



НАУКА
И ИННОВАЦИИ
РОСАТОМ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИНДИИ



СИСТЕМА
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УПРАВЛЕНИЯ АТОМНОЙ
ОТРАСЛЬЮ

ТРЁХЭТАПНАЯ ПРОГРАММА
РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ И ЯДЕРНОГО
ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА И УПРАВЛЕНИЕ
НИОКР

ПЕРСПЕКТИВЫ
РОССИЙСКО-ИНДИЙСКОГО
СОТРУДНИЧЕСТВА

Москва
2021

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

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИНДИИ

Москва
2021

УДК 621.039.003

ББК 31.4

С 87

С 87 Структура управления и тенденции развития национальной атомной энергетики и промышленности Индии. Аналитический отчет / Мансуров О.А., Птицын П.Б., Сафиканов Д.И.; М.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2021. – 158 с.

ISBN 978-5-498-00805-9

© ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2021.

Подписано в печать 20.08.2021. Формат 60x84 1/8. Бумага мелованная.

Гарнитура «Rosatom». Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,37.

Тираж 150 экз. Заказ № 6299.

Отпечатано в ООО «Элефант»:

610040, г. Киров, ул. Мостовая, д. 32/7,

www.hibox.pro

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ:

Структура управления и тенденции развития национальной атомной энергетики и промышленности Индии.

АВТОРЫ:

Мансуров О.А., Начальник отдела ЯТЦ, Центр аналитических исследований и разработок, частное учреждение «Наука и инновации».

Птицын П.Б., Заместитель директора – директор отраслевого Центра аналитических исследований и разработок, частное учреждение «Наука и инновации».

Сафиканов Д.И., Ведущий специалист отдела ЯТЦ, Центр аналитических исследований и разработок, частное учреждение «Наука и инновации».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кармацкий В.И., Начальник отдела анализа рынков, АО «Техснабэкспорт».

Артисюк В.В., Советник Генерального директора, Госкорпорация «Росатом».

РЕФЕРАТ:

В данном отчете представлены обзор и анализ текущего состояния атомной энергетики и промышленности Индии. В частности, рассмотрены государственные органы управления атомной энергетикой и их эволюция по мере освоения атомной энергии в стране. Детально проанализирована деятельность научно-исследовательских организаций, отраслевых предприятий и корпоративных структур, входящих в контур управления Департамента атомной энергии. Рассмотрены особенности нормативной правовой системы в области использования атомной энергии на национальном и отраслевом уровнях. Описаны особенности научно-технической политики, включая национальную трехэтапную программу развития атомной энергетики, систему управления НИОКР в Индии. Предпринята попытка проанализировать конкурентное место атомной энергетики в экономике страны и перспективы ее развития в будущем. По отдельным переделам ЯТЦ и реакторному парку Индии проведен анализ существующих производственных мощностей, проводимых научных исследований и разработок. Представлены рекомендации по возможному развитию сотрудничества между Россией и Индией в области гражданской атомной энергетики, ядерной медицины и по другим высокотехнологичным сферам инновационной и хозяйственной деятельности. Аналитический отчет подготовлен в рамках плана деятельности отраслевого Центра аналитических исследований и разработок частного учреждения «Наука и инновации» в 2020 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Индия, атомная энергетика, ядерные технологии, ядерный топливный цикл, научно-техническая политика, управление НИОКР, инновационное развитие, трехэтапный план.

ЦИТИРОВАНИЕ:

Структура управления и тенденции развития национальной атомной энергетики и промышленности Индии. / Мансуров О.А., Птицын П.Б., Сафиканов Д.И.; М.: ЦАИР, частное учреждение «Наука и инновации», 2021. – 178 с. – Рус. – Деп. 21.05.21, № 34-В2021.

TITLE:

The governance structure and development trends of nuclear power and industry in India.

AUTHORS:

Mansurov O.A., Ptitsyn P.B., Safikanov D.I., Centre of Analytical R&D (CARD), Private Enterprise «Science and Innovations», State Atomic Energy Corporation Rosatom.

REVIEWERS:

Karmatsky V.I., JSC TENEX.

Artisyuk V.V., State Atomic Energy Corporation Rosatom.

ABSTRACT:

This report gives an overview and analysis of the current status of nuclear power and industry of India. In particular, state bodies of nuclear industry management and their evolution along with the nuclear energy mastering in the country have been reviewed. Ongoing activities of scientific and research organizations, industrial enterprises as well as corporate structures, operating under the auspices of the Department of Atomic Energy have been analyzed in detail. The specifics of the national and industry-level regulatory framework have been considered. The scientific and technology policy of India, including three-stage national program, R&D management system, in the field of nuclear energy application has been described. An attempt has been undertaken to examine the place of the nuclear power in the economics of India, its challenges and prospects for development. A thorough analysis was made with regard to the existing production capacities, enduring research and development, trends of separate nuclear fuel cycle elements and a nuclear power reactor park. Recommendations on potential development of collaboration between Russia and India in the field of civil nuclear power, nuclear medicine, and other high-tech industrial spheres associated with the Department of Atomic Energy have been formulated and provided. This report was prepared as a part of the Action Plan for 2019–2020 of the Centre of Analytical R&D (CARD).

KEY WORDS:

India, nuclear energy, nuclear technologies, nuclear fuel cycle, science and technology policy, R&D management, technology transfer, innovative development, three-stage plan.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СТРУКТУРА ЭНЕРГЕТИКИ ИНДИИ: ФАКТЫ И ТЕНДЕНЦИИ	11
2. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АТОМНОЙ ОТРАСЛЬЮ ИНДИИ	15
2.1. История формирования существующей системы управления	15
2.2. Нормативно-правовая база в области использования атомной энергии	17
2.3. Трехэтапный план развития атомной энергетики в Индии	26
2.4. Организационная структура	31
3. ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ИНДИИ	41
3.1. Добыча и импорт урана	41
3.2. Конверсия урана	49
3.3. Обогащение урана	50
3.4. Фабрикация ядерного топлива.....	51
3.5. Обращение с ОЯТ и РАО	54
3.5.1. Обращение с ОЯТ	54
3.5.2. Обращение с РАО	59
3.6. Торий в перспективном ЯТЦ.....	63
4. РЕАКТОРНЫЙ ПАРК ИНДИИ	67
4.1. Действующие коммерческие АЭС.....	67
4.2. Исследовательские реакторы	71
4.3. Передовые новые реакторные системы, находящиеся на стадии внедрения	75
5. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НИОКР	87
5.1. Научно-техническая политика DAE	87
5.2. Структура научно-исследовательского дивизиона DAE.....	90
5.3. Актуальные инновационные направления научно-исследовательской деятельности.....	101
6. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ ИНДИИ	109
7. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ ИНДИИ НА ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ	117
8. ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКО-ИНДИЙСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	133
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	139
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	152
ПРИЛОЖЕНИЕ А.	154
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.	155



ВВЕДЕНИЕ

Сегодня Индия – одна из ведущих экономически развитых стран мира. По объему ВВП страна в 2019 году находилась на 5-м месте в мире (2869 млрд долл. США, текущие), обойдя такие страны, как Великобритания, Франция, Италия, Бразилия, Россия (1). При этом среднегодовой темп прироста реального ВВП Индии начиная с 2000 года составил 7,1%.

За последние годы в стране были запущены амбициозные национальные программы «Делайте в Индии» (Make in India), «Цифровая Индия» (Digital India), «Умные города» (Smart Cities), которые поощряют приток иностранного капитала, но вместе с тем способствуют подъему национальной экономики за счет трансфера технологий и создания современных наукоемких производств. Одним из существенных драйверов превращения Индии в высокотехнологичную страну стало направление, связанное с оффшорным инжинирингом и заказными исследованиями. В первую очередь это касается таких отраслей промышленности, как микроэлектроника, телеком, автомобилестроение, фармацевтика, производство персональных устройств и др. За последние 5 лет ежегодный прирост в этой сфере экономической деятельности составлял 10% и в 2019 году превысил планку в 31 млрд долл. США. Приток прямых иностранных инвестиций Индии достиг 469,99 млрд долларов США в период

с апреля 2000 года по март 2020 года с максимальным вкладом от сферы услуг, компьютерного программного и аппаратного обеспечения, телекоммуникаций, строительства, торговли и производства автомобилей.

Стоит особенно отметить, что Индия в последние годы вошла в топ стран мира по расходам на НИОКР – в 2020 году их объем превысил 96,5 млрд долларов США (5-е место в мире) (2). При этом роль государства остается преобладающей – около 60% инвестиций происходит за счет государственного бюджета.

За последние годы публикационная активность индийских ученых неуклонно растет, и по этому показателю в 2019 году страна вышла на 6-е место в мире. Количество запатентованных технологических решений превысило 60 тысяч единиц (10-й результат в мире).

Национальный инновационный фонд (National Innovation Foundation, NIF), созданный в 2000 году Правительством Индии с целью формирования общенациональной инновационной политики, провозгласил 2020–2030 годы «декадой инноваций». В стране активно развиваются такие инструменты продвижения инноваций, как венчурное финансирование проектов (Micro Venture Innovation Fund, MVIF), технологические парки и инкубаторы – в ближайшие 4 года в рамках программы National Initiative for Developing and Harnessing Innovations будет создано около 100 специализированных технологических инкубаторов, региональные производственно-технологические «хабы» и исследовательские центры, созданные сообща с местным бизнесом или зарубежными компаниями (3). В целом за последние годы наблюдается тенденция по объединению усилий государства с частным предпринимательством в деле создания и внедрения новых технологий. Так, в конце 2019 года Правительство Индии объявило о создании отдельного фонда объемом в 1,1 млрд долларов США, работающего по схеме государственно-частного партнерства и ориентированного на поддержку инновационной активности (прежде всего в таких областях, как фармацевтика, энергетика, компьютерные технологии и т.д.). По величине стартап-базы с более чем 50 000 технологическими компаниями Индия к началу 2020 года находилась на третьем месте в мире после США и Китая. Объем венчурных инвестиций в индийские стартапы в 2019 году составил 12,7 млрд долларов США. На начало 2021 года в стране было зарегистрировано 25 компаний–«единорогов», т.е. частных компаний с оборотом свыше 1 млрд долларов США в год (4). Индийские города Bengaluru, New Delhi, Mumbai, Chennai, Hyderabad и Pune вошли в Топ-100 городов мира, где наиболее ощутима предпринимательская деятельность.

Подъем страны в качестве глобальной экономической силы не может быть осуществлен и без адекватных энергетических ресурсов. Индия на сегодняшний день входит в тройку мировых лидеров по энергогенерации – 1561 ТВт*час (после Китая и США). Установленные мощности индийского энергокомплекса на июль 2020 года превысили 371 ГВт (5-е место в мире). При этом в последние годы в энергетическом секторе страны происходят значительные изменения, связанные с началом постепенного перехода на неископаемые источники энергии (на Парижской конференции по изменению климата в 2015 году Индия объявила об увеличении доли безуглеродного топлива до 40% к 2030 году), быстрым ростом использования возобновляемых источников энергии (к 2022 году планировалось увеличение мощности до 175 ГВт), вынужденным повышением экологических требований по загрязнению воздуха.

Согласно отчету Boston Consulting Group от 2017 года, прогнозировалось, что Индия станет третьей по величине потребительской экономикой, поскольку к 2025 году ее потребление могло бы утроиться до 4 триллионов долларов США вследствие изменения поведения потребителей и структуры расходов. По оценкам PricewaterhouseCoopers, сделанным годом позже, к 2040 году Индия должна превзойти США и стать второй по величине экономикой по паритету покупательной способности.

В 2020 году Индия, как и многие другие страны, столкнулась с глобальной пандемией COVID-19, что в значительной степени повлияло на экономическую жизнь страны. Так, в первом квартале 2020–2021 финансового года, который закончился в июне, экономика страны сократилась на 23,9% по сравнению с тем же кварталом предыдущего года. По данным Организации экономического сотрудничества и развития, это наихудший спад среди крупнейших экономик мира, публикующих показатели ВВП за тот же квартал. Для преодоления негативных экономических последствий от пандемии Правительство в июне 2020 года обнародовало пакет мер поддержки экономики в общей сложности на 265 млрд долларов США, что эквивалентно около 10% ВВП страны. Однако есть основания предполагать, что по итогам 2020–2021 финансового года экономика страны может сократиться (по разным оценкам на 3–5%), что также отразится, во всяком случае в ближайшей перспективе, и на представленных выше финансово-экономических показателях и прогнозах.

Согласно данным МАГАТЭ на начало 2021 года, атомная энергетика занимает 3,2% от общего энергобаланса страны. В настоящее время в стране имеются 23 действующих реактора, общая мощность которых

достигает 6,885 ГВт (эл.). Еще 6 ядерных энергоблоков находятся на стадии строительства, их суммарная проектируемая мощность – 4,194 ГВт (эл.) (5).

Общий (валовой) бюджет Департамента по атомной энергии Индии, являющегося исполнительной структурой по управлению ядерным комплексом, по итогам 2019–2020 финансового года составил около 3,7 млрд долларов США; чистый (после взыскания задолженностей и обязательных платежей) – около 2,6 млрд долларов США (6).

Согласно долгосрочным оценкам, доля атомной энергии в энергобалансе Индии может увеличиться до 9% к 2037 году и до 25% к 2050 году.

В области развития атомной энергетики Индия сознательно избрала наиболее долгий и трудный путь осуществления национальной программы, рассчитанный на использование только собственных сил и ресурсов, который в конечном итоге обеспечил получение существенных выгод. Это привело к разработке самобытной трехэтапной стратегии развития ядерного топливного цикла с вводом тяжеловодных реакторов на природном уране на первом этапе, реакторов на быстрых нейтронах, работающих на плутонии, полученном от реакторов первого поколения, с зоной воспроизводства либо на уране-238, либо на тории, на втором этапе, за которым планируется этап ввода реакторов на самоподдерживающемся Th – ²³³U-цикле.

Первый этап индийского ядерного топливного цикла, включающий создание реакторов на тяжелой воде под давлением и связанных с ними объектов ЯТЦ, уже реализован в промышленности. В настоящее время Индия переходит на освоение в промышленном масштабе технологий второго этапа развития атомной энергетики на основе быстрых реакторов.

Сегодня Индия – одна из немногих стран мира, обладающая всеми переделами ядерного топливного цикла, начиная от разведки, добычи, экстракции и конверсии урана, изготовления топлива, производства тяжелой воды и эксплуатации реакторов и заканчивая переработкой ядерного топлива и обращением с радиоактивными отходами.

Помимо развития объектов атомной энергогенерации и ЯТЦ предприятия атомной отрасли Индии успешно вносят существенный вклад в экономику страны по целому ряду других высокотехнологичных областей хозяйственной деятельности (ядерная медицина, очистка воды, микроэлектроника, РЗЭ и РМ, радиационные технологии обработки веществ и продукции и т.д.).

Данный отчет структурирован таким образом, чтобы дать полное представление о текущей ситуации и тенденциях развития атомной энергетики и промышленности Индии. 1-я глава дает представление о структуре всей энергетики Индии, фактологически описывает сложившуюся ситуацию и тенденции по ее развитию.

Во 2-й главе описывается система управления атомной отраслью Индии, ее становление и развитие с течением времени. В главе также кратко рассмотрены вопросы индийской нормативной правовой базы в области использования атомной энергии на национальном и отраслевом уровнях. Стратегия ядерной энергетики Индии на ранней стадии своего развития заключалась в развитии собственного ЯТЦ, а отсутствие необходимых запасов уранового сырья в годы зарождения атомной отрасли привели к уникальному трёхэтапному плану ее развития. В 3-й главе по основным переделам ЯТЦ показан текущий уровень индийской ядерной промышленности, ограничения и перспективы ее развития. 4-я глава посвящена развитию реакторного парка Индии (действующие и перспективные коммерческие энергоблоки, исследовательские реакторы). В 5-й главе описаны особенности научно-технической политики, включая систему управления НИОКР в Индии. Детально проанализирована деятельность основных ядерных научно-исследовательских центров, их заделы, текущие возможности и направления проводимых исследований. Выполнена попытка оценить конкурентное место атомной энергетики в экономике страны и спрогнозировать перспективы ее развития в будущем (6-я глава). 7-я глава излагает основные проблемы и вызовы, стоящие перед атомной отраслью страны. В заключительной главе отчета обсуждены и представлены рекомендации по возможному развитию сотрудничества между Россией и Индией в области гражданской атомной энергетики, ядерной медицины и по другим высокотехнологичным сферам инновационной и хозяйственной деятельности.

В целом стоит отметить, что Правительство Индии никогда открыто не публиковало детальной информации по экономике своего ЯТЦ, и тем более каким образом и где проходит «водораздел» интересов гражданской атомной программы и ядерного оружейного комплекса страны. В связи с этим многие изложенные в этом отчете цифры по бюджетам ДАЕ, его дочерних организаций и предприятий, хотя и получены с официальных веб-сайтов, требуют критического взгляда с точки зрения их гарантированной достоверности.

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)

