

АТОМНЫЙ НАДЗОР В США (основные черты и особенности)

Букринский А.М., заслуженный энергетик России (НТЦ ЯРБ)

Атомный надзор в США от имени государства осуществляет Комиссия по ядерному регулированию США (NRC). Она была создана в 1974 г. в результате разделения существовавшей с 1946 г. Комиссии по атомной энергии на две государственные структуры – одну, способствующую развитию и использованию атомной энергии (в настоящее время – Департамент Энергетики, DOE), и другую, регулирующую и контролирующую безопасность её применения – NRC. Необходимость этого разделения была обусловлена переходом использования атомной энергии от стадии исследований и освоения новых технологий к стадии её коммерческого применения.

NRC – одна из наиболее опытных, давно и стабильно работающих государственных структур, регулирующих безопасное использование атомной энергии. Опыт NRC постоянно изучается и используется многими странами, развивающими использование атомной энергии, в том числе и Россией. Однако до сих пор в России основной интерес проявлялся к требованиям по обеспечению безопасности объектов использования атомной энергии и, прежде всего, атомных электростанций, к процедурам лицензирования, содержанию документов, обосновывающих ядерную и радиационную безопасность, и их экспертизе. В России хорошо известны такие регулирующие документы NRC как проектные критерии [1], требования по обеспечению качества [2], руководство 1.70 с рекомендациями к содержанию отчета по обоснованию безопасности [3], стандартный план экспертизы NUREG-800 [4] и некоторые другие. Вопросы, связанные с надзорной деятельностью NRC, и особенно с надзором при строительстве, менее известны в России. Вместе с тем, эти вопросы представляют большой интерес, особенно в связи с большой программой строительства атомных станций, принятой в России.

Одно из главных направлений стратегического плана деятельности NRC [5] – вопросы надзорной деятельности. Им посвящено большое количество регулирующих документов NRC. Одним из главных документов этого направления является Руководство по инспекциям. Только его содержание занимает 44 страницы текста [6]. Это огромный набор детально проработанных документов, регламентирующих каждый шаг инспекторов NRC, начиная с политики инспекций и заканчивая детальными инспекционными процедурами.

Вопросы строительного надзора тесно связаны с принятыми в США лицензионными процедурами, которые после 1989 г. существенно изменились. Поэтому, для того, чтобы разобраться в особенностях надзорной деятельности NRC, необходимо, хотя бы вкратце, рассмотреть действующие в настоящее время в США процедуры лицензирования¹.

1. Лицензирование в США

Действующие в США лицензионные процедуры установлены в главном нормативном документе NRC – Своде положений по Федеральному регулированию

¹ Поскольку для автора ближе всего вопросы, связанные с атомными электростанциями, то все последующее рассмотрение проводится в основном применительно к таким станциям, хотя в большинстве случаев все изложенное относится и к другим объектам использования атомной энергии.

нию (CFR) [7], требования которого обязательны для исполнения. Процедуры лицензирования, применявшиеся в отношении 104-х энергетических реакторов атомных электростанций, эксплуатируемых в настоящее время в США, представлены в части 50 CFR. Это хорошо известная двухступенчатая процедура, когда первоначально заявитель запрашивает разрешение на строительство, обосновывая свое заявление Предварительным отчетом по анализу безопасности (PSAR), разработанным в соответствии с рекомендациями руководства 1.70, наряду с представлением других документов, а после завершения строительства получает лицензию на эксплуатацию, представляя в NRC для обоснования безопасности Окончательный отчет по анализу безопасности (FSAR). Подобная процедура до сих пор применяется в странах, развивающих атомную энергетику, в том числе и в России.

В 1989 г. в NRC была принята усовершенствованная процедура лицензирования, которая нашла отражение в части 52 CFR. Эта процедура предусматривает выдачу одной комбинированной лицензии (COL), разрешающей строительство и эксплуатацию атомной электростанции. Однако до начала эксплуатации АЭС, построенной по такой лицензии, она должна пройти полную серию инспекций, испытаний и анализов и подтвердить установленные приемочные критерии. Весь набор таких инспекций, испытаний, анализов и приемочных критериев сокращенно обозначается ИТААС (Inspections, Tests, Analyses, and Acceptance Criteria). Он должен быть установлен в проекте АЭС и подтвержден NRC при экспертизе в процессе лицензирования.

Лицензионные процедуры, согласно части 52 CFR, предусматривают еще две возможности. Может быть выбрана площадка для будущего строительства АЭС в отрыве от самого строительства и получено на неё так называемое раннее разрешение (ESP). Также, независимо от строительства и конкретной площадки, может быть рассмотрен и сертифицирован NRC стандартный проект АЭС.

И площадка, на которую получено раннее разрешение, и сертифицированный проект АЭС могут быть в дальнейшем использованы для строительства АЭС по комбинированной лицензии.

Сертификация стандартного проекта станции осуществляется в виде правил проектирования, которые вносятся в качестве приложения в CFR. В настоящее время уже имеется 4 таких приложения для 4-х типов новых реакторов. Часть приложений зарезервирована для будущих типов реакторов.

Проект сертифицирован, если удовлетворяет этим правилам. На него разрабатывается специальная документация, так называемый документ для контроля проекта (DCD), содержащий информацию на двух уровнях. Документация одного из этих уровней сертифицирована и не должна в дальнейшем изменяться, хотя такие изменения возможно осуществить по определенной процедуре. Документация второго уровня не сертифицирована и может корректироваться в процессе последующего строительства более просто. В сертифицированной части проектной документации для каждой системы, важной для безопасности, устанавливается указанный выше ИТААС.

Если для получения комбинированной лицензии на строительство и эксплуатацию АЭС используется проект АЭС, не имеющий сертификата, то в FSAR, который в этом случае необходим, должен содержаться такой же объем информации в отношении ИТААС, как и в сертифицированном проекте.

2. Политика и организация инспекционной деятельности NRC

Проведение инспекций на поднадзорных предприятиях составляет одно из основных направлений деятельности NRC. Такие инспекции (надзор) проводятся как при строительстве объектов использования атомной энергии, так и при их эксплуатации. Объем и частота инспекций зависят от потенциальной опасности контролируемых объектов. Так, на каждой АЭС специалисты NRC проводят от 10 до 25 плановых инспекций и всего несколько инспекций на предприятиях топливного цикла, а на небольших медицинских или исследовательских установках – одну инспекцию за несколько лет.

Основу инспекционной политики NRC составляет принцип, именуемый в России принципом разграничения ответственности: владелец лицензии – лицензиат несет всю полноту ответственности за безопасность осуществляемой им деятельности и сохранность ядерных установок и материалов, используемых для этой деятельности. NRC обеспечивает, чтобы лицензиат должным образом исполнял обязанности, вытекающие из этой ответственности.

Так как указанная безопасность и сохранность ядерных установок и материалов обеспечиваются надлежащими проектом, изготовлением, строительством, испытаниями, другими контрольными операциями и ответственным управленческим надзором лицензиата, то программа инспекций NRC должна оценивать, как с выполнением этих задач справляется лицензиат.

При этом используется метод выборочного контроля с акцентированием внимания на наиболее важных для безопасности областях, для чего применяются подходы, ориентированные на риск и конечный результат.

Инспекции NRC не могут заменять инспекции или другие контрольные операции, которые в полном объеме обязан проводить лицензиат, в том числе и в отношении всех своих подрядчиков. Задача инспекторов NRC – проверить, как лицензиат с этим справляется, и применить санкции в случае необходимости.

Программа инспекций NRC реализуется инспекторами – резидентами, постоянно находящимися на площадках объектов, специалистами региональных инспекций и центрального офиса, а также специальными командами инспекторов, ориентированными на решение специальных задач или возможных проблем.

В последние годы в связи с возрастанием лицензионной деятельности на основе новых подходов растет численность персонала NRC. В настоящее время в NRC занято около 3700 сотрудников. Из них примерно третья часть работает в 4-х региональных инспекциях и непосредственно на площадках. Довольно значительная часть надзорно-регулирующей деятельности в США осуществляется штатами по соглашениям с NRC. Таких штатов сейчас 34, они известны как «Штаты на соглашениях». В их ведение переданы некоторые виды радиоактивных материалов. По этим материалам штатами выдано около 80% (17600) из общего числа выданных лицензий.

Еще одна важная особенность инспекционной деятельности NRC при лицензировании на основе новых подходов, состоит в том, что такая деятельность начинается еще до выдачи соответствующих лицензий или разрешений, и даже до подачи заявления на получение лицензии или разрешения. Будущий заявитель информирует NRC о намерении подать заявление на получение лицензии или разрешения и о планах его подготовки, и инспекторы NRC приступают к контролю качества этой деятельности.

3. Надзор при строительстве

В связи с введением новых лицензионных подходов разработаны новые разделы Руководства по инспекциям. В них учтен опыт инспектирования при строительстве в прежние годы и особенности новых подходов к лицензированию. Существуют следующие программы инспекций при строительстве:

- раннее разрешение на площадку (ERL) [8];
- инспекции до выдачи комбинированной лицензии (COL) [9];
- инспекции ИТААС [10];
- инспекции, не связанные с ИТААС [11];
- инспекции поставщиков [12];
- сертификация проекта [13].

На рис.1 показана приведенная в [14] примерная схема организации надзора при строительстве ядерных установок, относящихся к ведению подразделения регулирования ядерных реакторов (NRR) Центрального офиса NRC.



Рис.1. Схема организации NRC строительного надзора

Как видно из представленной схемы, строительный надзор на площадке обеспечивается регионом, который назначен ведущим. Ведущий регион формирует управление строительным надзором на площадке из шести человек, трое из которых возглавляют специализированные группы технических экспертов и инспекторов, направляемых на площадку из регионов и Центрального офиса. Эти группы охватывают все виды систем, конструкций и компонентов (SSC), важных для безопасности и подлежащих контролю. Ведущему региону оказывает поддержку подразделение NRR, которое образует две команды: для проведения аудиторских проверок на площадке и оказания технической помощи специализированным группам. В эти команды могут входить специалисты из других регионов.

В составе управления строительным надзором на площадке есть планировщик, который отвечает за координацию всей деятельности по осуществлению надзора и увязку её с планами всех работ по строительству ядерной установки, планируемых и осуществляемых заявителем или обладателем лицензии со своими подрядчиками.

Важную роль в этой деятельности играет созданная NRC Информационно-управленческая система программ строительных инспекций (Construction Inspection Program Information Management System – CIPIMS). Это специализированная компьютерная система, позволяющая собирать и обрабатывать информацию по инспекциям, интегрированная с планами строительных работ лицензиата, что обеспечивает возможность согласованного системного подхода к координации и планированию всей инспекционной деятельности.

На рис. 2 представлена блок-схема рабочего планирования инспекций с помощью системы CIPIMS применительно к инспекциям, связанным с ИТААС в соответствии с разделом 2503 [10] Руководства по инспекциям.

Как можно видеть из этой блок-схемы, в процессе планирования инспекций используется метод, именуемый SAYGO. Это сокращение выражения “sign-as-you-go”, которое можно перевести как «отметка (знак) по ходу дела». Этот метод состоит в предварительной проверке того, насколько та или иная деятельность осуществляется в соответствии с установленными лицензиатом процедурами, обеспечивающими выполнение правил, стандартов и требований NRC, а также насколько лицензиат обеспечивает контроль и качество этой деятельности. Если признается, что эта деятельность осуществляется удовлетворительно, то ставится отметка «sign-off» и количество инспекций в этой области снижается. По итогам определения приемлемости ИТААС, кроме внесения информации в систему CIPIMS и подготовки отчета по инспекциям, направляется извещение в Федеральный регистр (Federal Register Notice – FRN)

Схема организации строительного надзора, представленная на рис. 1, как указывалось выше, взята из документа NRC [14], который был издан в 2004 г. С тех пор в структуре и деятельности NRC произошли некоторые изменения, связанные с возросшим объемом лицензирования новых реакторов и еще большим объемом такой деятельности, ожидаемой в будущем. При этом, в отношении действующих станций также возрастает объем работы, связанной с возобновлением лицензий на дополнительный срок службы и с выводом из эксплуатации.

В связи с этим в NRC в 2007 г. было создано новое подразделение – NRO (Office of New Reactors) для работы с новыми реакторами.

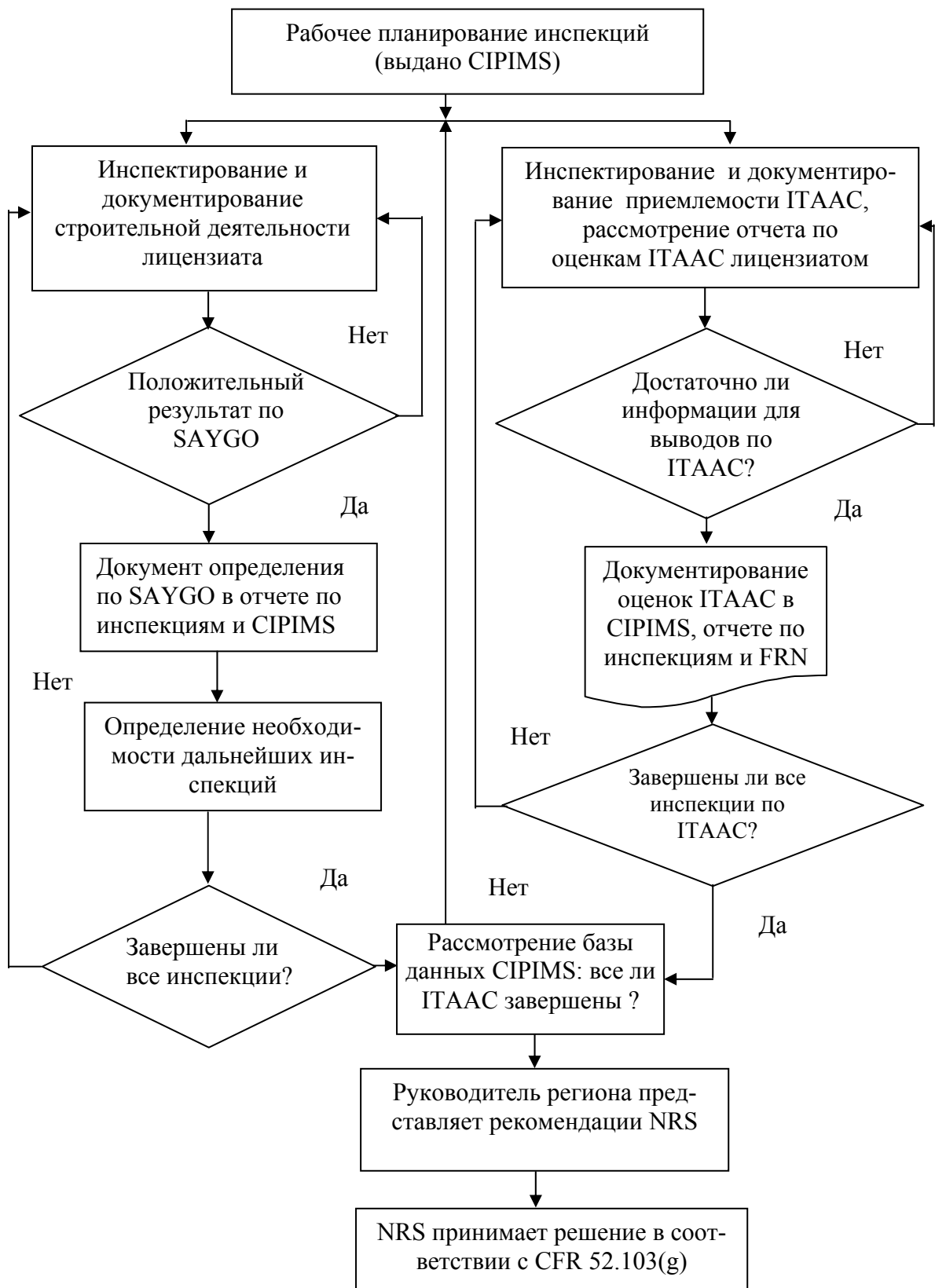


Рис. 2. Блок-схема процесса планирования инспекций

Теперь при организации строительного надзора по новым реакторам роль руководителя вместо NRR, указанного на рис.1, выполняет подразделение NRO, а в качестве ведущего региона на постоянной основе определен регион II. Строительный надзор – объект периодической оценки достигаемых результатов. Ее цель, как сказано в руководстве по таким оценкам [15], – установление прозрачного и предсказуемого процесса, объективно оценивающего строительную деятельность лицензиата, включая всех его подрядчиков и поставщиков, и эффективность его собственных надзорных усилий и усилий по обеспечению качества, связанных со строительством.

Периодическая оценка имеет полугодовой цикл повторяемости и включает три основных составляющих: текущую оценку, квартальную оценку и полугодовой обзор результатов работы (Semiannual Performance Review – SPR). По итогам оценок могут предприниматься различные действия, такие как корректировка планов инспекций, подготовка писем по выявленным отступлениям, проведение совещаний. В случае необходимости могут также применяться санкции. Все это детально регламентировано в соответствующих инструкциях Руководства по инспекциям, а также в специальной таблице ответных действий при строительстве (Construction Response Table – CRT). CRT предусматривает не только ответные действия персонала NRC на выявленные отступления, но и лицензиата, ответные действия которого должны быть первыми. Для начала внеплановых ответных действий персонала NRC необходимо превышение определенного оценочно-го порога. Комплексная схема строительного надзора представлена на рис. 3.

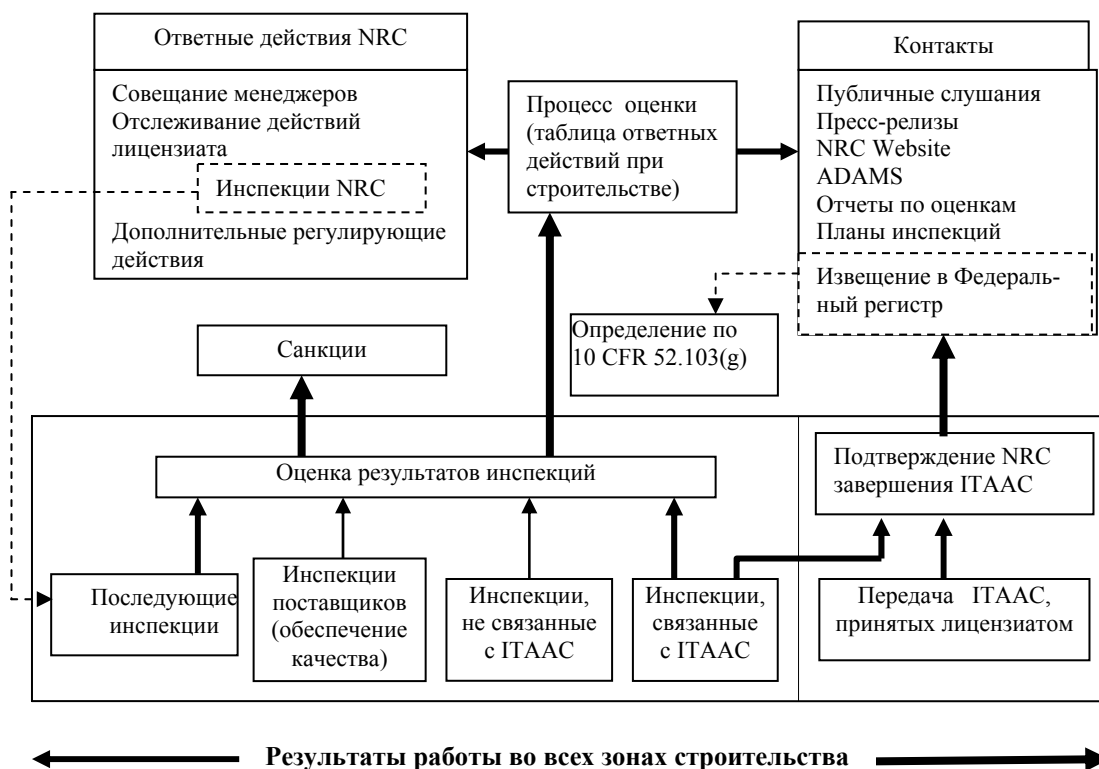


Рис. 3. Комплексная схема строительного надзора

На схеме, представленной на рис. 3, упоминается система ADAMS (Agencywide Documents Access and Management System). Это информационная система, обеспечивающая базу данных по всем публично доступным документам NRC.

Строительный надзор охватывает собственно строительство, программы эксплуатации, предпусковые и пусковые испытания, техническое подтверждение проектных решений, готовность станции к эксплуатации, а также готовность перехода к эксплуатационному надзору, который именуется в документах NRC процессом реакторного надзора (Reactor Oversight Process – ROP). Этому процессу посвящено большое количество разделов в Руководстве по инспекциям. Его основные особенности рассмотрены ниже.

4. Надзор при эксплуатации

Надзор при эксплуатации или процесс реакторного надзора начинается после того, как выдана лицензия на эксплуатацию, положительно завершены программы инспекций для предпусковой фазы и подтверждена готовность станции к эксплуатации. Программа инспекций для пусковой фазы может продолжаться и на начальной стадии эксплуатации. Основное руководство для процесса реакторного надзора представлено в разделах Руководства по инспекциям [16], [17] и [18].

Центральной фигурой надзора при эксплуатации является инспектор-резидент, постоянно находящийся на станции. Количество инспекторов должно быть не менее двух на каждой площадке. Они непрерывно отслеживают деятельность эксплуатирующей организации по обеспечению безопасности, акцентируя внимание на наиболее важных вопросах. Периодически проводятся плановые инспекции бригадами региональных инспекторов, которые, как правило, являются целевыми и посвящены таким вопросам как пожарная безопасность, радиационная защита, аварийное планирование, периодические испытания стационарного оборудования и т.п. Внеплановые, дополнительные инспекции могут проводиться при возникновении каких-либо проблем или событий.

Идеологическую основу построения процесса реакторного надзора составляет структура факторов влияния на безопасность, представленная на рис.4. Как видно из рис. 4, факторы влияния на безопасность разделены на две группы. В первую группу входят семь ключевых факторов безопасности, которые в документации NRC именуются «краеугольными камнями» (cornerstones). Во вторую группу входят факторы широкого влияния, именуемые в документации NRC «Cross-Cutting Areas». Эти факторы оказывают влияние на все факторы первой группы. Сюда входят составляющие культуры безопасности, благоприятная для безопасности рабочая обстановка, а также эффективность выявления и решения проблем лицензиатом.

Так же, как и при строительном надзоре, в процессе реакторного надзора проводятся периодические оценки его результатов. Здесь используется годовой цикл периодических оценок и проводятся промежуточные оценки – квартальные и полугодовые. Для оценок используются результаты инспекций и данные по показателям состояния (Performance Indicators) ключевых факторов безопасности.



Рис. 4. Структура факторов, влияющих на безопасность

Для оценки состояния ключевых факторов безопасности используются значения представляемых ежеквартально лицензиатом показателей состояния и итоги инспекций. Для принятия решений по результатам оценок ключевых факторов вводятся определенные пороговые значения, обозначаемые цветным кодом.

Зеленым кодом обозначается удовлетворительное состояние ключевого фактора безопасности, не требующего принятия каких-либо корректирующих мер.

Белый код применяется, когда работа лицензиата выходит за рамки нормального диапазона, но ключевой фактор все еще сохраняет минимальный запас безопасности.

Желтый код указывает на значительные отклонения в работе лицензиата, при которых ключевой фактор характеризуется значительным снижением запасов безопасности.

Красный код характеризуется значительным повышением риска повреждения активной зоны и неприемлемым снижением запасов безопасности.

В зависимости от полученных пороговых значений предпринимаются соответствующие корректирующие меры.

На рис. 5 представлена схема процесса реакторного надзора. Его важнейшим элементом является Матрица действий, которая приведена в таблице на стр.52.



Рис. 5. Схема процесса реакторного надзора

Матрица действий

Таблица

		Колонка ответных действий лицензиата	Колонка ответных действий регулятора	Колонка ухудшения состояния ключевых факторов	Колонка повторных ухудшений состояния ключевых факторов	Колонка не- приемлемых состояний	Действия согласно руково- дству ИМС 0305
Результат		Все оценки (показатели состояний и результаты инспекций) – зеленые, т.е. ключевые факторы в порядке	Один или два белых кода (в различных ключевых факторах) в стратегической области состояний; цели ключевых факторов достигаются	Один ухудшенный ключевой фактор (два белых или желтый код) или три любых белых кода в стратегической области состояний; цели ключевых факторов достигаются с умеренным ухудшением характеристик безопасности	Повторяющиеся ухудшения ключевых факторов; множественные ухудшения ключевых факторов; неоднократные желтые коды или один красный код, достижение целей ключевых факторов сталкивается с продолжительными проблемами или значительными ухудшениями характеристик безопасности	Глобальное неприемлемое состояние, станция не разрешается эксплуатировать в заданных границах; неприемлемые запасы безопасности	Станция в остановленном состоянии с эксплуатационными проблемами, переданными под процесс надзора в соответствии с ИМС0350

Ответные Действия	Регулирующее рабочее совещание	Не требуется	Ответственный за раздел или директор отдела взаимодействуют с лицензиатом	Региональный администратор (или назначенное должностное лицо) взаимодействует с главным управляющим лицом лицензиата	Исполнительный директор или его заместитель взаимодействует с главным управляющим лицом лицензиата	Исполнительный директор или его заместитель взаимодействует с главным управляющим лицом лицензиата	Региональный администратор (или исполнительный директор) взаимодействует с главным управляющим лицом лицензиата
	Действия лицензиата	Корректирующие действия	Оценка коренной причины и корректирующие действия под надзором NRC	Оценка совокупных коренных причин под надзором NRC	Лицензиат выполняет улучшение плана под надзором NRC	-	Лицензиат выполняет улучшение плана / повторного запуска станции под надзором NRC
	Инспекции NRS	Риск-информированные плановые инспекции	Плановые и дополнительные инспекции в рамках процедуры 95001	Плановые и дополнительные инспекции в рамках процедуры 95002	Плановые и дополнительные инспекции в рамках процедуры 95003	-	Плановые и дополнительные, насколько возможно, и специальные инспекции по проверке повторного запуска

	Регулирующее действие	Не требуются	Только дополнительные инспекции	Только дополнительные инспекции. Обсуждение станции на рабочем совещании Агентства при необходимости	- 10 CFR 2.204 DFI; - 10 CFR 50.54 Letter; - CAL/протокол. Обсуждение станции на рабочем совещании Агентства	Протокол о модификации, приостановке или аннулировании лицензии. Обсуждение станции на рабочем совещании Агентства	Протокол запроса, требующий одобрения NRC для повторного запуска. Обсуждение станции на рабочем совещании Агентства
Контакты	Информационные письма	Отчет ответственного за раздел или директора отдела	Отчет директора отдела (в рамках инспекционного плана)	Отчет регионального администратора (в рамках инспекционного плана)	Отчет регионального администратора (в рамках инспекционного плана)	-	Региональный администратор (или 0350 председатель круглого стола) разъясняют вопросы, относящиеся к 0350

Ежегодные общественные совещания	Старший инспектор-резидент (или ответственный за раздел) взаимодействует с лицензиатом	Директор отдела (или ответственный за раздел) взаимодействует с лицензиатом	Региональный администратор (или назначенное должностное лицо) обсуждает характеристики с главным управляющим лицом лицензиата	Исполнительный директор (или его заместитель) обсуждает результаты работы с главным управляющим лицом лицензиата	-	0350 председатель круглого стола периодически проводит встречи с общественностью
Привлечение Комиссионеров	Не требуются	Не требуются	Возможно взаимодействие с Комиссионерами, если лицензия продлевается на 3 г.	Взаимодействие Комиссионеров с главным управляющим лицом лицензиата в течение 6 месяцев	Взаимодействие Комиссионеров с главным управляющим лицом лицензиата	В некоторых случаях требуется совещание комиссионеров для одобрения повторного запуска
Возрастание значимости для безопасности ----->						

Представленная Матрица предусматривает действия как лицензиата, так и регулятора, их взаимодействие на разных уровнях, а также совещания для рассмотрения и решения вопросов, в том числе и с участием общественности.

Практически всегда после годового периода деятельности на основе оценок, представленных в специальном письме, проводится рабочее совещание Агентства (в документации NRC оно именуется Agency Action Review Meeting – AARM) под председательством исполнительного директора или назначенного им лица. В этом совещании участвуют высшие должностные лица NRC и на нем, как видно из представленной Матрицы действий, принимаются самые серьезные решения. В некоторых случаях требуется привлечение Комиссионеров.

5. Вместо заключения

Обычно после подобного обзора в заключении следовало хотя бы кратко сопоставить представленную информацию с тем, что есть у нас. Но, к сожалению, сопоставлять не с чем. Поразительно, как при таком положении вещей можно строить гигантские планы развития атомной энергетики – самой опасной технологии, требующей эффективной системы контроля и надзора.

Необходимо безотлагательно приступить к разработке подобной системы в России, используя многолетний накопленный опыт NRC по совершенствованию этой системы.

Для этого без всяких надуманных конкурсов в НТЦ ЯРБ, как специализированную организацию научно-технической поддержки регулирующего органа, необходимо привлечь знающих английский язык молодых людей и поручить им это дело, наладив соответствующее сотрудничество с NRC.

Литература

1. US Code of Federal Regulations (CFR), Energy, title 10, part 50, Appendix A, General Design Criteria for Nuclear Power Plants.
2. US Code of federal regulations (CFR), Energy, title 10, part 50, Appendix B, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants.
3. US Nuclear Regulatory Commission, RG 1.70, "Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants," Rev. 3, November 1978.
4. US Nuclear Regulatory Commission, NUREG-0800, "Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants," 1981, 1984, 1987 and 2007.
5. US Nuclear Regulatory Commission, NRC Strategic Plan 2008-2013, (NUREG-1614, Vol. 4), 2008.
6. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Table of Contents, 2009.
7. US Code of Federal Regulations (CFR), Energy, title 10, parts 1-199².
8. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2501, "Early Site Permits (ESP)", 2007.
9. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2502, "Pre-Combined License (Pre-COL) Phase", 2007.

² Этот документ NRC, также как и Руководство по инспекциям, постоянно обновляется, поэтому датировать можно только его разделы.

10. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2503, "Inspection of Inspection, Tests, Analyses and Acceptance Criteria (ITAAC)", 2007.
11. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2504, "Non-ITAAC Inspections", 2007.
12. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2507, Vendor Inspections, 2007.
13. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2508, Design Certification, 2007.
14. US Nuclear Regulatory Commission, NUREG-1789, "10 CFR Part 52 Construction Inspection Program Framework Document", 2004.
15. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2505, Periodic Assessment of Construction Inspection Program Results, 2008.
16. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 2515, Light-water Reactor Inspection Program-Operations Phase, 2008.
17. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 0308, Reactor Oversight Process (ROP) Basis Document, 2007.
18. US Nuclear Regulatory Commission, Inspection Manual Chapter 0305, Operating Reactor Assessment Program, 2007.