



НАУКА  
И ИННОВАЦИИ  
РОСАТОМ

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ,  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАУКИ  
В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

中国核电、核工业、核科技发展动向

ОРГАНИЗАЦИОННАЯ  
СТРУКТУРА АЭПК

РЕАКТОРНЫЙ ПАРК

ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ  
ЦИКЛ

ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ  
С УЧАСТИЕМ КИТАЙСКИХ  
КОМПАНИЙ

НИОКР В ОБЛАСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ  
СОТРУДНИЧЕСТВО  
В АТОМНОЙ СФЕРЕ

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, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НАУКИ В КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Москва  
2023

УДК 621.311

ББК 31.4

Т 33

Т 33 Тенденции развития атомной энергетики, промышленности и науки в Китайской Народной Республике / Птицын П.Б., Сафиканов Д.И. – М.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023. – 200 с.

ISBN 978-5-498-00998-8

© 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. 23,25.

Тираж 150 экз. Заказ № 8850.

Отпечатано в ООО «Элефант»:

610004, г. Киров, ул. Ленина, зд. 26,

[www.hibox.pro](http://www.hibox.pro)

**НАЗВАНИЕ РАБОТЫ:**

Тенденции развития атомной энергетики, промышленности и науки в Китайской Народной Республике.

**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:**

**Перевалова Е.А.**, Госкорпорация «Росатом».

**Хлопков А.В.**, Центр энергетики и безопасности.

**РЕФЕРАТ:**

В данном отчете отражены результаты систематического мониторинга и анализа развития атомной отрасли КНР на протяжении пяти последних лет. Представлен краткий обзор основных особенностей, присущих энергетическому комплексу КНР, и предпосылок для развития атомной энергетики в стране. Проведен анализ системы управления атомной энергетикой и промышленностью КНР, дано описание структуры и функционала основных государственных компаний. Приведен обзор китайских реакторных технологий, включая реакторы Поколения III+, малые модульные реакторы, перспективные реакторы Поколения IV. Проведен анализ по основным переделам ядерного топливного цикла с выявлением национальных особенностей и оценкой перспектив развития. Рассмотрены проекты КНР по неэлектрическому применению атомной энергии (теплоснабжение, опреснение, производство водорода и т.д.). Проанализированы перспективы международной экспансии китайских государственных компаний. Также рассмотрены вопросы организации НИОКР в сфере ядерных технологий. В завершающей главе даны предложения о возможных направлениях развития российско-китайского сотрудничества в области гражданского использования атомной энергии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Китайская Народная Республика, КНР, атомная энергетика, АЭС, реактор, АСММ, ядерные технологии, ядерный топливный цикл, НИОКР, ядерный экспорт, атомное теплоснабжение.

**ЦИТИРОВАНИЕ:**

Тенденции развития атомной энергетики, промышленности и науки в Китайской Народной Республике. / Птицын П.Б., Сафиканов Д.И. – М.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2023. – 200 с. – Рус. – Деп. 07.06.2023, № 16-B2023.

**TITLE:**

Trends in the development of nuclear power, industry and science in the People's Republic of China.

**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:**

**Perevalova E.A.**, State Atomic Energy Corporation Rosatom.

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

**ABSTRACT:**

This report is based on the results of systematic monitoring and analysis of the development of China's nuclear industry over the past five years. The main features of China's energy sector as well as the major prerequisites for the development of nuclear power are analyzed. The review of the nuclear governance system is carried out, the description of the structure and functions of Chinese nuclear state-owned enterprises is given. The report also gives the overview of the Chinese reactor technologies, including Generation III+ reactors, small modular reactors, and Generation IV reactors. The analysis of the nuclear fuel cycle is carried out. The projects on non-electric applications of nuclear power (district heating, desalination, hydrogen production, etc.) are considered. The prospects of international expansion of Chinese nuclear companies are analyzed. The overview of nuclear R&D is also provided. The concluding chapter presents some suggestions on possible areas of Russian-Chinese nuclear cooperation.

**KEYWORDS:** People's Republic of China, PRC, China, nuclear power, nuclear power plant, reactor, SMR, nuclear technology, nuclear fuel cycle, R&D, nuclear export, nuclear heating.

# СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>7</b>
<b>О ПРИЧИНАХ ИЗДАНИЯ АКТУАЛИЗИРОВАННОГО ОТЧЕТА</b> .....	<b>8</b>
<b>1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КНР</b> ...	<b>11</b>
<b>1.1.</b> Электроэнергетический комплекс КНР и предпосылки развития атомной энергетики .....	11
<b>1.2.</b> Краткая история развития атомной энергетики КНР .....	16
<b>1.3.</b> Установленная мощность атомной энергетики КНР .....	21
1.3.1. Действующие блоки .....	21
1.3.2. Строящиеся блоки .....	22
<b>1.4.</b> Месторасположение действующих и строящихся АЭС КНР .....	24
<b>1.5.</b> Планы развития атомной энергетики .....	25
<b>1.6.</b> Прогнозы развития атомных мощностей .....	26
<b>1.7.</b> Сдерживающие факторы развития атомной энергетики .....	27
<b>2. ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА АЭПК КНР</b> .....	<b>29</b>
<b>2.1.</b> Нормативно-правовая база в области использования атомной энергии .....	29
<b>2.2.</b> Органы государственной власти КНР, ответственные за развитие и регулирование атомной энергетики .....	30
2.2.1. Комитет по контролю и управлению государственным имуществом .....	31
2.2.2. Органы, ответственные за энергетическую политику .....	32
2.2.3. Агентство по атомной энергии КНР .....	34
2.2.4. Государственное управление ядерной безопасности .....	35
2.2.5. Другие госорганы .....	36
2.2.6. Процесс принятия ключевых решений в атомной отрасли .....	37
<b>2.3.</b> Корпорации АЭПК КНР .....	38
2.3.1. Основные направления деятельности китайских ядерных корпораций .....	39
2.3.2. CNNC .....	39
2.3.3. CGN .....	41
2.3.4. SPIC .....	42
2.3.5. Huapeng .....	44
2.3.6. Сравнительный анализ корпораций .....	45
2.3.7. Машиностроительные организации .....	47
2.3.8. Кадровое обеспечение атомной отрасли .....	47

<b>3. РЕАКТОРНЫЙ ПАРК КНР .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1. Легководные реакторы .....</b>	<b>51</b>
3.1.1. Реакторы серий CNP и CPR (Поколение II).....	51
3.1.2. Реактор «Хуалун-1» (Поколение III) .....	52
3.1.3. Реакторы серии CAP (Поколение III+).....	53
<b>3.2. Реакторы Поколения IV .....</b>	<b>55</b>
3.2.1. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы .....	56
3.2.2. Реакторы на быстрых нейтронах.....	59
3.2.3. Жидкосолевые реакторы.....	67
3.2.4. Реакторы с водой сверхкритического давления .....	70
<b>3.3. Малые модульные реакторы .....</b>	<b>72</b>
<b>4. ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ КНР .....</b>	<b>75</b>
<b>4.1. Добыча и импорт природного урана.....</b>	<b>76</b>
4.1.1. Разведка и добыча урана на территории КНР .....	77
4.1.2. Импорт урана.....	81
4.1.3. Разработка месторождений и добыча урана в других странах.....	82
4.1.4. Работы по извлечению урана из нетрадиционных источников.....	85
<b>4.2. Конверсия урана .....</b>	<b>86</b>
<b>4.3. Обогащение урана .....</b>	<b>86</b>
<b>4.4. Фабрикация ядерного топлива.....</b>	<b>88</b>
<b>4.5. Завершающая стадия ЯТЦ .....</b>	<b>90</b>
4.5.1. Текущий подход к решению проблемы хранения и утилизации ОЯТ.....	91
4.5.2. Переработка ОЯТ.....	92
4.5.3. Обращение с РАО .....	94
<b>5. НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>97</b>
<b>5.1. Теплоснабжение .....</b>	<b>97</b>
5.1.1. Теплоснабжение с использованием энергии АЭС большой мощности.....	98
5.1.2. Малые реакторы для теплоснабжения .....	103
<b>5.2. Опреснение .....</b>	<b>109</b>
<b>5.3. Поставка пара для промышленных предприятий.....</b>	<b>112</b>
<b>5.4. Производство водорода.....</b>	<b>112</b>
<b>6. ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРОЕКТЫ С УЧАСТИЕМ КИТАЙСКИХ КОМПАНИЙ .....</b>	<b>115</b>
<b>6.1. Пакистан .....</b>	<b>116</b>
<b>6.2. Аргентина .....</b>	<b>118</b>
<b>6.3. Великобритания.....</b>	<b>120</b>
<b>6.4. Другие страны .....</b>	<b>122</b>

---

6.5. Политические, экономические и технологические аспекты деятельности китайских компаний на мировом атомном рынке .....	125
<b>7. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ.....</b>	<b>129</b>
7.1. Научные организации в сфере атомной энергии .....	130
7.2. Исследовательские реакторы (ИР) .....	132
7.3. «14-й пятилетний план научно-технических инноваций в энергетике» .....	145
7.4. Аналитическая деятельность в атомной отрасли .....	151
<b>8. РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В АТОМНОЙ СФЕРЕ .....</b>	<b>157</b>
8.1. Краткая ретроспектива сотрудничества .....	157
8.2. Потенциальные направления сотрудничества .....	159
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>161</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....</b>	<b>164</b>
<b>ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....</b>	<b>184</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. ДЕЙСТВУЮЩИЕ И СТРОЯЩИЕСЯ ЭНЕРГОБЛОКИ В КНР .....</b>	<b>189</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АЭС В КНР .....</b>	<b>193</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА В СФЕРЕ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С КНР .....</b>	<b>194</b>



## ВВЕДЕНИЕ

---

В настоящее время в КНР реализуется наиболее масштабная программа развития атомной энергетики в мире. Развитие АЭПК КНР направлено на повышение энергетической безопасности, снижение уровня загрязнения окружающей среды, а также расширение присутствия на внешних рынках. Важным стимулом для развития атомной энергетики стали объявленные Си Цзиньпином в 2020 году цели Китая к 2030 году перейти от роста объемов углеродных выбросов к их снижению (т.н. углеродный пик), а к 2060 году – достичь «углеродной нейтральности». На данный момент в Китае эксплуатируются 55 ядерных энергоблоков, по количеству действующих блоков КНР занимает третье место в мире, уступая только США и Франции. При этом Китай лидирует по числу строящихся блоков (23)<sup>1</sup>.

Активное развитие атомной энергетики позволило Китаю приобрести необходимые компетенции в области строительства и эксплуатации АЭС, выстроить полную технологическую цепочку производства ядерного топлива, подготовить кадры для атомной отрасли. Заимствуя зарубежные технологические решения, Китай разработал ряд собственных ядерных технологий с независимыми правами интеллектуальной собственности. Наряду с развитием атомной энергетики внутри страны,

---

<sup>1</sup> По состоянию на апрель 2023 года.



компании атомной отрасли Китая активно выходят на мировой рынок, при этом государство оказывает им всестороннюю поддержку. Экспорт китайских ядерных технологий и участие в зарубежных проектах рассматриваются правительством КНР как важные элементы стратегии «Выход за рубеж» и инициативы «Один пояс, один путь».

Указанные тенденции развития АЭПК КНР послужили причиной постановки задачи по детальному изучению китайской атомной отрасли<sup>2</sup>, ее особенностей и возможностей.

## ■ О причинах издания актуализированного отчета

Первый тематический отчет ЦАИР по КНР был подготовлен в 2019 году [1]. За три прошедших года в АЭПК КНР произошли значительные изменения, связанные с пуском новых, «пионерных» реакторов китайского дизайна («Хуалун-1» и HTR-PM), активизацией строительства АЭС на территории страны, дальнейшим продвижением международной экспансии и т.д. (таблица 1). Вследствие активного развития АЭПК КНР в последние годы было принято решение об актуализации тематического отчета с целью отражения текущего состояния и новых трендов.

**Таблица 1.**

Изменения, произошедшие в АЭПК КНР за 2019–2023 гг.

Характеристика	2019 год	Нач. 2023 года
<b>Количество действующих блоков</b>	47 (48,8 ГВт) <sup>3</sup>	55 (57 ГВт)
<b>Количество строящихся блоков</b>	14 (15,4 ГВт)	23 (26,5 ГВт)
<b>Доля АЭ в генерации</b>	4,2%	5%
<b>План развития АЭ</b>	13-й пятилетний план: 58 ГВт в 2020 году	14-й пятилетний план: 70 ГВт в 2025 году
<b>Реакторный парк (новые реакторы китайского дизайна)</b>	- Ведется сооружение FOAK «Хуалун-1», HTR-PM, CAP1400	- Введен в эксплуатацию FOAK «Хуалун-1» - Подключен к сети FOAK HTR-PM
<b>Зарубежные проекты</b>	- Ведется сооружение 2 блоков с «Хуалун-1» на АЭС «Карачи» в Пакистане - Ведутся переговоры с Аргентиной	- Введены в эксплуатацию 2 блока с «Хуалун-1» на АЭС «Карачи» в Пакистане - Подписан EPC-контракт на сооружение блока с «Хуалун-1» на АЭС «Атуча» в Аргентине

<sup>2</sup> Несмотря на то, что Тайвань является неотъемлемой частью территории КНР, рассмотрение тайваньской атомной отрасли исключено из отчета, так как для нее характерны иные тенденции развития и система управления.

<sup>3</sup> Здесь и далее указана мощность брутто, поскольку именно она используется в китайских официальных документах.

Характеристика	2019 год	Нач. 2023 года
<b>Неэлектрическое применение (атомное теплоснабжение и опреснение)</b>	- Проекты планируются	- Реализуются демонстрационные проекты по атомному теплоснабжению на АЭС «Хайян», «Циньшань» и «Хунъяньхэ»

К наиболее актуальным трендам развития АЭПК КНР в последние годы можно отнести:

**1.** Ускорение развития атомной энергетики с постепенным выходом на «дофукусимские» темпы (см. подраздел 1.3.2). Тренд во многом связан с пуском первых «Хуалун-1» и усилением влияния климатической повестки.

**2.** Постепенное расширение круга акторов в АЭПК (см. подраздел 2.3): более широкое участие государственных энергетических корпораций, а также, в отдельных случаях, частных компаний (в качестве миноритарных акционеров). Это позволяет привлечь дополнительные средства для развития атомной энергетики.

**3.** Активное развитие неэлектрических применений атомной энергии (теплоснабжение, опреснение, производство промышленного пара, получение водорода). Это позволяет снизить объемы выбросов в других секторах, помимо электроэнергетики, и служит дополнительным драйвером для развития атомной энергетики. КНР является одним из мировых лидеров в данной области (см. раздел 5).

**4.** Активное развитие и освоение передовых реакторных технологий. Ведутся работы практически по всем технологиям Поколения IV, причем по отдельным направлениям КНР стала мировым лидером (например, по высокотемпературным и жидкосолевым реакторам) (см. раздел 3).

**5.** Укрепление позиций КНР на мировом рынке ядерно-энергетических технологий, связанное в первую очередь с появлением референтных блоков с реактором «Хуалун-1» китайского дизайна (см. раздел 6). Одновременно наблюдается усиление противодействия этому укреплению со стороны геополитических соперников.



Блочный щит управления, АЭС «Дая Бэй» (1993 год)



Блочный щит управления, АЭС «Фуцин» (2021 год)

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)

