причинах, принятых решениях и учет их при разработке проектов. Учет в проектах опыта ликвидации аварий на АЭС ТМІ-2, Чернобыль-4, Фукусима Дайичи, а также результатов расследований причин инцидентов на АЭС в отчетах ЗАО, в отчетах концерна РЭА и собственного опыта;
- использование результатов НИОКР проектов-предшественников при обосновании новых проектов и при формировании программ НИОКР новых проектов;
- проведение дополнительных НИОКР при выявлении «белых пятен» в результате введения в действие новых ФНП периодического проведения научно-технических экспертиз методов и результатов работы по обеспечению безопасности и по результатам обсуждения проблемных вопросов на НТС и/или секциях НТС;
- реализация стандартных задач на предприятии и участие в других (внешних) стандартных задачах (benchmark) для оценок неопределенности и развития культуры безопасности на предприятии.

Каждое из перечисленных принципов и мероприятий, относящееся к атрибуту «Самообучающаяся организация», в большей или меньшей степени относится и к другим атрибутам культуры безопасности, определенным в руководствах МАГАТЭ и рекомендованным для оценки культуры безопасности.

Важным фактором является то, что в данной ИМЗ, разрабатываемой ОКБ «ГИДРОПРЕСС» - Главным конструктором проектов РУ ВВЭР поколения 3+, представляются результаты инвентаризации и актуализации НИОКР в соответствии с постановкой задач в технических заданиях на разработку проектов РУ с учетом экспертных заключений ФБУ «НТЦ ЯРБ» по отчетам в обоснование безопасности и учетом требований НД РФ, в том числе новых редакций ФНП РФ, введенных после завершения проектов, требований и рекомендаций МАГАТЭ, учетом опыта эксплуатации и результатов испытаний при вводе в эксплуатацию РУ В-392М на «НВАЭС-2» и опыта ликвидаций аварий на АЭС.

Учитывая, что проект РУ В-392М является референтным для ряда АЭС с ВВЭР поколения 3+, информация ИМЗ ориентирована на использование при обосновании и обеспечении безопасности многих зарубежных АЭС на современном научно-техническом уровне при реализации стратегии глобальной экспансии технологии ВВЭР.

Обобщающая информация по работам, содержащаяся в ИМЗ, используется для принятия решений по использованию результатов каждой конкретной работы и/или ее продолжению либо проведению новых работ, например, при модернизации энергоблоков. Эта информация содержится в таблицах-матрицах инвентаризации результатов НИОКР, что должно быть привлекательно для Заказчиков энергоблоков поколения 3+, для которых данный проект РУ В-392М является референтным.

Важным фактором является то, что ИМЗ дает возможность осуществлять дальнейшее развитие культуры безопасности на предприятии в качестве компонента современной реализации СУЗ.

Перечень принятых сокращений

АЭС	- атомная электрическая станция
ВВЭР	- водо-водяной энергетический реактор
ГЕ	- гидравлическая емкость
ИМЗ	- информационная модель управления знаниями
НД	- нормативный документ
НИОКР	- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НТС	- научно-технический совет
РУ	- реакторная установка
СПНИ	- система пусконаладочных измерений
СПОТ	- система пассивного отвода тепла
СУЗ	- система управления знания
ТЗ	- техническое задание
ТОТ	- трубки отвода тепла
ФНП	- Федеральные нормы и правила
CFD	- компьютерное моделирование динамики потоков жидкости