

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ



Государственное
научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
И ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ – СОСНЫ»



ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 4-5(10-11)

2010

СЕРИЯ: АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

О МЕЖДУНАРОДНОЙ ШКАЛЕ ЯДЕРНЫХ И РАДИОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

Сфера применения шкалы

Подобно тому как для информирования об уровнях землетрясений используется шкала Рихтера, а о температурах – шкала Цельсия, для оценки безопасности любых происшествий, происходящих в сфере использования источников ионизирующих излучений, применяется Международная относительная шкала ядерных событий ИНЕС (англ. INES – International Nuclear Events Scale). Принятая в 1990 г. Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) совместно с Агентством по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития (NEA) шкала INES предназначена для использования в гражданской сфере и связана только с аспектами ядерной и радиационной безопасности событий.

Любая нештатная ситуация, возникающая на ядерной установке или связанная с источниками излучений или радиоактивными веществами, может привести к появлению различных слухов и опасений, иногда вызывающих психологические стрессы, социальную напряженность в обществе и даже экономические последствия. Поэтому своевременное и точное реагирование на обеспокоенность средств массовой информации и общественности играет важнейшую роль в деле предотвращения распространения вводящей в заблуждение и не соответствующей действительности информации, которая часто циркулирует во время инцидентов или аварийных ситуаций. Шкала ИНЕС и является средством объективного и своевременного информирования о значимости событий с точки зрения ядерной и радиационной безопасности, а также о возможных последствиях этих событий.

Вначале шкала использовалась для классификации событий на АЭС, а затем была расширена и стала применяться ко всем установкам и объектам гражданской атомной промышленности. К 2006 году ИНЕС была адаптирована для оценки любого события, связанного с перевозкой, хранением, использованием радиоактивных материалов и источников излучений, включая их использование в промышленных и медицинских целях. Когда устройство используется в медицинских целях (например, в радиодиагностике или лучевой терапии), ИНЕС применяется для классификации событий, которые привели к фактическому облучению работников и населения или которые связаны с ухудшением характеристик работы устройства или недостатками в мерах безопасности.

Шкала включает также оценку таких событий, как утрата или хищение радиоактивных источников или упаковок, обнаружение бесхозных источников или источников, по недосмотру ставших предметом торговли, и т. д.

МАГАТЭ в сотрудничестве с НЕА координирует доработку и уточнение шкалы в свете накапливаемого за прошедший период опыта при поддержке государств-членов через официально назначенных национальных представителей по ИНЕС. МАГАТЭ содействует применению шкалы, предоставляя услуги по обучению пользователей.

Для чего шкала не предназначена

Шкала ИНЕС не предназначена для использования при классификации событий, связанных с физической безопасностью или злоумышленными действиями с целью намеренно подвергнуть людей облучению.

Признано нецелесообразным использование ИНЕС для сравнения показателей безопасности при эксплуатации установок, деятельности различных организаций или ядерной и радиационной обстановки различных стран. Из-за статистически малого количества событий высоких уровней и различий в представлении странами информации о более мелких событиях шкала является непригодной для проведения сопоставлений на международном уровне.

Шкала не заменяет собой критериев, уже принятых в национальном и международном масштабе для технического анализа и учета событий органами надзора за безопасностью. Она также не является частью официальных аварийных мероприятий, которые предусматриваются в каждой стране для преодоления радиационных аварий.

Шкала не может служить основой для отбора событий с целью использования эксплуатационного опыта, так как зачастую важные уроки могут быть извлечены из событий, которые сами по себе относительно мало значимы с точки зрения безопасности.

Информирование о событиях

Государства-члены, применяющие ИНЕС, оперативно представляют информацию об ядерных и радиологических событиях – в противном случае в результате освещения в СМИ или предположений общественности может сформироваться искаженное представление о событии. МАГАТЭ рекомендует оповещать страны-участники в 24-часовой срок обо всех авариях, при которых имеются хотя бы незначительные выбросы радиации за пределы производственной площадки, а также о событиях более низких уровней, если того требует общественный интерес за пределами страны, в которой они произошли.

В ряде ситуаций, когда на раннем этапе информация обо всех подробностях события отсутствует, может быть дана его предварительная классификация. Позднее определяется окончательная классификация и даются пояснения относительно возможных расхождений.

С целью облегчения передачи международных сообщений о событиях, привлекающих к себе широкое внимание, МАГАТЭ для представления сообщений обеспечивает в Интернете работу сети, которая позволяет немедленно доводить до сведения общественности подробности события. Сеть связи ИНЕС получает от национальных координаторов ИНЕС в государствах-членах и распространяет между ними специальные "Формуляры оценки события", которые содержат информацию о событиях, включая их оценку. Такой процесс обмена информацией предполагает создание в каждой участвующей стране внутренней сети, обеспечивающей оперативное освещение и оценку всех событий, подлежащих отчетности внутри страны или за ее пределами.

Для более глубокой и подробной классификации событий специалистами подготовлено *Руководство для пользователей*. Нынешний вариант руководства по ИНЕС был принят 1 июля 2008 года. Ожидается, что новое издание ИНЕС будет широко использоваться государствами-членами, и ИНЕС станет всемирной шкалой для получения правильного представления о значимости событий с точки зрения ядерной и радиационной безопасности и будет способствовать тому, чтобы информация об ядерных инцидентах и авариях была доступна для восприятия не только специалистами, но также и широкой общественностью, журналистами, правительственными учреждениями.

Классификация ядерных происшествий

В рамках шкалы все нештатные события на ядерных объектах (в первую очередь на АЭС) оцениваются по 8-балльной шкале. За нулевой уровень приняты события, несущественные для безопасности. События уровней 1–3 классифицируются как инциденты: уровень 1 – аномалия, уровень 2 – инцидент, уровень 3 – серьезный инцидент. Уровни, начиная с четвертого, классифицируются как авария: 4-й – это авария без значительного риска за пределами площадки, 5-й – авария с риском за пределами площадки, 6-й – серьезная авария, 7-й – крупная авария.

Инцидент – любое непреднамеренное событие, последствия которого не могут игнорироваться с точки зрения безопасности: ошибки во время эксплуатации, отказы оборудования, исходные события-предшественники аварии, события, близкие к аварийной ситуации, другие неполадки или несанкционированные незлоумышленные действия, и др.

Авария – событие, характеризуемое выбросом радиоактивного материала за пределы площадки установки, который может привести к облучению населения, достигающему, по меньшей мере, величины порядка разрешенных (санкционированных) пределов, или требует применения контрмер, или приводит к значительному повреждению установки, или приводит к облучению работников на площадке в такой степени, при которой существует вероятность ранней смерти.

Шкала построена таким образом, что степень серьезности события возрастает с каждым уровнем шкалы примерно в 10 раз. События, не существенные с точки зрения безопасности, называются "отклонениями" и классифицируются как случаи ниже шкалы – уровень 0.

В рамках ИНЕС ядерные и радиологические аварии и инциденты классифицируются с учетом трех областей воздействия:

население и окружающая среда – учитываются дозы облучения, полученные населением, находящимся близко от места события, а также незапланированный выброс радиоактивного материала из установки;

радиологические барьеры и контроль – охватывают события, не оказывающие прямого воздействия на население и окружающую среду и касающиеся только происходящего в пределах площадки ядерной установки, сюда входят незапланированные высокие уровни облучения персонала и распространение значительных количеств радиоактивных веществ в пределах площадки ядерной установки;

глубокошелонированная защита – учитываются события, не оказывающие какого-либо прямого воздействия на людей или окружающую среду, но при этом речь идет о том, что комплекс мер, предусмотренных для предотвращения аварий, не был реализован так, как это планировалось.

Краткая характеристика уровней шкалы ИНЕС

Ниже шкалы INES, уровень 0: ОТКЛОНЕНИЕ. Это не затрагивающий ядерную и радиационную безопасность инцидент, при котором эксплуатационные пределы и условия не нарушены, а управление осуществляется в соответствии с адекватными процедурами.

Всем минимальным инцидентам, находящимся в эксплуатационных пределах и серьезность которых ниже уровня 1, присваивается уровень 0.

Событие несущественно для безопасности.

INES, уровень 1: АНОМАЛИЯ (незначительная для безопасности). Это инцидент с отклонением от разрешенного режима эксплуатации, но без значительных нарушений мер обеспечения безопасности, значительного распространения радиоактивного загрязнения или переоблучения работников. Он может быть связан с отказом оборудования, ошибкой человека или несоответствием регламенту эксплуатации.

INES, уровень 2: ИНЦИДЕНТ. Он соответствует одному или нескольким критериям:

- инцидент с серьезными отказами элементов обеспечения безопасности, не влекущими за собой неработоспособность системы в целом;
- инцидент, в результате которого кто-либо из персонала получает дозу, превышающую установленный годовой предел;
- инцидент, приводящий к значительному распространению радиоактивности в зонах установки, в которых это не предусмотрено по проекту.

Таким образом, инцидент – это событие со значительными нарушениями мер обеспечения безопасности, которое требует осуществления корректирующих действий, но при сохранении достаточной глубокоэшелонированной защиты.

INES, уровень 3: СЕРЬЕЗНЫЙ ИНЦИДЕНТ. Он соответствует одному или нескольким критериям:

- выход радиоактивности во внешнюю среду выше разрешенных пределов, облучение населения вне площадки ниже допустимого предела — порядка десятых долей мЗв. Не исключено, что при таком выходе радиоактивности не понадобятся меры защиты вне площадки;
- инцидент, приведший к серьезному распространению радиоактивности на площадке и облучению персонала с серьезными последствиями. Это, например, радиоактивное загрязнение в размере нескольких тысяч ТБк в пределах контролируемой зоны, где это радиоактивное загрязнение может быть ликвидировано;
- инцидент, в результате которого при некоторых дополнительных нарушениях отказ системы безопасности в целом привел бы к аварийным состояниям.

Таким образом, событие уровня 3 – это фактически авария, при которой только последний эшелон (уровень) глубокоэшелонированной защиты продолжает функционировать и/или происходит значительное распространение радиоактивного загрязнения на площадке или проявляются детерминированные эффекты у работников, и/или незначительный выброс радиоактивного материала за пределами площадки (т.е. доза облучения критической группы населения составляет величину порядка десятых долей мЗв).

INES, уровень 4: АВАРИЯ БЕЗ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО РИСКА ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПЛОЩАДКИ. Он соответствует одному или нескольким критериям:

- незначительный выброс радиоактивности во внешнюю среду, облучение населения вне площадки в пределах нескольких мЗв. При таком выходе радиоактивности потребность в защитных действиях вне площадки маловероятна, за исключением локального контроля продуктов питания;
- серьезное повреждение активной зоны и физических барьеров, связанное с большими восстановительными работами на площадке, и подобные события вне реактора;
- переоблучение одного или нескольких работников с высокой вероятностью смерти.

INES, уровень 5: АВАРИЯ С РИСКОМ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ПЛОЩАДКИ. Он соответствует одному или нескольким критериям:

- ограниченный выброс радиоактивных веществ во внешнюю среду в количественном эквиваленте радиоактивности от сотен до тысяч ТБк йода-131. Вне площадки может потребоваться частичное осуществление контрмер, предусмотренных планами аварийных мероприятий, с целью уменьшения возможного ущерба для здоровья населения;
- тяжелое повреждение активной зоны и физических барьеров, большой пожар или взрыв с выходом значительных количеств радиоактивности в пределах площадки.

Например, авария на АЭС "Три-Майл-Айленд" (США, 1979 год, тяжелое повреждение установки).

INES, уровень 6: СЕРЬЕЗНАЯ АВАРИЯ. Значительный выброс во внешнюю среду радиоактивных материалов в количественном эквиваленте от тысяч до десятков тысяч ТБк йода-131. Вне площадки требуется полномасштабное применение аварийных мероприятий и мер по защите населения.

Авария уровня 6 произошла в СССР в 1957 году и известна как Кыштымская авария (Производственное объединение «Маяк», г. Озерск Челябинской области). Произошел взрыв емкости с продуктами деления. Около 90% выброшенных радиоактивных материалов, в основном стронция-90 (период полураспада стронция-90 составляет 30 лет), выпали в пределах территории завода. 10% загрязнили местность вне площадки. В общей сложности это соответствовало 20 миллионам Кюри — около трети рассеянного в Чернобыле. Несколько десятков тысяч жителей наблюдались у эпидемиологов. Какого-либо ущерба для их здоровья выявлено не было.

INES, уровень 7: ТЯЖЕЛАЯ АВАРИЯ.

Авария этого уровня связана с выбросом во внешнюю среду большей части радиоактивного материала из активной зоны реактора. Такой выброс представляет смесь короткоживущих и долгоживущих радиоактивных продуктов деления в количественном эквиваленте, значительно превышающем десятки тысяч ТБк йода-131. Подобная радиоактивность может вызвать серьезные последствия для населения с последующим ухудшением здоровья людей на обширной территории и долговременные последствия для окружающей среды.

Единственная авария уровня 7 — катастрофа в Чернобыле в 1986 г.

В таблице 1 представлено общее описание уровней шкалы ИНЕС. Критерии, указанные в таблице, имеют общий характер. Подробные определения содержатся в *Руководстве для пользователей*.

Первый столбец таблицы относится к событиям, сопровождаемым выбросом радиоактивности за пределы площадки (АЭС или иного объекта). Нижняя ступень в данном столбце представляет выброс, который приводит к максимальной расчетной дозе облучения критической группы населения, численно эквивалентной приблизительно десятой доле предельной годовой дозы для населения; это классифицируется уровнем 3. Такая доза обычно составляет около одной десятой среднегодовой дозы от естественного радиационного фона. Высшая ступень в первом столбце соответствует крупной ядерной аварии с обширными последствиями для здоровья населения и для окружающей среды.

Во втором столбце рассматривается воздействие события в пределах площадки (АЭС или иного объекта). Эта категория событий охватывает диапазон от уровня 2 (значительное радиоактивное загрязнение и/или переоблучение персонала) до уровня 5 (серьезное повреждение активной зоны реактора или радиологических барьеров – барьеров радиационной защиты).

Все ядерные объекты проектируются и эксплуатируются таким образом, что последовательные уровни (эшелоны) защиты должны предотвращать опасные воздействия на площадке или за ее пределами, причем объем предусмотренных мер безопасности, как правило, соразмерен потенциальному риску таких воздействий. Предполагается, что существенные последствия на площадке и за ее пределами могут наступить только после нарушения всех этих эшелонов защиты. Такое построение мер безопасности получило название "глубокоэшелонированной защиты". Третий столбец таблицы относится к инцидентам, при которых произошло нарушение или ухудшение глубокоэшелонированной защиты. Этот столбец охватывает инциденты уровней 1-3.

Событие, воздействие которого затрагивает два или три столбца, всегда оценивается по высшему из достигнутых уровней. События, не достигающие нижнего порога воздействия ни в одном из столбцов, классифицируются ниже шкалы уровнем 0.

Таблица 1 – Общее описание уровней шкалы ИНЕС

Уровень по шкале INES	Критерии или характеристики безопасности		
	Население и окружающая среда	Радиологические барьеры и контроль	Глубокоэшелонированная защита
Уровень 7 Крупная авария	<ul style="list-style-type: none"> Сильный выброс радиоактивного материала с обширными последствиями для здоровья и окружающей среды, требующий осуществления запланированных и длительных контрмер. 		
Уровень 6 Серьезная авария	<ul style="list-style-type: none"> Значительный выброс радиоактивного материала, который, вероятно, потребует осуществления запланированных контрмер. 		
Уровень 5 Авария с риском для окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> Ограниченный выброс радиоактивного материала, который, вероятно, потребует осуществления некоторых запланированных контрмер. 	<ul style="list-style-type: none"> Тяжелое повреждение активной зоны и физических барьеров. Выброс больших количеств радиоактивного материала в пределах установки с высокой вероятностью значительного облучения персонала с несколькими смертельными случаями. 	
Уровень 4 Авария без значительного риска для окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> Небольшой выброс радиоактивного материала, в результате которого необходимость в запланированных контрмерах, помимо мер по контролю пищевых продуктов на местном уровне, маловероятна. 	<ul style="list-style-type: none"> Расплавление топлива или его повреждение, в результате которого произошел выброс более чем 0,1 % инвентарного количества из активной зоны. Выброс значительных количеств радиоактивного материала в пределах установки с высокой вероятностью значительного облучения персонала (по меньшей мере, один смертельный случай). 	
Уровень 3 Серьезный инцидент	<ul style="list-style-type: none"> Незначительный выброс радиоактивного материала; облучение населения ниже допустимого предела. 	<ul style="list-style-type: none"> Сильное загрязнение в зонах установки, в которых по проекту оно не предусмотрено. Мощность доз излучения в зоне эксплуатации более 1 Зв/час. Облучение персонала, в десять раз превышающее установленный годовой предел. 	<ul style="list-style-type: none"> Близкий к аварии случай на АЭС, когда не осталось мер обеспечения безопасности, к которым можно было бы прибегнуть. Утерянный или похищенный высокорadioактивный закрытый источник. Доставленный не по назначению высокорadioактивный закрытый источник при отсутствии надлежащей инструкции по обращению с ним.
Уровень 2 Инцидент		<ul style="list-style-type: none"> Значительное загрязнение в зонах установки, где оно по проекту не предусмотрено. Уровни излучения в зоне эксплуатации превышают 50 мЗв/час. Облучение персонала, превышающее установленный предел годовой дозы. 	<ul style="list-style-type: none"> Значительные отказы средств обеспечения безопасности, но без фактических последствий. Обнаружены закрытый высокорadioактивный источник, устройство или транспортная упаковка, при этом правила безопасности нарушены не были. Нарушение упаковочного комплекта закрытого высокорadioактивного источника.
Уровень 1 Аномальная ситуация			<ul style="list-style-type: none"> Небольшие проблемы с безопасностью компонентов – при этом осталась значительная глубокоэшелонированная защита. Утеряны или похищены радиоактивный источник, устройство или транспортная упаковка низкого уровня активности.
Уровень 0 Событие с отклонением ниже шкалы	Отсутствует значимость с точки зрения безопасности		

Примеры классификации реальных ядерных событий

Подавляющее большинство учитываемых событий классифицируется ниже уровня 3. Многочисленные события, связанные с использованием источников ионизирующих излучений, классифицируются ниже шкалы ИНЕС – уровнем 0.

В таблицах 2 и 3 представлены примеры классификации по шкале ИНЕС реальных ядерных событий, произошедших на ядерных установках, и событий, связанных с источниками излучений и перевозкой.

Таблица 2 – Классификации ядерных событий, произошедших на ядерных установках

Уровень по шкале INES	Классификация событий на ядерных установках		
	Население и окружающая среда	Радиологические барьеры и контроль	Глубокоэшелонированная защита
Уровень 7 Крупная авария	<i>Чернобыль, 1986 год</i> – обширные последствия для здоровья и окружающей среды. Внешний выброс значительной доли инвентарного количества из активной зоны реактора.		
Уровень 6 Серьезная авария	<i>Кыштым, Россия, 1957 год</i> – значительный выброс радиоактивного материала в окружающую среду в результате взрыва ёмкости с высокоактивными отходами.		
Уровень 5 Авария с риском для окружающей среды	<i>Виндскейл-Пайл, Соединенное Королевство, 1957 год</i> – выброс радиоактивного материала в окружающую среду после пожара в активной зоне реактора.	<i>АЭС «Три-Майл-Айленд», США, 1979 год</i> – тяжелое повреждение активной зоны реактора.	
Уровень 4 Авария без значительного риска для окружающей среды	<i>Токаймура, Япония, 1999 год</i> – переоблучение рабочих со смертельным исходом после события с возникновением критичности на ядерной установке.	<i>АЭС «Сен-Лоран», Франция, 1980 год</i> – расплавление одного топливного канала в реакторе без выброса за пределы площадки.	
Уровень 3 Серьезный инцидент	Примеров нет	<i>Селлафилд, Соединенное Королевство, 2005 год</i> – выброс большого количества радиоактивного материала, локализованный в пределах установки.	<i>АЭС «Вандельос», Испания, 1989 год</i> – близкий к аварии случай, вызванный пожаром и приведший к выходу из строя систем безопасности на АЭС.
Уровень 2 Инцидент	<i>АЭС «Атуча», Аргентина, 2005 год</i> – переоблучение рабочего на энергетическом реакторе, превышающее предел годовой дозы.	<i>Кадараш, Франция, 1993 год</i> – распространение загрязнения на зону, где оно по конструкции не предусмотрено.	<i>АЭС «Форсмарк», Швеция, 2006 год</i> – снижение потенциала функций безопасности из-за отказа аварийной системы энергоснабжения на АЭС по общей причине.
Уровень 1 Аномальная ситуация			Нарушение эксплуатационных пределов на ядерной установке.

Шкала INES в России

В Российской Федерации по этой шкале с 1990 года классифицируются все аварии и нарушения в работе АЭС. Предварительную оценку события производят специалисты АЭС совместно с представителями Ростехнадзора и направляют её в концерн Росэнергоатом и во ВНИИАЭС, где производится дополнительное рассмотрение с участием всех вышеуказанных сторон, в результате которого даётся окончательная оценка произошедшего на АЭС события по шкале ИНЕС, результаты этой оценки рассылают в различные заинтересованные организации.

Таблица 3 – Классификация событий, связанных с источниками излучений и перевозкой

Уровень по шкале INES	Классификация событий, связанных с источниками излучения и перевозкой	
	Население и окружающая среда	Глубоководно-океаническая защита
Уровень 7 Крупная авария		
Уровень 6 Серьезная авария		
Уровень 5 Авария с риском для окружающей среды	<i>Гояния, Бразилия, 1987 год</i> – четыре человека погибли и шесть получили дозы в несколько Грей от оставленного без присмотра и разрушенного высокорadioактивного источника Cs-137.	
Уровень 4 Авария без значительного риска для окружающей среды	<i>Флёрюс, Бельгия, 2006 год</i> – серьёзные последствия для здоровья рабочего на промышленной облучательной установке в результате получения высоких доз облучения.	
Уровень 3 Серьезный инцидент	<i>Янганго, Перу, 1999 год</i> – инцидент с радиографическим источником, приведший к получению тяжелых лучевых ожогов.	<i>Икителли, Турция, 1999 год</i> – утрата высокорadioактивного источника Co-60.
Уровень 2 Инцидент	<i>США, 2005 год</i> – переоблучение рентгенолога, превышающее годовой предел для лиц, работающих с источниками излучения.	<i>Франция, 1995 год</i> – отказ систем контроля доступа на ускорительной установке.
Уровень 1 Аномальная ситуация		Хищение влагомера/плотномера.

Оповещение населения производится через сообщения специальных служб по работе с общественностью, существующих на всех АЭС и многих предприятиях атомной отрасли, а также публикуется Госкорпорацией «Росатом» на своём официальном веб-сайте в разделе «Новости ядерной и радиационной безопасности». С 2009 года о радиационной обстановке на объектах атомной отрасли всей страны можно узнать в режиме онлайн с помощью сайта, отображающего данные автоматизированной системы контроля радиационной обстановки.

Для подготовки информационного бюллетеня использованы следующие источники:

1. Международная шкала ядерных событий (ИНЕС), Руководство для пользователей (IAEA-INES-2001), Вена 2001;
2. Бруно Комби, Защитники природы за атомную энергию, Москва, 2009. 400 С.;
3. http://www.iaea.org/Publications/Factsheets/Russian/ines_rus.pdf

Материал подготовили: Войтецкая Е.Ф., Комаровская Л.В., Нарейко Л.М.

Адреса для контактов:

ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси, 220109, Минск, ул. академика А.К. Красина, 99
 тел.: 299-47-61, 299-45-56, факс: 299-43-55, E-mail: <http://www.sosny.bas-net.by>
 E-mail: valentina.bryliova@yandex.by

Для получения данного информационного бюллетеня просим подать заявку в электронном виде с указанием своего электронного адреса

©При перепечатке ссылка обязательна

По заказу Министерства энергетики Республики Беларусь