

От редакции. Предлагаемая вашему вниманию статья подготовлена на основании отчета по исследованию «Анализ развития атомной отрасли и прогноз потребности в трубопроводной арматуре на среднесрочную перспективу», выполненному специалистами исполнительной дирекции НПАА в 2020 году и содержащему прогноз количественной и качественной потребности в трубопроводной арматуре различных видов/типов для атомной отрасли до 2028 года. Полная версия отчета предоставляется безвозмездно предприятиям – членам НПАА по официальному запросу; по вопросам приобретения отчета необходимо обратиться в ООО «Отраслевой ИАЦ НПАА» по электронной почте praа@pra-arm.org.

А.А. Бакулина, О.В. Афанасьева, НПАА

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТОВ РОСАТОМА В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Госкорпорация «Росатом» – многопрофильный холдинг, владеющий активами и компетенциями во всех звеньях производственно-технологической цепочки атомной энергетики: геологоразведка и добыча урана, конверсия и обогащение урана, фабрикация ядерного топлива, машиностроение, проектирование и строительство АЭС, генерация электрической энергии, вывод ядерных объектов из эксплуатации, обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами. Корпорация объединяет более 300 предприятий и организаций, включая научные институты, предприятия ядерного оружейного комплекса и единственный в мире атомный ледокольный флот (рис. 1).

В течение 2019 года на территории России число эксплуатируемых энергоблоков с учетом введенного энергоблока №2 Нововоронежской АЭС-2 достигло 36, их совокупная мощ-

ность составила 30,3 ГВт. На долю атомной энергетики в энергообеспечении Российской Федерации приходится 19%.

Зарубежные проекты

Компания находится на первом месте в мире по объему строительства энергоблоков за рубежом. Общий портфель зарубежных заказов Госкорпорации «Росатом» на десятилетний период превышает 140 млрд. дол. США. Росатом занимает 38% на мировом рынке обогащения урана, 16% – на рынке ядерного топлива, 14% – на рынке добычи урана.

Проектированием и сооружением АЭС большой мощности на российском и международных рынках занимается инженеринговый дивизион Госкорпорации «Росатом» (управляющая компания АО ИУ «АСЭ»), рис. 2.

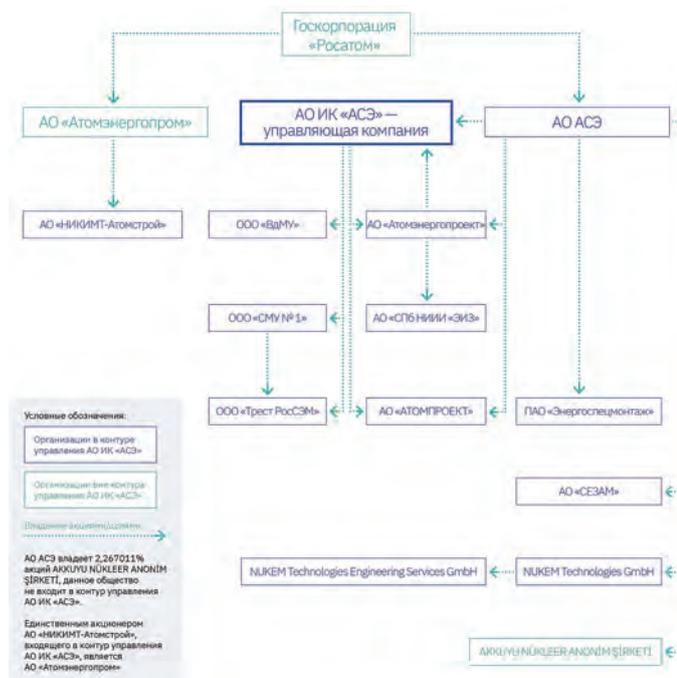


Рис. 1. Общая схема корпоративного управления госкорпорации «Росатом»

Источник: годовой отчет Инжинирингового дивизиона Госкорпорации «Росатом» за 2018 год



Рис. 2. Целевая организационная модель инженерингового дивизиона

Источник: годовой отчет Инжинирингового дивизиона Госкорпорации «Росатом» за 2019 год

Инжиниринговый дивизион ведет свою деятельность в России, Европе, на Ближнем Востоке и в Северной Африке, а также в Азиатско-Тихоокеанском регионе и является лидером на глобальном рынке сооружения АЭС большой мощности (табл. 1).

Таблица 1. Информация об основных зарубежных АЭС в портфеле инжинирингового дивизиона

Наименование, расположение	Реактор	Основные данные
Белорусская АЭС, Республика Беларусь	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Первая АЭС в Республике Беларусь Крупнейший проект российско-белорусского сотрудничества После ввода АЭС будет вырабатывать до 25% необходимой Республике Беларусь электроэнергии
АЭС «Ханхикиви-1», Финляндия	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Установленная мощность обеспечит до 10% энергетических потребностей Финляндии к концу 2020-х годов Реализуется по модели ВОО*
АЭС «Аккую», Турция	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Первая АЭС в мире по модели ВОО** Первая АЭС в Турции
АЭС «Пакш II», Венгрия	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Строгие требования безопасности на основе стандартов EUR и WENRA
АЭС «Эль-Дабаа», Египет	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Первая АЭС в Египте Крупнейший российско-египетский проект со времен строительства Асуанского гидроузла
АЭС «Куданкулам», Индия	ВВЭР-1000	<ul style="list-style-type: none"> Высокий уровень локализации Самые южные блоки ВВЭР в мире
АЭС «Руппур», Бангладеш	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Первая АЭС в Бангладеш Ключевой энергетический проект Обеспечит 10% потребностей страны в электричестве
Тяньваньская АЭС, Китай	ВВЭР-1000 ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Один из крупнейших российско-китайских проектов в области высоких технологий
АЭС «Сюйдапу», Китай	ВВЭР-1200	<ul style="list-style-type: none"> Проект расширения совместного ядерного сотрудничества

* Строительство — Владение — Эксплуатация. Проект АЭС «Ханхикиви-1» реализует АО «Росатом Энерго Интернешнл».

** Строительство — Владение — Эксплуатация. Проект АЭС «Аккую» реализует АО «Росатом Энерго Интернешнл».

Источник: годовой отчет Инжинирингового дивизиона Госкорпорации «Росатом» за 2019 год

В 2020 году велось активное строительство¹ пяти энергоблоков за рубежом: двух блоков АЭС «Куданкулам» (Индия), двух блоков АЭС «Руппур» (Бангладеш) и первого блока АЭС «Аккую» (Турция).

¹Мы не принимали во внимание блоки, которые строятся в первый и последний год перед введением в строй, так как активное строительство либо еще не началось, либо уже закончилось.

Бангладеш (АЭС «Руппур»)

В ноябре 2011 года Россия и Бангладеш подписали межправительственное соглашение о сотрудничестве в строительстве первой бангладешской АЭС «Руппур» (на побережье реки Ганг в округе Пабна). Станция будет оснащена двумя энергоблоками с реакторами ВВЭР-1200. В середине декабря 2015 года был заключен генеральный контракт. Генподрядчиком выступает «Атомстройэкспорт». В 2017 году правительство РФ предоставило Бангладеш государственный кредит в размере 11,38 млрд. дол. США для финансирования основного этапа сооружения АЭС. Строительство 1-го энергоблока началось 30 ноября 2017 года, 2-го – 14 июля 2018 года. Пуск 1-го блока намечен на 2023 год, второго – на 2024 год.

Индия (АЭС «Куданкулам»)

В 1998 году «Росатом» и Индийская корпорация по атомной энергии (Nuclear Power Corporation of India Limited, NPCIL) подписали соглашение о строительстве двух энергоблоков АЭС «Куданкулам» с двумя реакторами ВВЭР-1000 в индийском штате Тамилнад. Они были построены и сданы в эксплуатацию в 2016–2017 годы.

В апреле 2014 года была достигнута договоренность о сооружении второй очереди АЭС на основе проекта ВВЭР-1000. Его стоимость – около 6,4 млрд. дол. США (из них 3,4 млрд. из российских кредитов). Строительство 3-го блока началось в июне 2017 года, 4-го – в октябре 2017 года. Их ввод в эксплуатацию запланирован на 2020–2021 годы.

1 июня 2017 года «Атомстройэкспорт» и NPCIL подписали рамочное соглашение по строительству 5-го и 6-го блоков с реакторами ВВЭР-1000. 31 июля 2017 года стороны заключили контракты на первоочередные проектные работы, рабочее проектирование и поставку основного оборудования для третьей очереди.

Турция (АЭС «Аккую»)

12 мая 2010 года Россия и Турция заключили межправительственное соглашение о строительстве первой турецкой АЭС «Аккую» в провинции Мерсин на юго-востоке страны. Документ предусматривает сооружение четырех энергоблоков с реакторами ВВЭР-1200. Проект реализуется по модели «строй-владей-эксплуатируй» (Build-Own-Operate), которая до сих пор не использовалась при строительстве атомных электростанций. Заказчиком работ, а также владельцем атомной станции, включая выработанную электроэнергию, является российская проектная компания «Аккую нуклеар» (Akkuyu Nuclear). В настоящее время почти 100%-ми ее акций владеют дочерние компании «Росатома». Строительство началось в 2018 году, предполагается, что 1-й энергоблок будет введен в эксплуатацию к 2023 году. Общая стоимость проекта оценивается в 22 млрд. дол. США².

Проекты Росатома в России

Работы ГК «Росатом» в России по строительству атомных блоков ведутся в соответствии с Энергетической стратегией

²<https://tass.ru/info/6334860>

России до 2035 года и Генеральной схемой размещения объектов электроэнергетики России до 2035 года. Заявленные в настоящее время планы компании по строительству соответствуют минимальному варианту схемы.

За последние три года объем строительства в РФ значительно сократился – с девяти блоков в 2018 году до пяти в 2019, в 2020 году велось строительство трех блоков (табл. 2).

Таблица 2. Объем строительства энергоблоков в России

Год	2017	2018	2019
Суммарная мощность строящихся (в РФ) энергоблоков, МВт	10 200	9 120	4 801
Число энергоблоков, введенных в эксплуатацию	1	2	1
Число строящихся энергоблоков в Российской Федерации	9	9	5

Источник: годовой отчет АО «Концерн «Росэнергоатом» за 2019 год

В настоящее время на атомных станциях концерна продолжают работы по сооружению следующих новых энергоблоков АЭС:

Курская АЭС-2 – два энергоблока с реактором типа ВВЭР ТОИ 2'1200 (всего четыре по проекту). Курская АЭС-2 сооружается как станция замещения взамен выходящих из эксплуатации энергоблоков действующей Курской АЭС. Ввод в эксплуатацию двух первых энергоблоков Курской АЭС-2 планируется синхронизировать с выводом из эксплуатации энергоблоков №№ 1, 2 действующей станции. Несмотря на то, что 1-й блок Курской АЭС должен быть остановлен в 2021 году, 1-й блок новой станции Курская АЭС-2 будет введен только в 2025 году, ввод 2-го блока запланирован на 2027 год³;

Ленинградская АЭС-2 – проект ЛАЭС-2 – строительство двух блоков с водо-водяными энергетическими реакторами мощностью по 1200 МВт. Строительство энергоблока №1 завершено, блок введен в эксплуатацию. В настоящее время ведется строительство 2-го блока, ввод запланирован на 2021 год.

В государственной программе кроме ведущихся строек запланировано строительство 3-го и 4-го блоков Ленинградской АЭС-2. Осенью 2020 года появилась информация о начале подготовки строительства двух энергоблоков в Смоленской области, что соответствует генеральной схеме размещения объектов электроэнергетики до 2035 года.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» (с изменениями на 18 июня 2020 года):

Ожидаемые результаты реализации подпрограммы	осуществлен ввод в эксплуатацию плавучей атомной теплоэлектростанции мощностью 70 МВт в г. Певеке Чукотского автономного округа в 2020 году в обеспечение замещения выходящих энергетических мощностей Билибинской атомной электростанции; осуществлен ввод в эксплуатацию энергоблоков атомных электростанций (без учета атомных станций малой мощности) на новых площадках
--	--

³<https://zen.yandex.ru/media/id/5a9472e886516519db038d32/sroki-vvoda-v-ekspluataciju-kurskoj-aes2-podverglis-sereznoi-korrektirovke-5d4ff735cfcc8600af361fb7>

к 2020 году – 6 энергоблоков, к 2027 году – 11 энергоблоков, в том числе:

- энергоблока №3 Ростовской АЭС в 2015 году;
- энергоблока №4 Белоярской АЭС в 2016 году;
- энергоблока №1 Нововоронежской АЭС-2 в 2017 году;
- энергоблока №4 Ростовской АЭС в 2018 году;
- энергоблока №1 Ленинградской АЭС-2 в 2018 году;
- энергоблока №2 Нововоронежской АЭС-2 в 2019 году;
- энергоблока №2 Ленинградской АЭС-2 в 2021 году;
- энергоблока №3 Курской АЭС-2 в 2025 году;
- энергоблока №3 Ленинградской АЭС-2 в 2025 году;
- энергоблока №4 Ленинградской АЭС-2 в 2026 году;
- энергоблока №2 Курской АЭС-2 в 2027 году.

В качестве референтного (эталонного) для новых блоков Ленинградской АЭС принят проект ВВЭР-1200, аналогичный первой очереди строительства Ленинградской АЭС-2. На Смоленской АЭС будет применен проект ВВЭР-ТОИ, аналогичный сооружаемому на Курской АЭС-2. Застройщиком – техническим заказчиком обоих инвестиционных проектов выступит концерн «Росэнергоатом»

Осенью 2020 года Концерн «Росэнергоатом» скорректировал свою инвестиционную программу в сторону увеличения на 2021–2022 годы (табл. 3). Можно отметить, что в запланированный объем капитальных вложений не включено перспективное строительство двух энергоблоков Смоленской АЭС-2, также включены только изыскательские и проектные работы по блокам №3 и №4 Ленинградской АЭС-2.

В настоящее время «Росатом» занимает первое место в мире по величине портфеля зарубежных проектов строительства АЭС – 36 энергоблоков в 12 странах. Основными заказчиками Росатома новых АЭС в последние годы стали Индия, Китай, Турция, Бангладеш. «Росатом» реализует проект строительства АЭС в Финляндии, а также в Венгрии и Белоруссии.

В 2019 году велось активное строительство пяти блоков за рубежом. В 2021 году планируется, что их будет шесть, в 2023 году уже 11 (однако из них три блока в Китае, на которые заключен контракт только на возведение ядерного острова, все остальные работы Китай планирует делать самостоятельно⁴). Кроме того, в настоящее время ведется активное строительство второго блока Ленинградской АЭС-2 и двух блоков Курской АЭС-2.

Согласно экспертным оценкам, в среднем при возведении одного блока типа ВВЭР-1000/1200 используется ~30 000 единиц трубопроводной арматуры. Строительство АЭС подразделяется на этапы, и основные работы по монтажу трубопроводов начинаются на третьем году от начала строительства соответствующего энергоблока и продолжаются примерно 3–4 года. Закупки трубопроводной арматуры начинаются приблизительно с начала строительства (за два года до монтажа трубопроводов). Таким образом, предполагая, что при строительстве одного блока атомной станции используется ~30 тысяч еди-

⁴В соответствии с проектом при строительстве 7-го и 8-го блоков Тяньваньской АЭС, а также 3-го и 4-го блоков АЭС «Сюдайпу» российская сторона поставит ключевое оборудование ядерного острова для обоих блоков, прочее оборудование будет поставляться китайскими компаниями, в связи с чем объем требуемой арматуры из России мы приняли равным объему требуемой арматуры 2-го класса безопасности.

Таблица 3. Перечень инвестиционных проектов и план финансирования капитальных вложений по ним АО «Концерн Росэнергоатом»

Финансирование инвестиционных вложений с 2020 года в прогнозных ценах, млн. руб. (с НДС)	2020*	2021*	2022*	2023*	2024*	2025*
Всего по инвестиционной программе, в том числе:	84 654/103 452	85 966/123 463	106 614/120 031	127 439/92 314	78 746/82 862	67 212/нд
Технологическое присоединение (подключение), всего	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/нд
Реконструкция, всего	1 885/1 644	1 997/2 240	0/0	0/0	0/0	0/нд
Модернизация, техническое перевооружение, всего	34 943/39 264	31 798/35 987	42 595/49 523	28 840/30 960	24 397/27 624	26 765/нд
Инвестиционные проекты, реализация которых обуславливается схемами теплоснабжения, всего	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/нд
Новое строительство, всего	45 357/60 181	50 359/73 239	62 687/64 460	98 101/59 172	54 120/51 318	40 431/нд
Покупка земельных участков для целей реализации инвестиционных проектов, всего	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/нд
Прочие инвестиционные проекты, всего	2 468/2 363	1 812/11 997	1 331/6 049	498/2 182	229/3 921	17/нд
Строительство энергоблока №1 Курской АЭС-2, установленной мощностью 1200 МВт	25 055/16 928	26 320/48 185	36 579/45 781	68 671/39 749	30 583/28 662	22 057/нд
Строительство энергоблока №2 Курской АЭС-2, установленной мощностью 1200 МВт	9 020/9 045	12 269/16 857	26 001/18 679	29 430/19 423	23 536/22 655	18 373/нд
Строительство энергоблока №2 Ленинградской АЭС-2, установленной мощностью 1150 МВт	4 684/25 007	271/42	0/0	0/0	0/0	0/нд
Строительство энергоблока №3 Ленинградской АЭС-2, установленной мощностью 1150 МВт (Изыскательские работы)	50/172	0/798	0/0	0/0	0/0	0/нд
Строительство энергоблока №4 Ленинградской АЭС-2, установленной мощностью 1150 МВт (проектирование)	0/40	0/743	0/0	0/0	0/0	0/нд

*В числителе – утвержденный план, в знаменателе – скорректированный.

Источник: <https://minenergo.gov.ru/node/4224>

ниц трубопроводной арматуры, мы рассчитали потребность в трубопроводной арматуре на среднесрочную перспективу. На диаграмме (рис. 3) представлены предположительные объемы закупок трубопроводной арматуры для строящихся АЭС с учетом временного лага 2 года между проведением закупок и монтажом оборудования:

- предположительное количество трубопроводной арматуры для АЭС, по которым уже ведется строительство, и для



Рис. 3. Предполагаемая потребность в трубопроводной арматуре при строительстве АЭС⁵

⁵По планам Росатома, заявленным на настоящий момент.

проектов с высокой степенью вероятности выполнения – это приблизительная реалистичная оценка количества арматуры, которая будет закупаться для строительства новых энергоблоков;

- предположительное количество трубопроводной арматуры для тех АЭС, по которым строительство уже ведется – это минимальная оценка количества арматуры, которая будет закупаться для строительства новых энергоблоков.

Стоит отметить, что в настоящее время нет данных о каком-либо уменьшении объемов работ либо инвестиций компании, связанных с эпидемиологической ситуацией в мире в 2020 году, напротив, как показано ранее, Концерн «Росэнергоатом» скорректировал свою инвестиционную программу в сторону увеличения на 2021–22 годы.

Как следует из расчетов, уже в 2022 году ожидается заметный рост заявок на трубопроводную арматуру для строительства АЭС⁶.

⁶Детализация предполагаемых закупок Росатомом трубопроводной арматуры по количеству, типам и материальному исполнению приведена в полной версии отчёта.