



НАУКА
И ИННОВАЦИИ
РОСАТОМ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ
И КАРИБСКОГО БАССЕЙНА



**ЭНЕРГЕТИКА СТРАН
ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ**

**ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО
СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЯТЦ**

**НИОКР В ОБЛАСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ
ЭНЕРГИИ**

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**КОНКУРЕНЦИЯ
НА РЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ
ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Государственная корпорация
по атомной энергии «Росатом»
Частное учреждение «Наука и инновации»
Центр аналитических исследований
и разработок

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
Частное учреждение «Наука и инновации»
Центр аналитических исследований и разработок

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ И КАРИБСКОГО БАССЕЙНА

Москва
2023

УДК 621.311

ББК 31.4

Т 33

Т 33 Тенденции развития атомной энергетики и промышленности стран Латинской Америки и Карибского бассейна / Птицын П.Б., Сафиканов Д.И.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023. – 202 с.

ISBN 978-5-498-00997-1

© ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023

Подписано в печать 31.08.2023. Формат 60x84 1/8. Бумага мелованная.

Гарнитура Rosatom. Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,72.

Тираж 150 экз. Заказ № 8849.

Отпечатано в ООО «Элефант»:

610004, г. Киров, ул. Ленина, зд. 26

www.hibox.pro

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ: Тенденции развития атомной энергетики и промышленности стран Латинской Америки и Карибского бассейна.

АВТОРЫ:

Птицын П.Б., заместитель директора – директор отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации».

Сафиканов Д.И., аналитик Отдела ядерного топливного цикла отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Божков Е.В., Госкорпорация «Росатом».

Кармацкий В.И., АО «Техснабэкспорт».

Хлопков А.В., Центр энергетики и безопасности.

РЕФЕРАТ: В данном отчете представлен обзор и анализ современного состояния и тенденций развития атомной энергетики в странах Латинской Америки и Карибского бассейна. Рассмотрены основные особенности, присущие энергетическим комплексам стран региона, и предпосылки развития в них атомной энергетики. Приведен подробный обзор современного состояния и перспектив развития атомной энергетики и ядерного топливного цикла в Аргентине, Бразилии, Мексике, а также в других странах региона. Кратко рассмотрено современное состояние научных исследований в сфере ядерных технологий. Проанализированы перспективы развития атомной энергетики в регионе, описаны основные сдерживающие факторы. Представлен краткий анализ конкурентной среды на региональном рынке.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Латинская Америка, Южная Америка, Центральная Америка, Карибский бассейн, Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Куба, Мексика, Перу, Сальвадор, Уругвай, Чили, атомная энергетика, АЭС, АСММ, ядерные технологии, ядерный топливный цикл, НИОКР.

ЦИТИРОВАНИЕ:

Тенденции развития атомной энергетики и промышленности стран Латинской Америки и Карибского бассейна. /Птицын П.Б., Сафиканов Д.И. – М.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023. – 202 с. – Рус. – Деп. 07.06.2023, № 15-В2023.

TITLE:

Trends in the development of nuclear power and nuclear industry in the Latin America and the Caribbean region.

AUTHORS:

Ptitsyn P.B., Safikanov D.I. Centre for Analytical R&D (CARD), Private Enterprise «Science and Innovations», State Atomic Energy Corporation Rosatom, Moscow, Russian Federation.

REVIEWERS:

Bozhkov E.V., State Atomic Energy Corporation Rosatom.

Karmatskiy V.I., TENEX JSC.

Khlopkov A.V., Center for Energy and Security Studies.

ABSTRACT:

This report provides the overview and analysis of the current status and trends in the development of nuclear power in the Latin America and the Caribbean (LAC) region. The main features of LAC energy sector as well as the major prerequisites for the development of nuclear power are analyzed. The report gives an overview of the current state of nuclear power development in Argentina, Brazil, Mexico and other LAC countries. The status of research and development in the field of nuclear technologies is briefly considered. A thorough analysis was made of the prospects for the development of nuclear power, main constraining factors and risks. A brief analysis of the competitive environment in the regional market is presented.

KEYWORDS:

Latin America, South America, Central America, Caribbean, Argentina, Bolivia, Brazil, Colombia, Cuba, Chile, El Salvador, Mexico, Peru, Uruguay, Venezuela, nuclear power, NPP, SMR, nuclear technology, nuclear fuel cycle, R&D.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ЭНЕРГЕТИКА СТРАН ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ	11
1.1. Краткий обзор энергетики стран региона и тенденций ее развития.....	11
1.1.1. Производство и потребление электроэнергии.....	12
1.1.2. Структура производства электроэнергии.....	16
1.1.3. Прогнозируемый рост потребностей в электроэнергии	18
1.2. Побуждающие факторы к развитию атомной энергетики в регионе	20
1.3. Краткая история развития атомной энергетики в регионе.....	21
2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА В СТРАНАХ ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ	25
2.1. Бразилия	27
2.1.1. История развития ядерно-энергетической программы Бразилии	29
2.1.2. «Параллельная» ядерная программа.....	32
2.1.3. Организационная структура атомной отрасли	35
2.1.4. Ядерный топливный цикл	37
2.1.5. НИОКР в области использования атомной энергии	42
2.1.6. Перспективы развития атомной энергетики в Бразилии	45
2.1.7. Российско-бразильское сотрудничество	46
2.1.8. Возможности для сотрудничества в рамках БРИКС	47
2.2. Аргентина	50
2.2.1. История развития ядерно-энергетической программы Аргентины	52
2.2.2. Военная ядерная программа	53
2.2.3. CAREM25	54
2.2.4. Планы по расширению АЭС «Атуча».....	55
2.2.5. Организационная структура атомной отрасли	57
2.2.6. Ядерный топливный цикл	59
2.2.7. НИОКР в области использования атомной энергии	65
2.2.8. Исследовательские реакторы	65
2.2.9. Перспективы развития атомной энергетики в Аргентине.....	69
2.2.10. Российско-аргентинское сотрудничество	70
2.3. Мексика	72
2.3.1. История развития ядерно-энергетической программы Мексики	73

2.3.2.	Организационная структура атомной отрасли	75
2.3.3.	Ядерный топливный цикл	76
2.3.4.	НИОКР в области использования атомной энергии	78
2.3.5.	Перспективы развития атомной энергетики в Мексике	79
2.3.6.	Российско-мексиканское сотрудничество	80
2.4.	Другие страны региона.....	80
2.4.1.	Боливия	81
2.4.2.	Венесуэла	85
2.4.3.	Колумбия	88
2.4.4.	Куба	92
2.4.5.	Перу	99
2.4.6.	Сальвадор	102
2.4.7.	Уругвай	105
2.4.8.	Чили	108
2.4.9.	Эквадор	113
2.4.10.	Ямайка	115
2.4.11.	Доминиканская Республика, Коста-Рика, Никарагуа, Парагвай	116
2.5.	Научные исследования в сфере использования атомной энергии	118
2.5.1.	Исследовательские ядерные установки (ИЯУ).....	118
2.5.2.	Анализ научно-публикационной активности.....	123
2.6.	Неэнергетическое применение ядерных технологий	131
2.6.1.	Радиационная обработка сельскохозяйственной и пищевой продукции	131
2.6.2.	Переработка пластиковых отходов	132
2.6.3.	Ядерная медицина	133
2.7.	Региональные объединения	134
2.8.	Сотрудничество с МАГАТЭ	135

3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕГИОНЕ.....137

3.1.	Прогноз развития атомной энергетики в регионе в ближайшие десятилетия.....	137
3.2.	Потенциальные страны-новички в регионе.....	140
3.3.	Наличие зоны, свободной от ядерного оружия	142
3.4.	Сдерживающие факторы развития атомной энергетики	143
3.4.1.	Проблема финансирования строительства АЭС и других ядерных объектов	143
3.4.2.	Обеспеченность энергоресурсами	144
3.4.3.	Конкуренция со стороны нетрадиционных ВИЭ	146
3.4.4.	Отсутствие опыта, научно-технической экспертизы и кадров в странах-новичках	146
3.4.5.	Другие сдерживающие факторы	148

4. КОНКУРЕНЦИЯ НА РЫНКЕ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ	149
4.1. Россия	149
4.1.1. Проекты Госкорпорации «Росатом» в регионе	149
4.1.2. Неядерные проекты	151
4.1.3. Конкурентные преимущества Госкорпорации «Росатом»	152
4.1.4. Препятствия для расширения присутствия Госкорпорации «Росатом»	152
4.2. Китай	154
4.3. США	160
4.4. Другие конкуренты	162
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	163
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	167
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	188
ПРИЛОЖЕНИЕ А. НЕКОТОРЫЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРАН ЛА.....	194
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ГАММА-ИЗЛУЧАТЕЛИ И ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ УСКОРИТЕ- ЛИ В ЛА.....	195
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СВЯЗИ СТРАН ЛА	197



ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия центры роста атомной энергетики сместились в развивающиеся страны и регионы, характеризующиеся быстрым увеличением населения и, как следствие, спроса на электроэнергию. Одним из таких центров роста потенциально может стать регион Латинской Америки и Карибского бассейна (далее – Латинская Америка или ЛА).

В целях создания данного отчета за основу взят перечень государств Латинской Америки, используемый Статистическим отделом ООН (United Nations Statistics Division, UNSD) [1], из которого исключены государства с населением менее 1 млн человек (в основном островные государства Карибского бассейна). В перечень стран к рассмотрению входят 22 государства: Аргентина, Боливия, Бразилия, Венесуэла, Гаити, Гватемала, Гондурас, Доминиканская Республика, Колумбия, Коста-Рика,

Куба, Мексика, Никарагуа, Панама, Парагвай, Перу, Сальвадор, Тринидад и Тобаго, Уругвай, Чили, Эквадор, Ямайка (рисунок 1).

Все перечисленные страны, за исключением Тринидада и Тобаго, являются участниками регионального Соглашения о сотрудничестве в целях содействия развитию ядерной науки и техники в Латинской Америке и Карибском бассейне (АРКАЛ) [2].

В настоящее время атомная энергетика не является распространенным источником электроэнергии в Латинской Америке и обеспечивает лишь ~ 2,2% генерации в регионе. АЭС эксплуатируются в трех странах:



Рисунок 1.

Страны Латинской Америки, рассматриваемые в отчете

Аргентине, Бразилии и Мексике. Суммарно в этих странах установлены семь действующих ядерных энергоблоков общей мощностью порядка 5 ГВт(э). Ведется строительство еще двух блоков: блока «Ангра-3» большой мощности в Бразилии и малого модульного реактора CAREM25 в Аргентине. Осуществляется подготовка к сооружению нового блока на аргентинской АЭС «Атуча» по китайскому проекту. Помимо перечисленных блоков, Бразилия и Аргентина планируют и дальше наращивать ядерную генерацию. Мексика также на протяжении продолжительного времени рассматривает возможность дальнейшего развития атомной энергетики и включает в национальные энергетические планы опцию расширения ядерной генерации.

Что касается других стран региона, в 1980-х годах сооружение АЭС по советскому проекту велось на Кубе, однако впоследствии строительство было свернуто по политическим и экономическим причинам. В различные периоды вариант включения ядерной генерации в национальную энергосистему прорабатывали Чили, Венесуэла, Боливия и др. После аварии на АЭС «Фукусима-1» интерес к развитию атомной энергетики значительно снизился.

В Чили, Колумбии, Перу и на Ямайке эксплуатируются исследовательские реакторы (ИР). Опыт эксплуатации ИР также был у Венесуэлы и Уругвая. В регионе наблюдается достаточно высокий интерес к неэнергетическим применениям ядерных технологий (в особенности к ядерной медицине).

Латинская Америка является потенциально перспективным и в то же время относительно малоосвоенным рынком, что обуславливает его привлекательность для зарубежных поставщиков в плане расширения портфеля зарубежных заказов. При этом некоторые страны региона (Аргентина и Бразилия) могут быть не только «реципиентами» технологий, но и поставщиками.

В данном аналитическом отчете рассмотрены следующие вопросы:

- основные предпосылки развития атомной энергетики в регионе;
- ретроспектива, современное состояние и возможности развития ядерно-энергетических программ отдельных стран региона;
- научно-исследовательская активность организаций региона, связанная с использованием атомной энергии в мирных целях;
- перспективы развития атомной энергетики в регионе, сдерживающие факторы;
- география присутствия Госкорпорации «Росатом», страны-конкуренты в регионе.



Отчет посвящается Фиделю Анхелю Кастро Диас-Баларту (1.09.1949–1.02.2018), ученому-физику и исполнительному секретарю Кубинской комиссии по атомной энергии (1980–1992 годы), внесшему значительный вклад в развитие ядерных технологий на Кубе и российско-кубинского сотрудничества в сфере ядерной науки.

С полными версиями аналитических отчетов отраслевого Центра аналитических исследований и разработок можно ознакомиться на следующих ресурсах:

1. Портал отраслевого Центра аналитических исследований и разработок (доступ осуществляется через внутреннюю сеть КСПД Росатома)



2. Раздел отраслевого Центра аналитических исследований и разработок на портале «Страна Росатом» (доступ осуществляется через внутреннюю сеть КСПД Росатома)

