Вехи развития национальной инфраструктуры ядерной энергетики

Лилия Дулинец
Секция развития ядерной инфраструктуры
Подразделение ядерной энергетики -
Департамент ядерной энергии

Структура

- МАГАТЭ и цели устойчивого развития
- Растущий интерес к атомной энергетике в мире
- Вехи развития национальной инфраструктуры ядерной энергетики
- Миссия по обзору ядерной инфраструктуры (INIR)
- Ключевые выводы

Атомная энергия

Атомная энергия обеспечивает доступ к чистой, надежной и безопасной энергии, сокращению негативных последствий изменения климата.

- **МАГАТЭ содействует эффективному и безопасному использованию** ядерной энергии, поддерживая существующие и новые ядерные программы по всему миру, стимулируя инновации и наращивая потенциал в области энергетического планирования, анализа и управления ядерной информацией и знаниями.
- **МАГАТЭ помогает странам удовлетворять растущий спрос на энергию в целях развития**, одновременно повышая энергетическую безопасность, снижая воздействие на окружающую среду и здоровье людей, а также смягчая последствия изменения климата.
- **МАГАТЭ оказывает помощь странам во всех аспектах эксплуатации ядерного топливного цикла** - от добычи урана до обращения с отработанным топливом и радиоактивными отходами, способствуя обмену технической информацией между странами. Агентство также поддерживает широкое использование мирных ядерных технологий посредством применения исследовательских реакторов, а также развитие термоядерного синтеза.

Штаб-квартира МАГАТЭ, Вена, Австрия

Международное агентство по атомной

- **Штаб-квартира в** Вене
- **15 международных лабораторий** и исследовательских центров
- **2 Региональных отдела гарантий (Торонто,** Токио)
- **2 Координационных офиса** (Нью-Йорк, Женева)

Атомная энергия и ЦУР

В соответствии со своим мандатом «Атом для мира и развития» МАГАТЭ поддерживает страны в их усилиях по достижению **17 целей в** области устойчивого развития (ЦУР), изложенных в Повестке ООН на период до 2030 года.

Атомная энергия напрямую способствует достижению 9 из 17 ЦУР

Статус ядерной энергетики (PRIS июль 2025 года)

416 ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

376 261 $МВ_т$ Общая установленная мощность

---

23 ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ, НАХОДЯЩИЕСЯ В РЕЖИМЕ ПРИОСТАНОВЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

19 687 $МВ_т$ Общая чистая установленная мощность

---

62 СТРОЯЩИЕСЯ ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ

65 040 $МВ_т$ Общая чистая установленная мощность

---

20 329 общее количество реактор-лет эксплуатации АЭС в мире

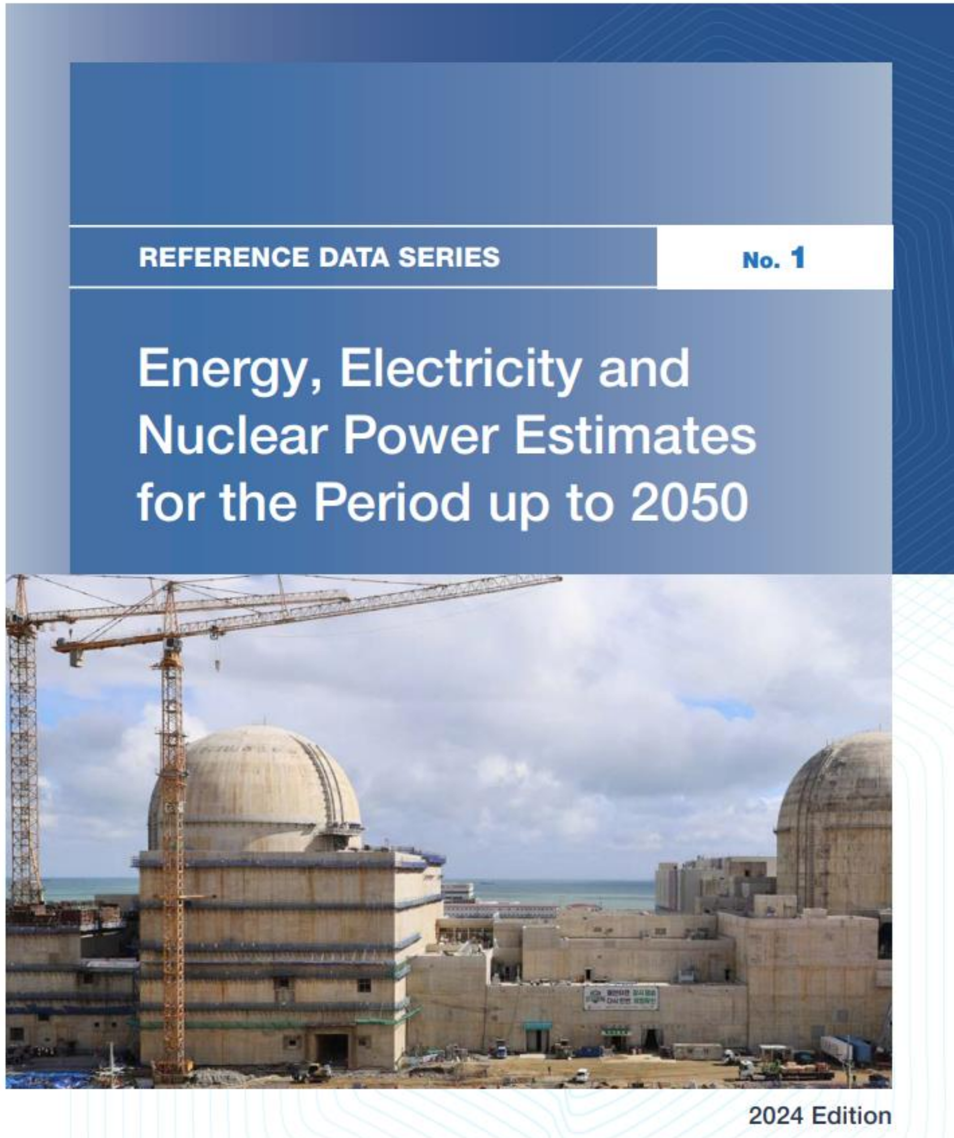
Растущий интерес к атомной энергетике во всем мире

- Ожидается, что к 2030 году общая установленная мощность АЭС увеличится примерно на 12%, а к 2050 году - более чем в два раза.

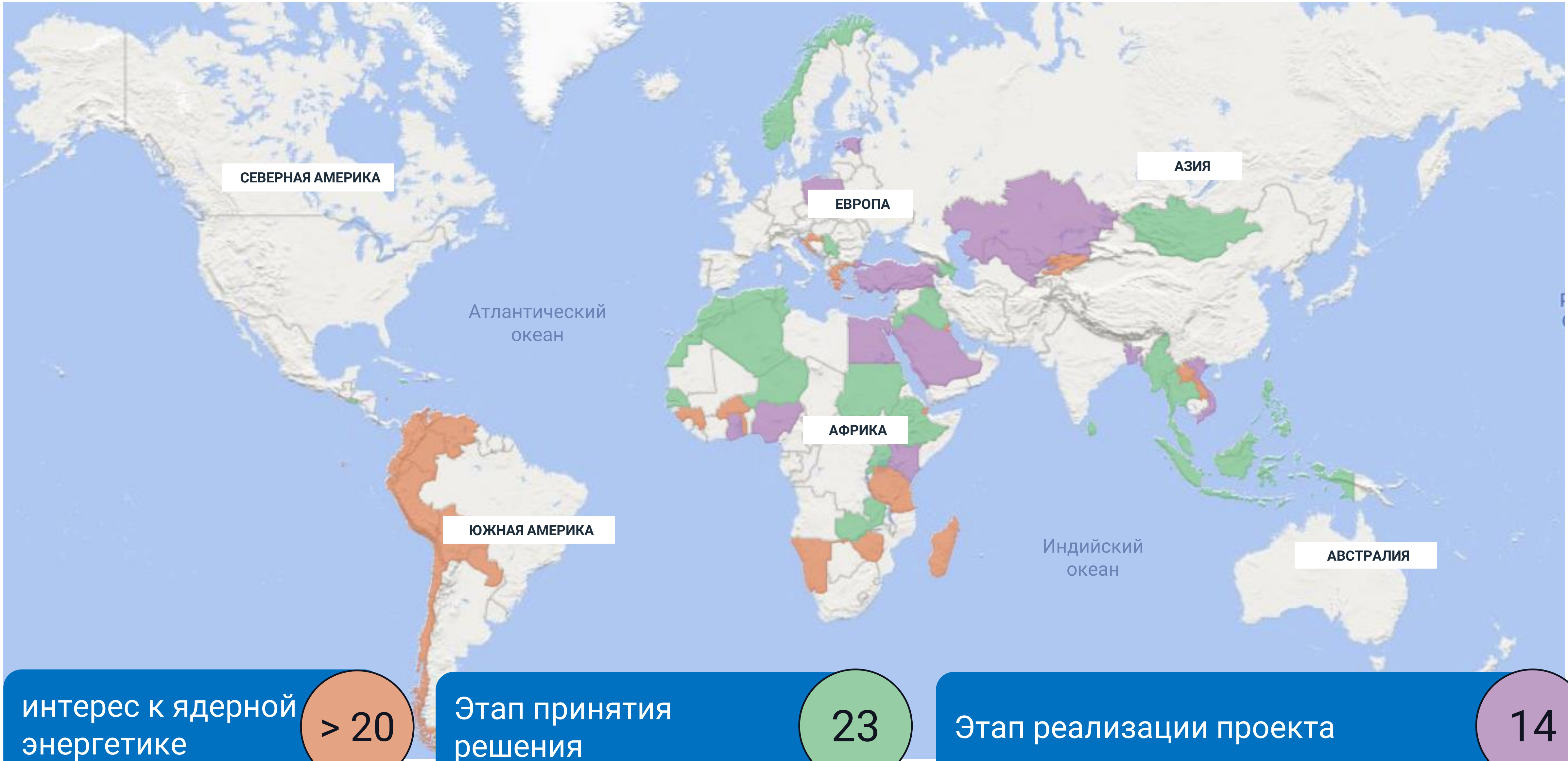
- По **оптимистичному сценарию**, установленная мощность атомных электростанций к 2050 году может увеличиться в 2,5 раза по сравнению с уровнем 2023 года.

- По **консервативному сценарию**, установленная мощность атомных электростанций к 2030 году может увеличиться примерно на 11%, а к 2050 году — ещё на 24%.

IAEA
International Atomic Energy Agency



Страны, заинтересованные в использовании атомной энергии



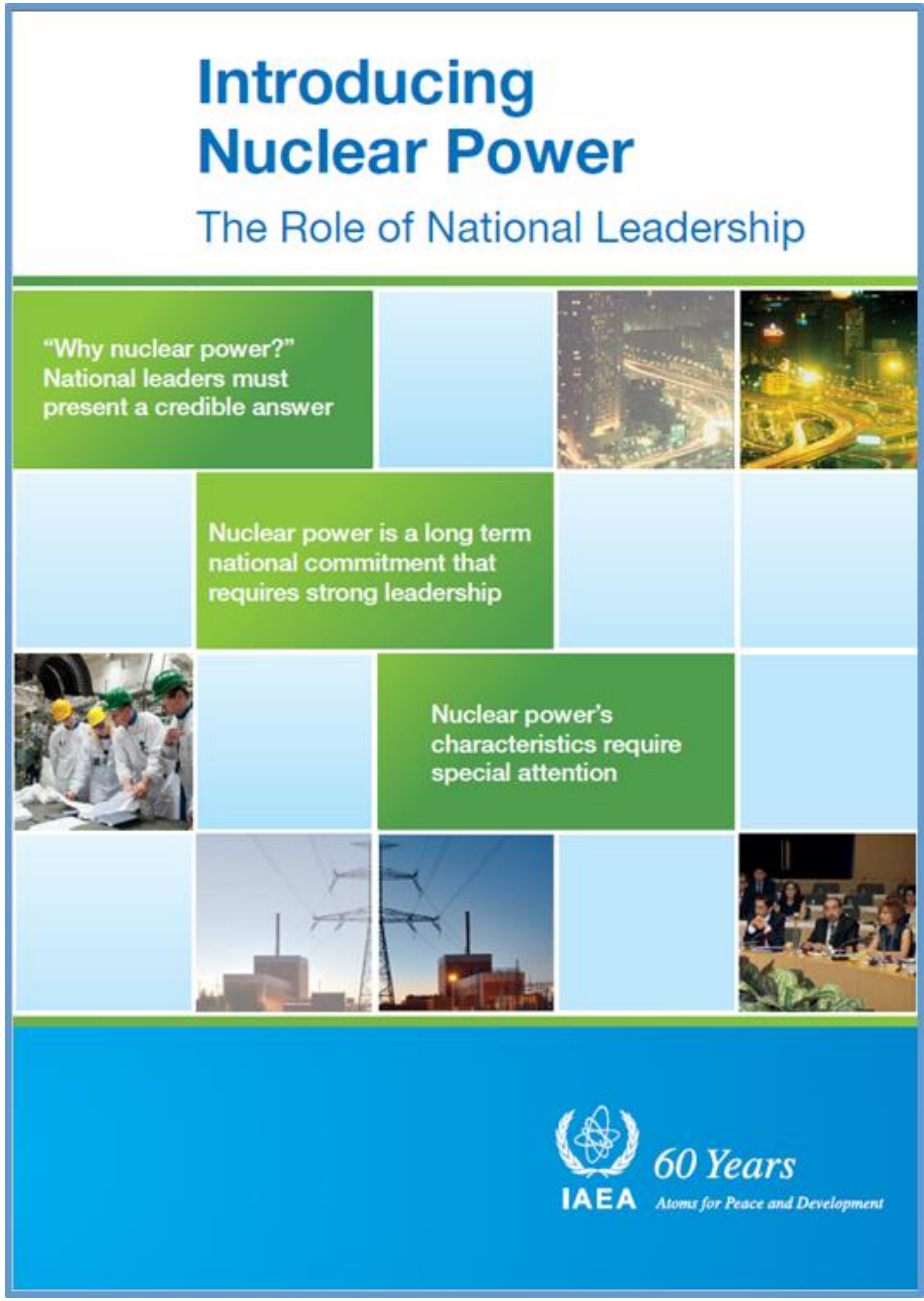
интерес к ядерной энергетике > 20

Этап принятия решения 23

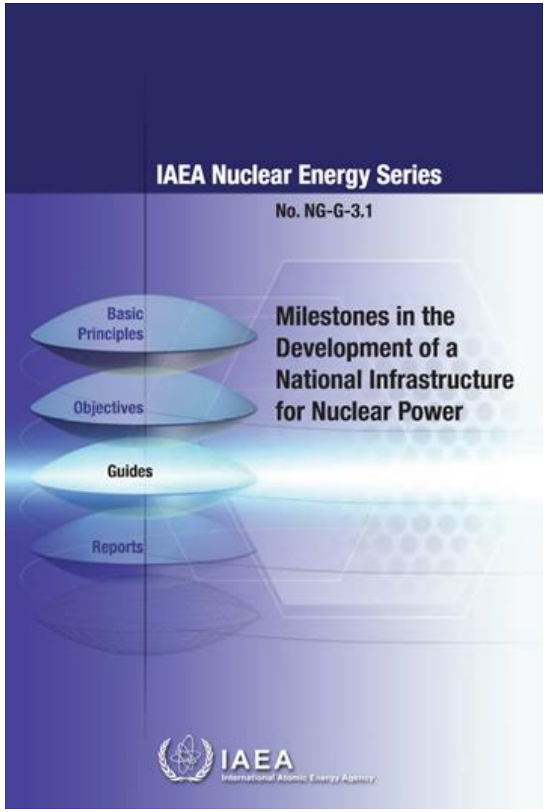
Этап реализации проекта 14

Аспекты развития ядерной энергетики

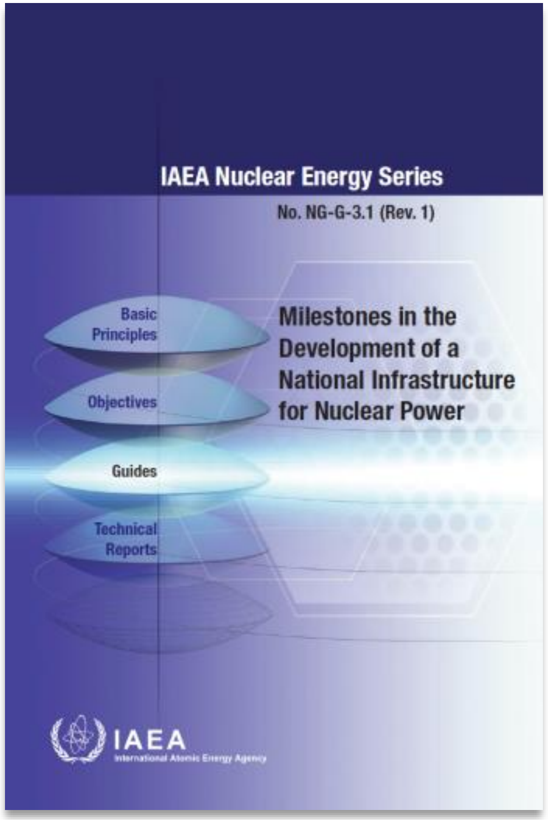
- ✓ Атомная энергетика – требует долгосрочних обязательств, поддержки государства
- ✓ Реализации программы развития ядерной энергетики составляет примерно 100 лет.
- ✓ Создание инфраструктуры и строительство блока атомной электростанции займет около 10–15 лет.
- ✓ Государство должно обеспечить координацию и широкую политическую и общественную поддержку.
- ✓ Необходимо соблюдать высочайшие стандарты безопасности, охраны и защиты.



Этапы развития национальной инфраструктуры для атомной энергетики

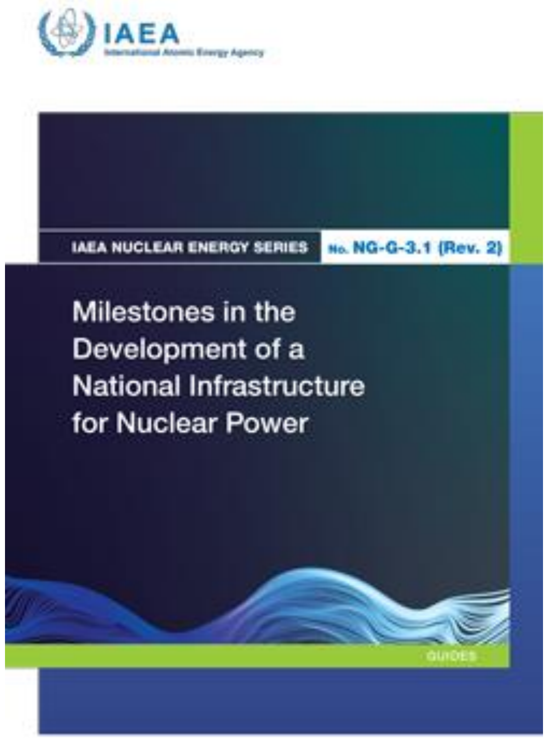


NG-G-3.1 выпущен в 2007 году



Обновлено в 2015 году (редакция 1)

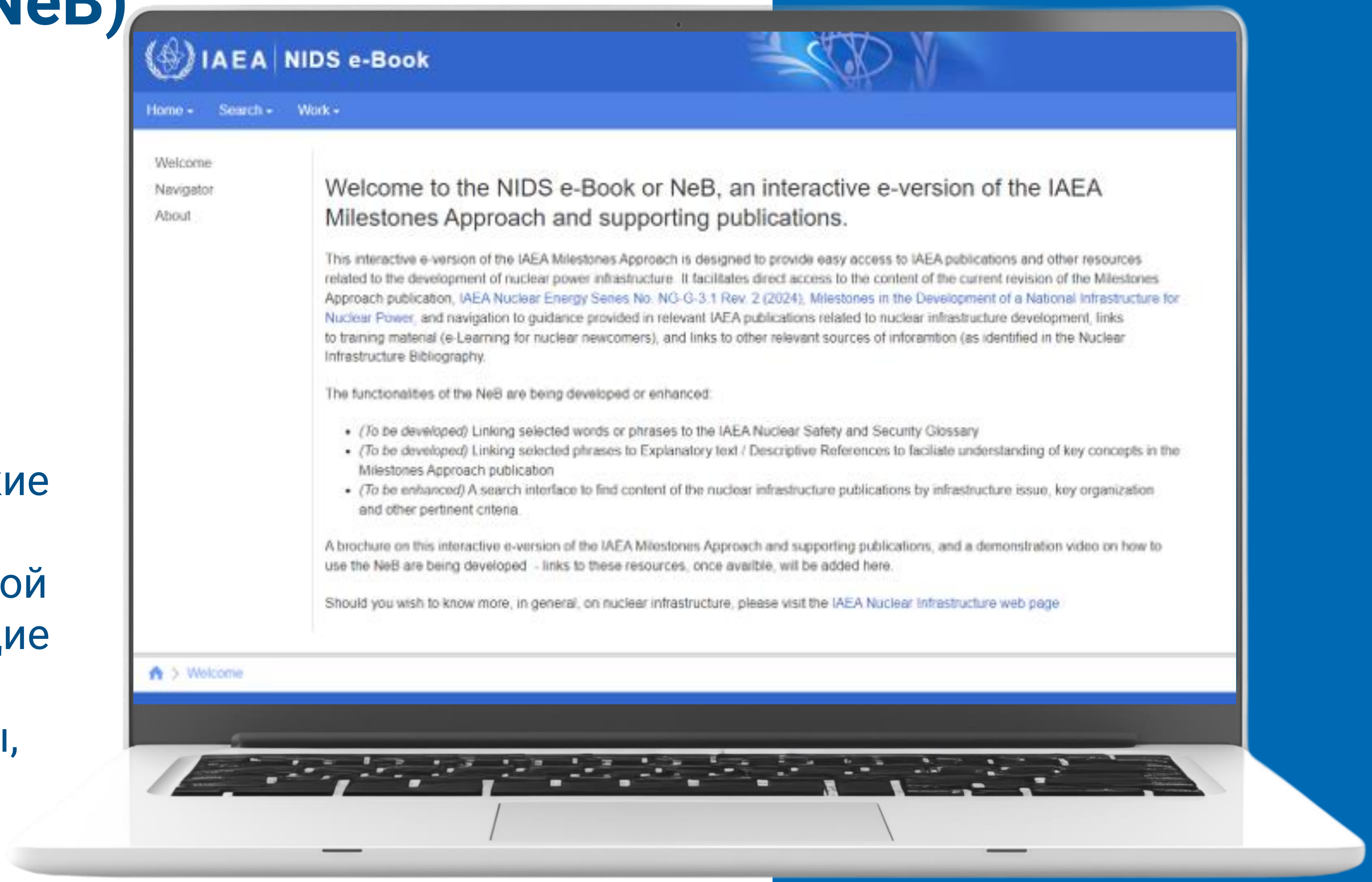
Обновлено в 2020 году (редакция 1)



Обновлено в 2024 году (редакция 2)

Электронная книга «Развитие ядерной инфраструктуры» (NeB)

- **Методология** поэтапного подхода NG-G-3.1 (ред. 2, июнь 2024 г.)
- **Доступ к более чем 120 публикациям и ресурсам,** включая серии публикаций по ядерной энергетике, технические отчёты (TECDOC), серии по ядерной безопасности и ядерной защите, электронные обучающие модули (e-Learning), другие публикации МАГАТЭ, брошюры, онлайн-ресурсы, веб-страницы МАГАТЭ и т. д.
- https://nucleus-apps.iaea.org/NEB/



Программа и проект

Другие ключевые организации
(правительственные структуры/организации, участвующие в развитии инфраструктуры, регулирующие органы, органы в области безопасности и аварийного реагирования, технические экспертные организации (ТЭО) и другие)

Поэтапный подход МАГАТЭ: Вехи развития инфраструктуры

Поэтапный подход МАГАТЭ к развитию инфраструктуры атомной энергетики

Ключевые и другие вовлеченные организации

Другие вовлеченный организации

- Министерство энергетики
- Министерство окружающей среды
- Министерство по чрезвычайным ситуациям
- Технические, образовательные, академические учреждения
- Академия наук
- …

ФАЗА 1: РАССМОТРЕНИЕ

ФАЗА 1
Соображения, которые необходимо учесть перед принятием решения о запуске ядерной энергетической программы

ПРЕДПРОЕКТ

ПРОБЛЕМЫ НОВИЧКОВ

- Как начать рассмотрение?
- Что должно быть рассмотрено?
- Каковы риски и выгода?
- Каковы обязательства?
- Есть ли специалисты?
- Есть ли общественная поддержка?
- Как финансировать проект?
- Как обращаться с радиоактивными отходами?
- и т. д.

ЭТАП 1
Готовность взять на себя осознанные обязательства по программе развития ядерной энергетики

ПОЛНЫЙ ОТЧЕТ

ЭТАП 1: ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ

ЭТАП 2: ПОДГОТОВКА

ФАЗА 2
Подготовительные работы для заключения контракта и строительства атомной электростанции после принятия политического решения

ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ СОЗДАНИЕ

Фандрайзинг
Регулятор Оператор
Техническая организация стандартов
Разработка
Отрасль
Финансирование
График работ по проекту
АЭС
Законодательство
Безопасность
Ядерная инфраструктура
Государственный
Порядок работы
Место
Гарантии
Защита
Обмен информацией
Защита окружающей среды
Заинтересованные стороны
Электрическая сеть
Топливный цикл
Организация закупок

ЭТАП 2
Готовность взять на себя осознанные обязательства по программе развития ядерной энергетики

ТЕНДЕРНЫЙ ПРОЦЕСС ПО ВЫБОРУ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПАРТНЕРА

ЭТАП 2: Готовность к заключению контрактов

ЭТАП 3: СТРОИТЕЛЬСТВО

ФАЗА 3
Мероприятия по созданию первой атомной электростанции

Строительство

Турция, Аккую (2025)

Египет, Эль-Дабаа (2025)

Бангладеш, Рупур (2025)

ЭТАП 3
Готовность к вводу и эксплуатации первой атомной электростанции

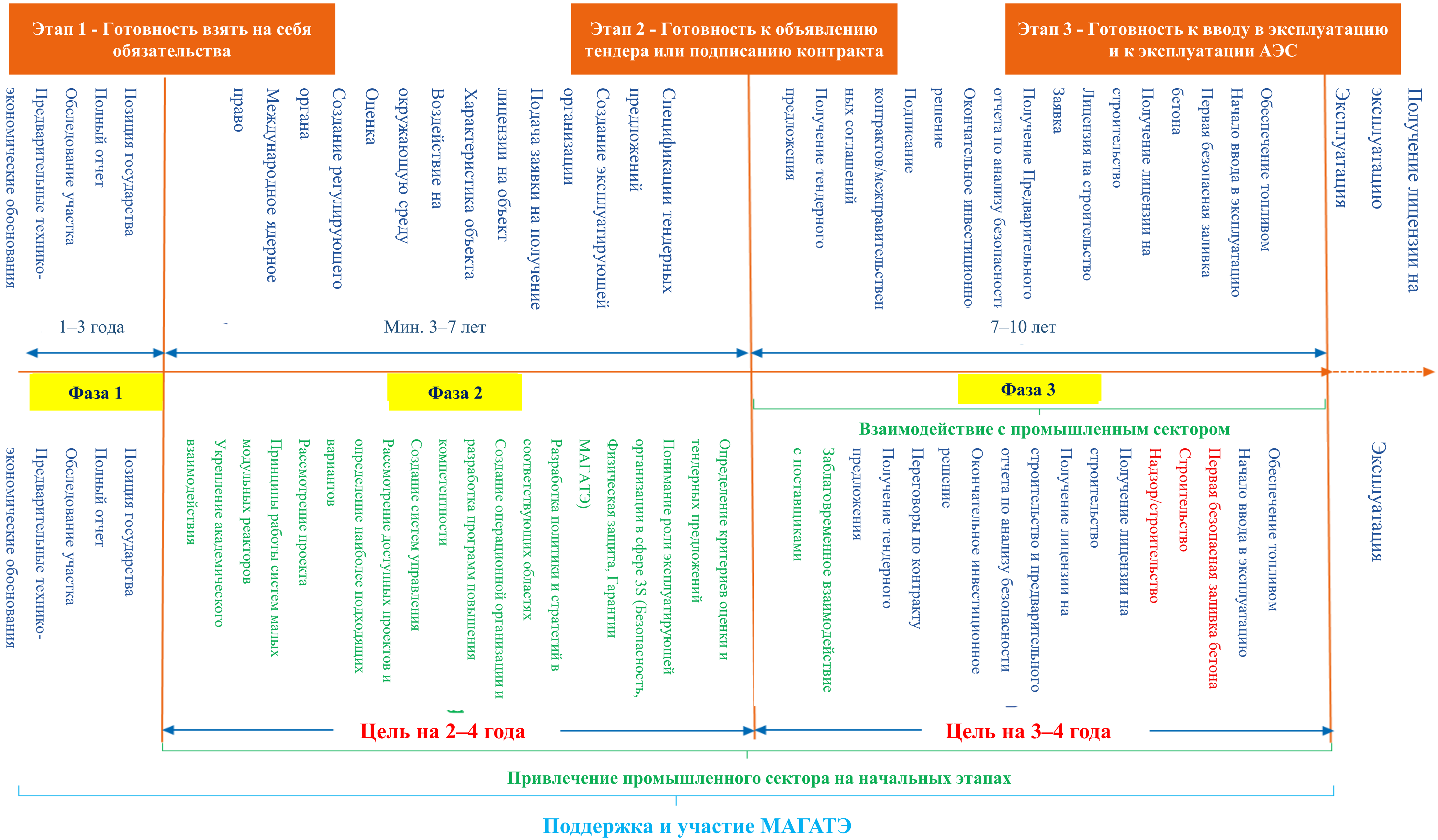
ЭКСПЛУАТАЦИЯ

ЭТАП 3: Готовность к эксплуатации

Требования для малых модульных реакторов (ММР)

- **Меньший размер** блока ММР может быть более подходящим для стран, которые могут столкнуться с проблемами интеграции в электросеть реактора большой мощности
- **Более низкие первоначальные капитальные затраты** и **стоимость строительства**: более низкая совокупная стоимость ММР приводит к снижению финансовых затрат, что облегчает привлечение необходимой суммы капитала из различных источников
- **Сокращение сроков поставки и снижение риска строительства**: модульная конструкция и использование заводского изготовления, как ожидается, сократят сроки строительства и обеспечат большую определенность в отношении сроков поставки и стоимости строительства.
- **Поэтапное строительство**: доходы, от программы, могут быть использованы для оплаты текущих расходов на строительство последующих блоков, что сокращает потребность в заемных средствах
- **Диверсификация генерации**: пригодность для более широкого спектра применений, включая удаленных районы, выработку тепла и другие применения;
- Возможность поэтапного **финансирования нескольких** модулей установки ММР.

Развитие инфраструктуры атомной энергетики



Поддержка МАГАТЭ в развитии инфраструктуры ММР

- Подход по этапам применим как к энергоблокам большой мощности, так и к ММР (NG-G-3.1 (версия 2) с новым приложением: Требования по инфраструктуре для малых модульных реакторов (ММР)
- Документ TECDOC «Рассмотрение вопроса о содействии ускоренному развертыванию реакторов ММР и микрореакторов» будет опубликован в этом году
- Платформа ММР - Платформа МАГАТЭ посвященная малым модульным реакторам и их применению
- тренинги в рамках INIT 2023 по вопросам развития инфраструктуры для внедрения ММР и МР: политика, стратегии и ключевые аспекты
- Школа ММР (в 2025 году - Кения, Таиланд, Аргентина)
- Инициатива по гармонизации и стандартизации в ядерной сфере (NHSI)

Миссии INIR в 2009–2025 гг.

1. Иордания (Фаза 1)	2009
2. Индонезия (Фаза 1)	2009
3. Вьетнам (Фаза 1)	2009
4. Таиланд (Фаза 1)	2010
5. ОАЭ (Фаза 2)	2011
6. Бангладеш (Фаза 1 и 2)	2011
7. Иордании	2012
8. Беларусь (Фаза 1 и 2)	2012
9. Вьетнам (Фаза 2)	2012
10. Польша (Фаза 1)	2013
11. Южная Африка (Фаза 2)	2013
12. Турция (Фаза 2)	2013
13. Иордания (фаза 2)	2014
14. Вьетнаме	2014
15. Нигерия (Фаза 2)	2015
16. Кения (Фаза 1)	2015
17. Марокко (Фаза 1)	2015
18. Бангладеш	2016
19. Польше	2016
20. Казахстан (Фаза 1)	2016
21. Малайзия (Фаза 1)	2016
22. Гана (Фаза 1)	2017
23. Нигер (Фаза 1)	2018
24. ОАЭ (Фаза 3)	2018
25. Саудовская Аравия (Фаза 2)	2018
26. Судан (Фаза 1)	2018
27. Филиппины (Фаза 1)	2018
28. Гане	2019
29. Египет (Фаза 2)	2019
30. Беларусь (Фаза 3)	2020
31. Узбекистан (Фаза 2)	2021
32. Кении (этап 1)	2021
33. Уганда (Фаза 1)	2021
34. Шри-Ланка (этап 1)	2022
35. Казахстане (Фаза 1)	2023
36. Эстония (Фаза 1)	2023
37. Польша (Фаза 2)	2024
38. Филиппины (Фаза 1)	2024

Запланированные миссии INIR

- ✓ Турция (Фаза 3)
- ✓ Бангладеш (Фаза 3)
- ✓ Замбия (Фаза 1)
- ✓ Шри-Ланка (фаза 1)
- ✓ Вьетнам (Фаза 2)

38 миссий INIR в 25 государствах-участниках

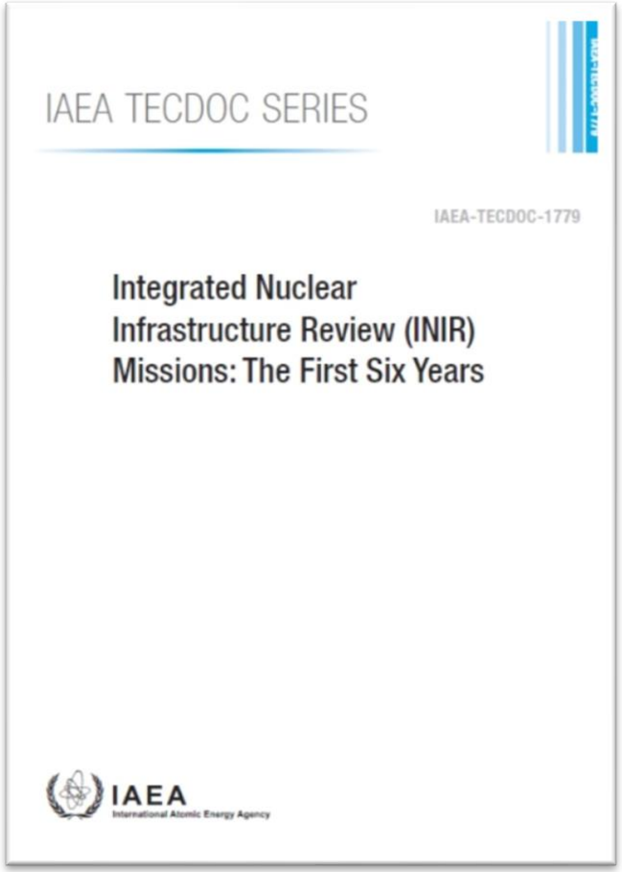
Служба комплексного обзора ядерной инфраструктуры (INIR)

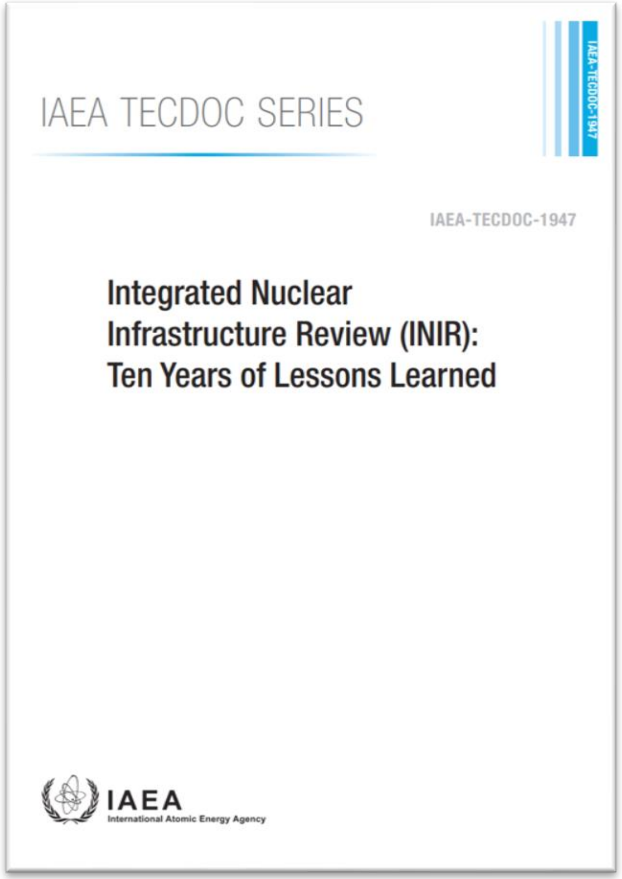
- Цель миссии INIR - помочь государству-члену определить статус развития его ядерно-энергетической инфраструктуры
- Миссия оценивает состояние инфраструктуры, выявляет недостатки и предоставляет рекомендации и предложения принимающей стороне
- Международная независимая экспертиза под руководством опытных сотрудников МАГАТЭ с участием экспертов
- Проводиться по запросу правительства государства-члена с предоставлением результатов правительству (и лицам, принимающим решения)

Преимущества услуги INIR

- Предоставляет государствам-участникам возможность оценить свою ядерно-энергетическую программу на основе поэтапного подхода;
- Определяет области, требующие дополнительной работы;
- Предоставляет площадку для коллегиального обсуждения и обмена опытом в области развития инфраструктуры;
- Помогает государствам-членам организация работы со всеми национальными заинтересованными сторонами;
- Помогает повысить вовлеченность заинтересованных сторон, улучшая координацию и взаимодействие всех соответствующих организаций.

Результаты и отзывы о миссиях INIR





Отчеты о миссиях INIR находятся в открытом доступе на сайте
https://www.iaea.org/services/review-missions/integrated-nuclear-infrastructure-review-inir

Выводы

- По оценкам МАГАТЭ, производство электроэнергии за счет атомной энергетики будет расти. Будут построены и введены в эксплуатацию новые блоки, в том числе в странах – новичках
- Методология поэтапного подхода - это базовая методология, которая охватывает ядерную программу и разделяетеё на 3 этапа и 19 инфраструктурных вопросов
- Методология поэтапного подхода применима для всех программ развития ядерной энергетики, включающих проекты ММР. МАГАТЭ продолжит использовать эту методику для поддержки развития инфраструктуры технологий ММР
- МАГАТЭ предоставляет странам, начинающим развитие атомной энергетики, соответствующую поддержку.

IAEA
International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Благодарим за внимание!