

БЕЗОПАСНОЕ ОБРАЩЕНИЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ: СОВРЕМЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МАГАТЭ

А. И. Соболев

ФГУП «РосРАО», Москва

Статья поступила в редакцию 18 февраля 2019 г.

Комитет МАГАТЭ по нормам безопасности радиоактивных отходов (WASSC) осуществляет обоснование критериев безопасности для защиты человека и охраны окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения на всех стадиях обращения с РАО. В статье рассмотрены вопросы организации деятельности МАГАТЭ в части разработки стандартов безопасности, представлена схема процесса подготовки документов, проведен анализ деятельности Комитета WASSC в цикле 2014–2017 годов.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, нормы безопасности, объекты использования атомной энергии.

Введение

МАГАТЭ создано в 1957 году в соответствии с решением ООН от 4 декабря 1954 года для реализации масштабной задачи создания основополагающего мирового форума научно-технического сотрудничества в области мирного использования ядерных технологий.

Агентство ежегодно представляет доклад о своей деятельности Генеральной Ассамблее ООН и, при необходимости, Совету Безопасности ООН.

СССР изначально принимал самое деятельное участие в формировании МАГАТЭ, активно взаимодействовал с другими государствами в разработке Устава МАГАТЭ и одним из первых его ратифицировал.

Деятельность Агентства как независимой межправительственной организации в системе ООН значительно усилилась с появлением Договора о нераспространении ядерного оружия (одобрен резолюцией 2373 (XXII) Генеральной Ассамблеи от 12 июня 1968 года). Работа

Агентства приобрела особое значение в силу обязательного выполнения каждым государством-участником требования о заключении с МАГАТЭ соглашения о гарантиях отсутствия исследований военной направленности.

Целью работы Агентства в стране-участнике является констатация ситуации использования атомной энергии исключительно в мирных целях.

Система гарантий МАГАТЭ не содержит механизмов создания препятствия изменению целей применения ядерного материала с мирных на военные, а только позволяет обнаружить использование находящегося под гарантиями материала или установки в запрещенных целях с инициированием рассмотрения таких фактов в ООН.

Деятельность МАГАТЭ постулируется следующими базовыми принципами:

1. МАГАТЭ является исключительно техническим органом.

2. МАГАТЭ не проводит политическую оценку деятельности государства.

3. МАГАТЭ не имеет права моделировать ситуацию, а работает только с фактами, полученными в результате своей инспекционной деятельности.

Департамент гарантий МАГАТЭ, обеспечивает контроль за ядерными установками и материалами путем анализа соответствующих учетных документов, проверки работы операторов на ядерных установках и проведения выборочных измерений в модулях установок.

В этих целях широко практикуется направление инспекторов на места.

Структура и функции МАГАТЭ

1. Совет управляющих. Собирается пять раз в год. Рассматривает отчетность, программу и бюджет МАГАТЭ. Представляет Генеральной конференции рекомендации по этим вопросам, а также рассматривает заявления о приеме в члены Агентства. Кроме того, Совет управляющих утверждает соглашения о гарантиях и публикацию норм безопасности МАГАТЭ.

2. Генеральная конференция. Созывается один раз в год для рассмотрения представителями всех государств-членов доклада Совета управляющих за предыдущий год, утверждения отчетности, программы и бюджета, утверждения поступивших заявлений о приеме в члены Агентства, а также текущих вопросов.

3. Секретариат. Осуществляет деятельность по реализации программ, утвержденных директивными органами Агентства.

К основным функциям Агентства следует отнести:

- поощрение исследований и разработок по мирному использованию атомной энергии;
- поощрение обмена научными достижениями и методами;
- формирование и применение системы гарантий;
- разработку, установление и адаптацию норм безопасности.

Публикации МАГАТЭ

В соответствии с положениями статей III.A и VIII.C Устава, МАГАТЭ уполномочено способствовать распространению научно-технической информации об использовании атомной энергии в мирных целях. Публикации в Серии изданий МАГАТЭ предоставляют информацию о ядерно-топливном цикле, системах обращения с ОЯТ и РАО, выводе из эксплуатации ядерных и

радиационно опасных объектов, а также информацию по общим вопросам безопасности, имеющим отношение ко всем вышеупомянутым областям.

Структура серии изданий МАГАТЭ по атомной энергии включает три уровня:

1. Базовые принципы и цели (обоснование безопасности при использовании атомной энергии и разъяснение целей, которые должны быть достигнуты при использовании атомной энергии на разных этапах осуществления деятельности).

2. Руководства (содержат рекомендации относительно путей достижения целей).

3. Технические доклады (дополнительная подробная информация о деятельности в различных областях использования атомной энергии).

Публикации в Серии изданий МАГАТЭ по атомной энергии имеют коды:

NG — общие вопросы;

NP — ядерная энергетика;

NF — ядерное топливо;

NW — обращение с радиоактивными отходами и вывод из эксплуатации.

Стандарты безопасности МАГАТЭ

В настоящее время накоплен значительный опыт, на основании которого МАГАТЭ разработало полный набор стандартов безопасности по обращению с РАО.

Нормы безопасности отражают международный консенсус в отношении того, что является высоким уровнем безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

Серия норм безопасности МАГАТЭ включает документы трех категорий:

1. Основы безопасности (формулируют основополагающие цели безопасности, принципы безопасности и защиты, а также служат основой для разработки Требований безопасности).

2. Требования безопасности (устанавливают требования, которые должны выполняться с целью защиты людей и охраны окружающей среды).

3. Руководства по безопасности (содержат рекомендации и разъяснения, касающиеся выполнения Требований безопасности).

Ключевые документы в области безопасного обращения с радиоактивными отходами:

- Нормы МАГАТЭ по безопасности № GSR-5 «Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением»;
- Нормы МАГАТЭ по безопасности № SSR-5 «Захоронение радиоактивных отходов».

Разработка норм безопасности МАГАТЭ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются:

1. Секретариат МАГАТЭ.
2. Комитеты по нормам безопасности:
NUSSC — ядерная безопасность,
RASSC — радиационная безопасность,
WASSC — безопасность радиоактивных отходов,
TRANSSC — безопасность перевозки радиоактивных материалов,
EPReSC — аварийная готовность и реагирование.
3. Комиссия по нормам безопасности.

Комиссия по нормам безопасности (CSS) осуществляет координацию и надзор за выполнением всей программы МАГАТЭ по нормам безопасности.

Все государства-члены МАГАТЭ могут назначать экспертов в Комитеты по нормам безопасности и представлять замечания по проектам норм.

Члены CSS назначаются Генеральным директором МАГАТЭ, в состав CSS входят старшие правительственные должностные лица, несущие ответственность за установление национальных норм.

Состав WASSC в цикле 2014–2017 годов

Комитет WASSC в период 2014–2017 годов объединял представителей 51 государства, а именно: Алжир — Mr. A. Ghezal, Аргентина — Ms. M. Medici, Австралия — Mr. G. Williams (Председатель Комитета), Австрия — Mr. H. Fischer, Бельгия — Mr. W. Blommaert, Болгария — Mr. A. Alexiev, Бразилия — Mr. M. Leal, Буркина-Фасо — Mr. M. Tionou, Великобритания — Ms. D. Varley, Венгрия — Mr. I. Lazar, Германия — Mr. C. Goetz, Греция — Mr. D. Mitrakos, Дания — Mr. D. Ulfbeck, Египет — Mr. Y. Selim, Израиль — Mr. R. Hakmon, Индия — Mr. C. Kaushik, Иордания — Mr. M. Hawwari, Иран — Mr. H. Sadeghloo, Испания — Ms. J. Higuera, Италия — Mr. M. Dionisi, Канада — Ms. P. Doughty, Кения — Ms. W. Njiraini, Кипр — Mr. A. Yiannaki, Китай — Mr. Guo'an Ye, Коста-Рика — Mr. E. Villalobos, Ливан — Ms. M. Assi, Ливия — Mr. M. Albahi, Литва — Mr. V. Paulikas, Малайзия — Ms. T. Iyu Lin, Мексика — Mr. R. Alvarado, Намибия — Mr. A. Tibinyane, Нидерланды — Mr. T. Louis, Новая Зеландия — Mr. C. Ardouin, Норвегия — Mr. R. Lystad, Пакистан — Mr. N. Maqbul, Польша — Ms. B. Zielinska, Российская Федерация — Mr. A. Sobolev, Румыния — Ms. D. Dogaru, Словакия — Mr. J. Homola, Словения — Mr. T. Zagar, США — Mr. J. Tappert, Украина — Mr. V. Berkovskyy, Хорватия — Mr. D. Skanata,

Финляндия — Mr. J. Leino, Франция — Mr. C. Kasiotis, Чехия — Mr. P. Lietava, Швейцария — Mr. O. Beffort, Швеция — Mr. B. Hedberg, ЮАР — Ms. V. Maree, Южная Корея — Mr. H. Ki Shin, Япония — Mr. M. Uchida.

Региональное группирование членов Комитета WASSC представлено на рис. 1.

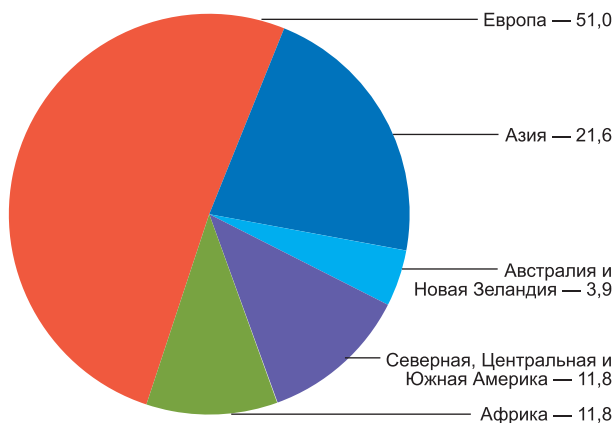


Рис. 1. Представительство государств-членов WASSC (%)

Интересно сравнить это полученное процентное соотношение с данными применяемого в МАГАТЭ подходе ранжирования стран по количеству реакторов, достигших критичности [1], представленными на рис. 2. Сравнение результатов Европа 51,0 и 51,4%, Азия — 21,6 и 18,4%, Америка — 11,8 и 29,9% подтверждают вывод о том, что представительство государств в Комитете WASSC устойчиво коррелируется с мощностными показателями атомной энергии в мире в целом.

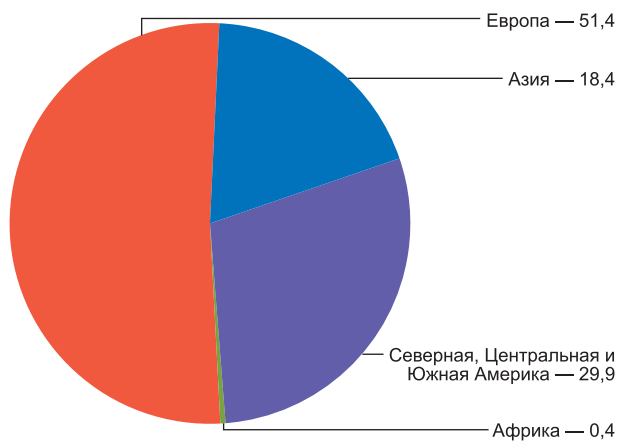


Рис. 2. Распределение количества реакторов АЭС, достигших критичности (%)

В заседаниях Комитета WASSC традиционно на постоянной основе принимают участие

Захоронение РАО

представители международных организаций, перечень которых приведен в табл. 1.

Таблица 1. Международные организации в WASSC

Научный комитет ООН по действию атомной радиации	UNSCEAR
Международная комиссия по радиологической защите	ICRP
Всемирная организация здравоохранения	WHO
Европейская инициатива по стандартам безопасности ядерных установок	ENISSI
Еврокомиссия	EC
Программа ООН по окружающей среде	UNEP
Всемирная ядерная Ассоциация	WNA
Агентство по ядерной энергетике при Организации экономического сотрудничества и развития	OECD/NEA
Международная организация по стандартизации	ISO
Международная Ассоциация поставщиков и производителей источников	ISSPA
Международная Ассоциация радиационной защиты	IRPA

Объемы РАО: масштабность проблемы

К основным видам деятельности Комитета WASSC, безусловно, относится подготовка и проведение совещаний договаривающихся сторон по выполнению обязательств, вытекающих из Объединенной Конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

Совещания договаривающихся сторон МАГАТЭ проводит один раз в три года, начиная с ноября 2003 года, затем традиционно в мае (в 2006, 2009, 2012, 2015 и 2018 годах), собирая более 650 представителей от государств-членов Объединенной конвенции.

Основой для анализа данных о различных характеристиках РАО и прогнозов их образования служат Национальные доклады, подготавливаемые каждым государством-членом Объединенной Конвенции. Анализ информации, представленной в этих докладах, проводится на основе единого подхода, который включает составление таблиц с данными по отработавшему топливу и радиоактивным отходам, а также рекомендации для преобразования показателей, приведенных в национальных системах классификации в классификацию, используемую в GSG-1 [2]. Каждый Национальный доклад Объединенной конвенции содержит перечень предприятий в сфере обращения с ОЯТ и РАО, а также данные о количествах отработавшего топлива и радиоактивных отходов.

Данные о количестве твердых радиоактивных отходов в различных мировых регионах на стадии хранения представлены в табл. 2 и на объектах захоронения в табл. 3 [3].

Таблица 2. Объемы ТРО в хранилищах, тыс. м³

Регион	ОНАО	НАО	САО	ВАО
Африка	7	20	1	0
Европа	239	2834	370	13
Америка	2105	285	84	8
Ближний, Дальний Восток и Южная Азия	5	334	4	0
Юго-Восточная Азия и Тихоокеанский регион	0	5	1	0
Всего	2356	3478	460	21

Таблица 3. Объемы ТРО на объектах захоронения, тыс. м³

Регион	ОНАО	НАО	САО	ВАО
Африка	0	14	0	0
Европа	278	2901	15	0
Америка	7176	17468	91	0
Ближний, Дальний Восток и Южная Азия	1	64	0	0
Юго-Восточная Азия и Тихоокеанский регион	452	4	0	0
Всего	7907	20451	106	0

Перечень основных источников образования ТРО, размещенных в хранилищах представлен на рис. 3, а для ТРО на стадии захоронения на рис. 4.

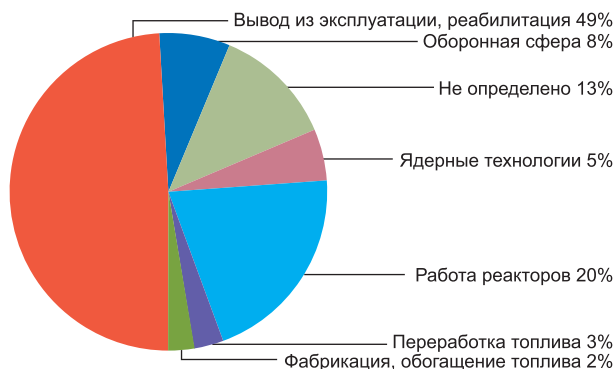


Рис. 3. Источники образования ТРО, размещенных в хранилищах



Рис. 4. Источники образования ТРО в объектах захоронения

Анализ представленных данных позволяет сделать вывод о наличии «эффекта запаздывания» внедрения современных комплексов, обеспечивающих безопасное захоронение твердых радиоактивных отходов по сравнению с их размещением в хранилищах. Эффект, возможно, в первую очередь связан с совершенствованием нормативных требований, а также интенсификацией работ по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии и реабилитацией загрязненных радионуклидами территорий.

Процедура разработки норм безопасности МАГАТЭ

Общая схема взаимодействия Секретариата, Комиссии и Комитетов по нормам безопасности с государствами-членами МАГАТЭ в процессе разработки новых и пересмотра действующих норм безопасности представлена на рис. 5.

Подробный перечень шагов в процессе разработки новых или пересмотре существующих норм безопасности, начиная с этапа подготовки задания на разработку до публикации документа, представлен в табл. 4.

Таблица 4. Перечень шагов в процессе разработки норм безопасности

Шаг	Содержание
1	Подготовка задания на разработку документа
2	Рассмотрение задания на разработку экспертами МАГАТЭ
3	Рассмотрение задания на разработку на заседании Комитета
4	Утверждение задания на разработку в Комиссии по нормам безопасности
5	Подготовка проекта стандарта безопасности
6	Первое рассмотрение проекта стандарта безопасности экспертами МАГАТЭ
7	Первое рассмотрение проекта стандарта безопасности на заседании Комитета
8	Направление проекта документа государствам-членам Комитета
9	Анализ полученных комментариев, замечаний и предложений
10	Второе рассмотрение проекта стандарта безопасности экспертами МАГАТЭ
11	Второе рассмотрение проекта стандарта безопасности на заседании Комитета
12	Рассмотрение проекта стандарта в Комиссии по нормам безопасности
13	Утверждение документа в качестве стандарта безопасности МАГАТЭ
14	Публикация стандарта безопасности МАГАТЭ



Рис. 5. Схема разработки норм безопасности МАГАТЭ

Программа разработки норм безопасности

В Комитете по нормам безопасности РАО в цикле 2014—2017 годов рассмотрены и одобрены 14 проектов технических заданий и руководств по безопасности от DS403 «Вывод из эксплуатации медицинских, промышленных и исследовательских установок» до DS512 «Хранилища скважинного типа для радиоактивных отходов».

Подробный перечень рассматриваемых документов с указанием статуса шага процесса разработки, а также хронология заседаний Комитета WASSC представлены в табл. 5.

При обсуждении проекта Руководства по безопасности DS442 «Регулирующий контроль за радиоактивными сбросами в окружающую среду» на основе консенсуса участников Комитета принято решение о необходимости рассмотрения

радионуклидов трития и углерода-14 в отдельном разделе документа. Острая дискуссия состоялась и по спорному вопросу определения вида деятельности «вывод из эксплуатации». Постулировано, что вывод из эксплуатации не может быть отнесен к операционной деятельности, а должен рассматриваться как вид новой деятельности с установлением собственных контролируемых параметров. Интерес представляет и обсуждение проекта Руководства по безопасности DS468 «Реабилитация территорий, пострадавших в результате прошлой деятельности и аварий» в части решения вопроса о том, почему из сферы действия документа исключен такой вид деятельности как вывод из эксплуатации, ведь в отношении площадок наследия может потребоваться реабилитация. В результате дискуссии участники Комитета достигли

Таблица 5. Программа деятельности WASSC в цикле 2014—2017 годов

Наименование руководства по безопасности	2014		2015		2016		2017	
	W37	W38	W39	W40	W41	W42	W43	W44
DS403 Вывод из эксплуатации медицинских, промышленных и исследовательских установок			Шаг 7				Шаг 11	
DS427 Прогнозная радиологическая оценка воздействия объектов и деятельности на окружающую среду		Шаг 7		Шаг 11				
DS442 Регулирующий контроль за радиоактивными сбросами в окружающую среду		Шаг 7		Шаг 11				
DS447 Обращение с радиоактивными отходами предприятий ядерного топливного цикла до захоронения		Шаг 11						
DS448 Обращение с радиоактивными отходами атомных станций и исследовательских реакторов до захоронения		Шаг 11						
DS452 Вывод из эксплуатации атомных станций, исследовательских реакторов и других установок ядерного топливного цикла		Шаг 7		Шаг 11				
DS454 Обращение с радиоактивными отходами до захоронения при использовании радиоактивных материалов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, исследованиях и образовании	Шаг 7			Шаг 11				
DS459 Обращение с радиоактивными веществами, образовавшимися при добыче урана и в результате иной деятельности по обращению с природными радиоактивными материалами					Шаг 7			
DS468 Реабилитация территорий, пострадавших в результате прошлой деятельности и аварий					Шаг 5	Шаг 7		
DS477 Система управления подготовкой к захоронению и захоронением радиоактивных отходов								Шаг 7
DS489 Хранение отработавшего ядерного топлива		Шаг 3			Шаг 5	Шаг 7		
DS500 Применение концепции освобождения от контроля						Шаг 3		
DS505 Мониторинг для защиты населения и окружающей среды							Шаг 3	
DS512 Хранилища скважинного типа для радиоактивных отходов								Шаг 3

консенсуса о признании факта, что на площадках наследия действительно может иметь место деятельность по демонтажу, а в разрабатываемом документе необходимо использовать термины «decommissioning» и «remediation».

При обсуждении проекта технического задания на разработку руководства по безопасности DS512 «Хранилища скважинного типа для радиоактивных отходов» для обсуждения и последующего направления в комиссию по нормам безопасности предложено считать документ полезным для стран Африканского континента при захоронении отработавших источников ионизирующего излучения.

Национальный опыт стран-членов Комитета

На заседаниях Комитета в цикле 2014—2017 годов заслушаны доклады и обсуждены материалы о национальном опыте 14 стран-участников (табл. 6) в области обеспечения безопасности при обращении с радиоактивными отходами.

Таблица 6. Национальный опыт стран-членов в цикле WASSC 2014—2017 годов

Страна	Комитет
Египет, Бельгия, Финляндия	WASSC_38
Германия, Польша	WASSC_39
Канада, Венгрия, Индия	WASSC_40
ЮАР	WASSC_41
Великобритания, Япония	WASSC_43
Мексика, Швейцария, Украина	WASSC_44

Структура сообщения о национальном опыте традиционно состоит из двух частей: первая часть посвящается обзору текущего состояния программы атомной энергетики и применения радиоактивных веществ в хозяйственной деятельности с рассмотрением перспектив развития, а вторая — аспектам национального регулирования с анализом степени гармонизации с рекомендациями МАГАТЭ.

Интересным, на мой взгляд, представляется национальный подход Индии, представленный на WASSC_40 (ноябрь 2015 г.) в докладе члена Комитета Dr. C. P. Kaushik и наблюдателя J. S. Yadav. Национальная концепция Индии базируется на обеспечении защиты человека и окружающей среды на следующих принципах обращения с РАО:

- выдержка и распад для короткоживущих радионуклидов;
- разбавление и диспергирование для низкоактивных ЖРО;
- концентрирование и хранение для САО и ВАО.

Новые подходы в радиационной защите

Roger Coates — президент международной ассоциации радиационной защиты (IRPA), в материалах своей презентации «Благоразумие и консерватизм в радиационной защите» привел примеры, показывающие связь между стоимостью и значением уровней освобождения от контроля для различных радионуклидов.

Показано, что практика реабилитационных мероприятий позволяет снижать фактические дозы с коэффициентом не менее чем 100, достигая значений близких к естественному фону.

Национальный опыт Великобритании показывает, что при проведении реабилитации территорий, загрязненных радионуклидами, стоимость мероприятий по снижению удельных активностей с 1 Бк/г до 0,1 Бк/г для ^{137}Cs оценивается в несколько миллиардов фунтов стерлингов. Декларируется несопоставимость финансовых затрат с достигаемым эффектом радиационной безопасности, предлагается пересмотреть критерии в сторону увеличения путем введения фактора 10—100. Например, свести к минимуму различия между естественными и искусственными радионуклидами, установить величину удельной активности 1 Бк/г в качестве общего минимального значения. Установить уровень 0,1 Бк/г для ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{106}Ru , $^{134/137}\text{Cs}$, $^{238/239/240/241}\text{Pu}$, ^{241}Am . Самый жесткий критерий предлагается для ^{129}I — 0,01 Бк/г.

Выводы

Обоснование критериев безопасности для защиты человека и охраны окружающей среды от воздействия ионизирующего излучения на всех стадиях обращения с РАО осуществляется МАГАТЭ путем постоянного развития и совершенствования норм безопасности.

Современная направленность деятельности Комитета по нормам безопасности радиоактивных отходов характеризуется решением масштабных проблем, в первую очередь связанных с захоронением РАО и выводом из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

Литература

1. Report of the president of the organizational meeting for the fifth review meeting / Organizational Meeting 14—15 May 2014, JC/OM.5/P.14/Rev.1, 2014.
2. Classification of Radioactive Waste, МАГАТЭ Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).
3. Status and trends in spent fuel and radioactive waste management/IAEA nuclear energy series No. NW-T-1.14, Vienna (2018).

Информация об авторах

Соболев Андрей Игоревич, доктор технических наук, профессор, советник по научно-техническим вопросам, ФГУП «РосРАО» (119017, Россия, Москва, Пыжевский пер., 6), e-mail: AISobolev@rosrao.ru.

Библиографическое описание статьи

Соболев А. И. Безопасное обращение с радиоактивными отходами: современная деятельность МАГАТЭ // Радиоактивные отходы. 2019. № 2 (7). С. 41—48. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-2-41-48.

THE SAFE MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE: CONTEMPORARY IAEA ACTIVITIES

Sobolev A. I.

FSUE “RosRAO”, Moscow, Russia

Article received 18 February 2019

The IAEA Committee on safety standards for radioactive waste (WASSC) carries out the rationale for the safety criteria for human and environment protection from the effects of ionizing radiation on all stages of radioactive waste management. This article examines matters relating to the organization of the IAEA activities in the development of safety standards, document development workflow and analysis of the Committee WASSC activities in cycle of 2014–2017 years.

Keywords: *radioactive waste, safety standards, atomic energy objects.*

References

1. Report of the president of the organizational meeting for the fifth review meeting / Organizational Meeting 14–15 May 2014, JC/OM.5/P.14/Rev.1, 2014.

2. Classification of Radioactive Waste, МАГАТЭ Safety Standards Series No. GSG-1, IAEA, Vienna (2009).

3. Status and trends in spent fuel and radioactive waste management/ IAEA nuclear energy series No. NW-T-1.14, Vienna (2018)

Information about the authors

Sobolev Andrey Igorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Special Adviser on scientific and technical issues, FSUE “RosRAO” (6, Pyzhevskiy Lane, Moscow, 110017, Russia), e-mail: AISobolev@rosrao.ru.

Bibliographic description

Sobolev A. I. The Safe Management of Radioactive Waste: Contemporary IAEA Activities. *Radioactive Waste*, 2019, no. 2(7), pp. 41–48. DOI: 10.25283/2587-9707-2019-2-41-48. (In Russian).