

Особенности международного рынка строительства АЭС

УДК 339.5:621.039.5
ББК 65.428:31.4
М-300

Андрей Сергеевич МАРЧЕНКО,
*Международное агентство по атомной энергии (1400, Австрия,
г. Вена, Ваграмерштрассе, 5), Международный проект по инновацион-
ным ядерным реакторам и топливным циклам (ИНПРО) – стажер,
тел.: (+43-1)2600-0, Email: marchenkoas@bk.ru*

Аннотация

В данной статье представлены основные особенности атомной энергетики, влияющие на формирование и развитие международного рынка строительства атомных станций. Автором рассмотрены крупнейшие компании на рынке строительства атомных станций, являющиеся держателями ядерных технологий. Отдельно рассмотрено положение России на этом рынке в лице государственной корпорации «Росатом». Для дополнения картины рассмотрена международная статистика торговли реакторным оборудованием. Данная статистика позволяет выделить основных поставщиков реакторного оборудования и определить страны, в которых ведется сооружение атомных станций.

Ключевые слова: атомная энергетика, строительство АЭС, международная статистика торговли реакторным оборудованием, международный рынок строительства АЭС, Росатом.

Features of international nuclear power plant construction market

Andrei Sergeevich MARCHENKO,
*International Atomic Energy Agency, (1400, Austria, Vienna, Wagramer Strasse 5),
International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO) – intern,
phone: (+43-1)2600-0, Email: marchenkoas@bk.ru*

Abstract

The article presents the main features of nuclear power industry influencing the development and growth of international market for nuclear power plant construction. The author considers the largest companies on the market - holders of nuclear technologies. In particular, the role of Russia in the market represented by the state-owned corporation ROSATOM is considered. For a broader understanding, statistics on international trade in nuclear equipment are analyzed. The data allow to identify the leading suppliers of nuclear power plant equipment and countries where nuclear power plants are built.

Keywords: nuclear power, nuclear power plant construction, statistics on international trade in nuclear power plant equipment, international market for nuclear power plant construction, Rosatom.



Мировое потребление электроэнергии более чем двукратно увеличилось с 1990 года.¹ За этот же период, по данным Организации Объединенных Наций, численность населения нашей планеты увеличилась на 45%.² Таким образом, рост потребления электроэнергии обусловлен не только ростом населения, но и промышленным и технологическим развитием, темпы которого дают основание прогнозировать дальнейшее увеличение удельного потребления электроэнергии на душу населения. Удовлетворение растущих потребностей экономики в электричестве является одной из ключевых задач, выполнение которой обеспечит устойчивое развитие нашего мира. Для покрытия потребностей в электричестве используются различные, возобновляемые и невозобновляемые источники энергии с различным уровнем выбросов углекислого газа.

Более 60% первичной энергии в мире за 2018 год произведено углеводородными источниками энергии.³ Преобладание углеводородной энергетики обусловлено распространённостью ископаемого топлива, его невысокой стоимостью и сравнительно невысоким уровнем технологий, требуемых для генерации такого типа энергии. Углеводородная энергетика выбрасывает значительное количество парниковых газов в атмосферу, что является одной из причин глобального потепления. Снижение эффекта глобального потепления стало одним из важнейших вопросов, поднимаемых мировым сообществом в наши дни, для смягчения данного эффекта было принято решение об ограничении выбросов парниковых газов, что закреплено в Киотском протоколе (1997 г.) и Парижском соглашении (2016 г.). Реализация данных договоренностей будет воплощена, в том числе, в снижении доли углеводородной энергетики.

Покрытие новых потребностей в электроэнергии и замещение старых источников энергии осуществляется и будет осуществляться, в том числе за счет атомной генерации. Среди безуглеродных видов энергетики атомная энергетика является самой наукоемкой, компактной (по установленной номинальной мощности на единицу площади) и капиталоемкой. Большим преимуществом перед прочими безуглеродными источниками энергии является независимость от климатических и погодных условий.

Атомная энергетика имеет ряд особенностей, которые определяют свой путь ее развития и непосредственно влияют на закономерности и тенденции развития международного рынка строительства АЭС. В числе особенностей, имеющих наибольшую значимость, можно выделить следующие:

□ Высокий уровень технологий. Атомная станция – объект, при строительстве которого используются высокие технологии и многолетние наработки больших групп ученых и инженеров.

□ Высокий уровень общественной приемлемости. Атомная энергетика имеет высочайший порог общественной приемлемости. Например, некоторые европейские страны отказались от использования атомной энергии после проведения

общественного референдума. При этом интересно отметить, что среди стран, не приемлющих использование атомной энергетики, есть такие, которые одновременно считают использование атомной энергетики другими, иногда даже соседними странами, приемлемым. В то же время есть и такие, кто считает использование атомной энергии недопустимым в целом.

□ Высокая стоимость строительства АЭС. Стоимость сооружения одного энергоблока атомной станции по разным данным оценивается в 3-7 млрд долларов США, стоимость варьируется в зависимости от географического положения, условий местности, типа реактора, перечня систем безопасности и др.

□ Большие сроки строительства. Срок строительства одного энергоблока может достигать 5-10 лет. Это обусловлено высокотехнологичностью и масштабностью сооружения объекта. Сроки строительства наряду со стоимостью являются конкурентным фактором, за снижение которого борются инжиниринговые компании.

ВЕДУЩИЕ УЧАСТНИКИ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА СТРОИТЕЛЬСТВА АЭС

Совокупный эффект вышеперечисленных факторов сформировал высокий порог вхождения по различным критериям на международный рынок строительства АЭС, как следствие, количество компаний на этом рынке невелико. В строительстве атомной станции, как правило, принимает участие множество как крупных, так и небольших компаний. Компании, принимающие участие в строительстве АЭС, можно условно разделить на две группы – компании, не обладающие ядерными технологиями и компании, обладающие ядерными технологиями. В данном контексте под ядерными технологиями стоит понимать совокупность инженерных решений позволяющих использовать делящиеся материалы как безопасный источник энергии для генерации электричества. Компании первой группы выполняют работы, которые характерны не только для атомных электростанций, но и для прочих энергетических объектов и, как правило, принимают участие в строительстве в качестве субподрядчиков. Вторая группа более интересна к рассмотрению, так как включает в себя компании, которые являются держателями технологий. Эта группа представлена крупными компаниями, корпорациями или их подразделениями, зачастую являющимися государственными или имеющими государственное участие. Такие компании могут становиться генеральными подрядчиками как в одиночку, так и в составе консорциумов, при этом оставаясь незаменимым элементом. Обзор деятельности таких компаний позволит понять обстановку на мировом рынке строительства АЭС.

В случаях, когда компании являются полностью государственными, допустимо отождествлять компанию и страну принадлежности.



Франция является европейским лидером в области атомной энергетики. Доля атомной генерации на данный момент составляет более 70%.⁴ При этом на фоне европейских тенденций отказа от атомной энергетики Франция намерена лишь снижать долю атомной генерации, но не с целью отказаться от нее, а с целью диверсификации источников энергии, тем самым повышая надежность своей энергосистемы. До недавнего времени компанией, представляющей и воплощающей на международном рынке атомные технологии Франции, была компания Areva, которая вела деятельность не только в области строительства атомных станций, но и в прочих направлениях атомной отрасли. В 2015 году в ходе реструктуризации компании, была выделена и продана часть компании, ответственная за разработку и сооружение ядерных реакторов. После реструктуризации был произведен ребрендинг компании, которая получила название Orano и сосредоточилась на услугах ядерного топливного цикла. Подразделение компании, ответственное за строительство ядерных энергоблоков – Areva NP, было продано Électricité de France S.A. (EDF) и переименовано в Framatome, именно это название было у компании до вхождения в состав Areva. На данный момент владельцами Framatome являются Électricité de France (EDF) (75.5%), Mitsubishi Heavy Industries (19.5%), and Assystem (5%).⁵ Основным владельцем EDF – оператор различных источников энергии, включая ядерную, является полностью государственной компанией. Единственным проектом Framatome за последние 20 лет является European Pressurized Reactor (EPR) – кипящий водо-водяной реактор. Данный тип реактора относится к поколению 3+⁶. Этот проект представлен двумя эксплуатируемыми блоками на АЭС Тайшань в Китае, в ходе строительства находится 3 энергоблока – АЭС Фламавиль (Франция), АЭС Хикли-Поинт (Великбритания), АЭС Оликоуто (Финляндия). Причем строительство энергоблоков и во Франции и в Финляндии было начато раньше, чем в Китае, но на данный момент еще не окончено. Проблемы при реализации проекта в Финляндии стали причиной реструктуризации компании Areva: потребовались доработки систем безопасности на соответствие пост Фукусимским требованиям. Фактическая стоимость строительства была превышена более чем в два раза, что нанесло серьезный удар по репутации данного проекта и снизило его привлекательность для будущих заказчиков. При успешной реализации данного проекта во Франции он станет более привлекательным для потенциальных заказчиков.

Еще одна компания с мировым именем General Electric Hitachi, основанная в 2007 году соответствующими американской и японской компаниями, на данный момент не строит ни одного энергоблока, но имеет перспективные проекты, относящиеся к поколению реакторов 3+.

Компания Westinghouse, имеющая американское происхождение, в момент высоких темпов роста, еще до аварии на японской атомной станции «Фукусима», была куплена японской компанией Toshiba. В 2017 году компания начала процедуру банкротства, но затем была продана Brookfield Business Partners. Причиной

банкротства стали финансовые трудности в ходе реализации проекта по строительству АЭС Вогтль в США. Компания Westinghouse получила правительственный заем на завершение проекта, который к данному моменту еще не завершен. Westinghouse является разработчиком проекта водо-водяного реактора AP – 1000 поколения 3+. Причем, на данный момент имеется четыре референтных блока в Китае – АЭС Хайян и Саньмынь, которые стали вторым типом реактора поколения 3+, пущенным в эксплуатацию после российского ВВЭР-1200.

В Китае существует три государственных компании-корпорации в сфере атомных технологий: CNNC (China National Nuclear Corporation), CGNPC (China General Nuclear Power Group) и SNPTC (State Nuclear Power Technology Corporation Ltd). Каждая из компаний обладает своей специализацией, причем специализация данных компаний заключается не в различии их функций, а в различии технологий, которыми они обладают и над которыми работают. CNNC – компания, которая отвечает за развитие национальных проектов, а также владеет технологией тяжеловодного реактора CANDU-6. CGNPC – компания, отвечающая за внедрение и развитие французских ядерных технологий и реакторов. SNPTC – компания, которая отвечает за внедрение американских технологий, а также владеет технологией реакторов от Westinghouse. Одной из проблем экспорта китайских АЭС – это касается чисто китайских проектов реакторов – является отсутствие референтных энергоблоков, зарекомендовавших себя в надежной эксплуатации. Китай является обладателем технологий водо-водяного реактора AP-1000, но по условиям передачи технологии от компании Westinghouse, экспортировать реакторы на основе данного проекта Китай имеет право, только если их установленная мощность превышает 1350 МВт. Китай имеет проект с необходимой мощностью, но здесь возникает такая же проблема – отсутствие референтных блоков. Единственным экспортным проектом Китая является строительство АЭС в Пакистане.

Другой азиатской страной, набирающей потенциал на рынке строительства АЭС, является Южная Корея в лице компании КЕРСО (Korea Electric Power Corporation). Данная компания является акционерным обществом, акции которой принадлежат различным государственным субъектам, так что данную компанию также как и китайские, можно считать государственной. Деятельность КЕРСО включает в себя не только атомную энергетику, компания также занимается угольной и ветряной генерацией. Консорциум, включающий в себя такие компании, как Hyundai Engineering & Construction, Samsung, Doosan Heavy Industries и Westinghouse, во главе с КЕРСО в 2009 году выиграл тендер на сооружение АЭС из четырех энергоблоков в Объединенных Арабских Эмиратах. Стоит отметить, что это крупнейший экспортный проект в сфере атомного строительства в мире за последние десятилетия. Это первый опыт экспорта мирных атомных технологий для Южной Кореи, также Южная Корея заявляет о намерениях увеличить экспорт на рынке Арабского мира, Великобритании, Чехии, Румынии. В тендере также участвовали консорциумы Areva-Suez-Total и GE-Hitachi, которые являлись сильными



соперниками с большим опытом. При успешной реализации данного проекта Южная Корея получит репутацию полноценного игрока рынка строительства АЭС.

Канадская компания Candu Energy Inc на данный момент принадлежит крупной канадской инжиниринговой компании SNC-Lavalin, а в прошлом являлась дивизионом государственной корпорации AECL (Atomic Energy of Canada Limited). Эта компания занимается разработкой и поставкой тяжеловодных реакторов. Особенность данного типа реакторов является использования в качестве замедлителя тяжелой воды. Это ограничивает потенциал для экспорта данной технологии, так процесс производства тяжелой воды является энергозатратным и, соответственно, дорогостоящим. Реакторы данного типа распространены в Канаде, Китае и Индии, причем в Индии расположены собственные модификации данного типа реактора.

Если страна, не имеющая опыта обращения с атомными технологиями, развивает атомную энергетику в качестве страны-пользователя, существует не так много проектов, которые такая страна может выбрать. В случае, если заказчику необходимы современнейшие системы безопасности выбор становится только из реакторов поколения 3+, которое представлено проектами ВВЭР-1200 (Росатом), AP-1000 (Westinghouse) и EPR (Framatome). С учетом того, что жизненный цикл атомной станции составляет около 100 лет, сотрудничество страны-поставщика технологий и страны-пользователя технологиями имеет долгосрочный характер и, как правило, имеет политический подтекст.

Исходя из представленной выше информации можно охарактеризовать международный рынок строительства атомных станций следующими положениями:

□ В мире существует не больше десятка компаний, предлагающих свои услуги в проектировании и сооружении основной части атомной станции – ядерного острова, который включает в себя ядерную паропроизводящую установку, иначе ядерный реактор, и прочее оборудование первого контура. Данная часть является самой высокотехнологичной и уникальной, в отличие от других, например, турбины, использующейся и на других типах электростанций.

□ Большинство компаний либо имеет государственное участие, либо являются полностью государственными. Исторически развитие атомной энергетики было сосредоточено в государственных руках по причине тесной связанности с разработкой ядерного оружия и высокими расходами на исследования. Как следствие, после получения опыта по строительству АЭС в национальных рамках, государственные компании выходили на международный рынок, чтобы предложить атомную энергию другим странам.

Такие известные компании, как Areva, Westinghouse, GE-Hitachi, за последние десятилетия потеряли свои позиции, в то время как Китай и Южная Корея набирают опыт и репутацию, сооружая энергоблоки на своей территории и за рубежом. Но стоит отметить, что их проекты исторически имеют американские, французские, канадские корни, что тем или иным образом может вовлекать промышленные компании этих стран, а соответственно повышать их заинтересованность.

ПОЗИЦИИ РОССИИ НА РЫНКЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА АЭС

Российская атомная отрасль в мире представлена государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом». На экспорт поставляется два проекта реакторов – ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200 с различными модификациями. Проект ВВЭР-1000 сооружается в странах, где ранее были сооружены реакторы подобного типа, это обусловлено понятностью особенностей конструкции и эксплуатации для заказчика. Проект ВВЭР-1200 является наиболее современным российским проектом и относится к поколению 3+ и имеет референтные блоки на Нововоронежской АЭС. Российская атомная отрасль является лидером по количеству энергоблоков сооружаемым за рубежом, а также предлагает полный спектр услуг в течение жизненного цикла АЭС.

В таблице 1 представлен текущий портфель заказов госкорпорации «Росатом» с указанием страны строительства, количества энергоблоков и их типа.

Таблица 1

Текущий портфель заказов ГК «Росатом» на строительство АЭС за рубежом

<i>Проект</i>	<i>Страна строительства</i>	<i>Количество энергоблоков</i>	<i>Тип энергоблоков</i>
АЭС «Аккую»	Турция	4	ВВЭР-1200
Белорусская АЭС	Беларусь	2	ВВЭР-1200
АЭС «Эль-Дабаа»	Египет	4	ВВЭР-1200
АЭС «Куданкулам»	Индия	4 (2 – в эксплуатации, 2 – в стадии сооружения)	ВВЭР-1000
АЭС «Пакш-2»	Венгрия	2	ВВЭР-1200
АЭС «Руппур»	Бангладеш	2	ВВЭР-1200
АЭС «Тяньвань»	Китай	6 (4 - в эксплуатации, 2 – в стадии сооружения)	ВВЭР-1000 (4), ВВЭР-1200 (2)
АЭС «Ханхикиви-1»	Финляндия	1	ВВЭР-1200

Источник: составлено по данным официального сайта государственной корпорации «Росатом», Строящиеся АЭС [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.rosatom.ru/production/design/stroyashchiesya-aes/>, дата обращения 15.12.2019

Подавляющее большинство зарубежных проектов реализуется «под ключ», то есть за все работы (проектирование, сооружение, поставка оборудования) ответственна одна сторона – генеральный подрядчик. Строительство «под ключ» привлекательно для стран, которые являются новичками и не имеют опыта в эксплуатации и строительстве АЭС.



Строительство большинства выше представленных станций финансируется за счет межправительственных кредитов предоставленных российской стороной стране-заказчику. Тем не менее, существует новый для рынка строительства АЭС вид финансирования. Объекты сооружаются в государственно-частном партнерстве ВОО (строй-владей-эксплуатируй). При такой форме финансирования инвесторами строительства могут выступать страна-заказчик, страна-исполнитель или сторонние компании, не имеющие отношение к атомной отрасли. Инвесторы получают доход от продажи электричества со станции. Проекты ВОО сооружаются в Финляндии и Турции – АЭС «Ханхикиви» и АЭС «Аккую». Данная форма финансирования при строительстве АЭС впервые в мире применена российской атомной отраслью для строительства АЭС за рубежом. Если данная форма финансирования хорошо себя зарекомендует в будущем возможно более широкое ее применение при строительстве атомных станций.

Высокий уровень технологий, сооружение «под ключ», полный спектр услуг и различные формы финансирования стали причинами того, что российская атомная отрасль занимает значимое место на международном рынке строительства АЭС.

ДИНАМИКА МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ РЕАКТОРНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Для более полного анализа ситуации на мировом рынке сооружения атомных станций целесообразно выявить современные тенденции на основе данных международной статистики по развитию международной торговли реакторным оборудованием. Под реакторным оборудованием в данном контексте следует понимать оборудование, которое используется исключительно на атомных станциях. Реакторное оборудование, согласно Гармонизированной системе описания и кодирования товаров, входит в товарные субпозиции 840110 «Ядерные реакторы» и 840140 «Части ядерных реакторов». Совокупная импортная и экспортная статистика этих товарных субпозиций представлена в таблице 2 и таблице 3 соответственно. В таблицах представлены крупнейшие импортеры и экспортеры по данным с 2014 по 2018 гг., причем для каждого импортера указаны крупнейшие экспортеры, а для каждого импортера крупные экспортеры. Такой формат представления, по мнению автора, является наиболее наглядным и емким.

Таблица 2

Данные по мировому импорту товарных субпозиций 840110 и 840140,
тыс. долл. США

<i>Импортер</i>	<i>Экспортер</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
Весь мир		502 073	519 758	472 759	471 769	778 200
	Весь мир	139 059	101 045	171 164	86 839	16 174
Китай	Россия	47 141	54 537	97 136	49 744	8 354
	Франция	50 725	13 054	42 782	24 261	6 325
	США	13 670	15 238	16 612	8 437	204

Внешнеторговая деятельность

<i>Импортер</i>	<i>Экспортер</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
Иран	Весь мир	0	23	33	18 430	386 097
	Россия	0	23	33	18 430	385 378
ОАЭ	Весь мир	52 410	75 016	49 441	94 501	49 228
	США	5 067	21 904	23 314	19 398	35 968
	Южная Корея	47 322	53 113	26 127	75 080	13 259
Франция	Весь мир	17 734	51 454	60 194	75 644	71 053
	Китай	2 241	41 670	31 502	28 542	63 917
	США	5 115	5 591	4 965	4 901	1 019
	Германия	5 681	3 814	1 903	308	392
Пакистан	Весь мир	42 919	32 464	9 485	19 833	87 853
	Китай	42 916	32 384	9 485	19 833	87 707
США	Весь мир	40 772	28 753	35 303	35 247	23 151
	Южная Корея	25 150	25 619	7 766	7 281	0
	Канада	3 218	2 925	18 519	20 082	17 204

Источник: составлено по данным международной статистики ООН [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.intracsen.org/>, дата обращения 01.11.2019

Таблица 3

Данные по мировому экспорту товарных субпозиций 840110 и 840140,

тыс. долл. США

<i>Экспортер</i>	<i>Импортер</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
Весь мир		626 173	639 986	581 672	661 438	596 435
Россия	Весь мир	65 634	124 150	92 782	282 250	155 340
	Китай	56 356	105 211	58 799	29 156	8 957
	Белоруссия	0	12 270	13 846	103 359	76 302
	Индия	798	0	4 336	18 191	60 740
	Болгария	943	844	344	122 445	638
Китай	Весь мир	46 037	127 445	67 346	64 653	145 736
	Пакистан	39 643	32 694	18 891	36 866	80 078
	Франция	6 373	43 933	31 238	27 138	65 124
Южная Корея	Весь мир	124 235	122 452	84 247	65 269	4 383
	ОАЭ	96 444	63 926	73 371	61 450	1 390
	США	25 004	35 160	8 806	879	915
Япония	Весь мир	110 220	59 314	82 497	67 926	72 045
	США	52 226	24 761	25 744	21 816	25 377
	Китай	26 970	16 191	11 065	15 810	24 048
	Бельгия	1 425	975	35 557	23 846	13 112
США	Весь мир	38 001	48 391	68 235	19 195	64 641
	ОАЭ	21 732	599	30 170	1 608	35 891
	Южная Корея	62	4 926	23 636	745	4 160

Источник: составлено по данным международной статистики ООН [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.intracsen.org/>, дата обращения 01.11.2019



Торговая статистика коррелирует с фазами поставки оборудования в зарубежных проектах по строительству атомных станций и дает понимание о крупнейших изготовителях оборудования. Крупнейшими импортерами являются страны, на территории которых сооружаются атомные станции. Например, в Китае сооружается множество энергоблоков различных проектов, и оборудование, соответственно, поставляется из стран, на основе чьих проектов энергоблоки сооружаются. При этом Китай является крупным экспортером, по причине реализации проекта по строительству АЭС в Пакистане. В данном случае статистика не дает возможности исключить реэкспорт оборудования. Крупнейшими экспортерами являются страны, которые сооружают атомные станции – Россия, Южная Корея, или имеют развитую атомную промышленность – Германия, Япония. Можно отметить активное сотрудничество США и Южной Кореи по наличию взаимного импорта и экспорта. По торговой статистике можно выявить кооперации при строительстве станции. Например, сооружение АЭС в ОАЭ сопровождается поставками реакторного оборудования не только из Южной Кореи, но и из США. Данный факт обусловлен наличием американских корней у южнокорейского проекта в ОАЭ.

Постепенный отказ от использования углеводородного топлива приведет к повышению как доли возобновляемых источников энергии, так и атомной энергетики, которая лишена ряда недостатков, присущих возобновляемой энергетике, что в будущем обеспечит ей устойчивое место в мировой энергосистеме. Одним из фактором развития современной атомной энергетики является увеличение мощности энергоблоков для получения лучших экономических показателей – экономия на масштабе. При таком раскладе, для стран с небольшим потреблением электричества, сравнимым по порядку с мощностью одной АЭС, атомная энергетика становится неактуальной. Создание атомных станций небольших мощностей открывает новые возможности для развития экспорта, повысит привлекательность атомных энергетических технологий и как следствие поспособствует повышению доли атомной энергетики в мировой генерации.

ПРИМЕЧАНИЯ:

¹ The International Energy Agency - Statistics. International Energy Agency [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=Electricity%20final%20consumption>, дата обращения 05.12.2019

² United Nations Desa / Population Division – World Population Prospects 2019 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>, дата обращения 05.12.2019

³ BP Statistical Review of World Energy 2019 | 68th edition [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>, дата обращения 05.12.2019

⁴ International Atomic Energy Agency – Power Reactor Information System, Country Statistics, France [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>, дата обращения 05.12.2019

⁵ Official site of Framatome, About Us [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.framatome.com/EN/businessnews-94/framatome-designer-and-supplier-of-nuclear-steam-supply-system-and-nuclear-equipment-services-and-fuel-for-high-levels-of-safety-and-performance.html>

⁶ Поколение реакторной установки определяется уровнем и количеством активных и пассивных систем безопасности.

БИБЛИОГРАФИЯ:

Базы данных Организации объединенных наций International trade statistics [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: <https://www.trademap.org/> (Bazy dannyh Organizacii ob»edinennyh nacij International trade statistics)

Информационный портал «Атомная энергия 2.0», Путеводитель по атомному проекту Китая [Электронный ресурс] – URL: <http://www.atomic-energy.ru/SMI/2018/02/16/83422> (Informacionnyj portal «Atomnaya energiya 2.0», Putevoditel' po atomnomu proektu Kitaya)

Электронный портал журнала «Атомный эксперт», Ядерный оазис [Электронный ресурс] – URL <http://atomicexpert.com/page1097802.html> (Elektronnyj portal zhurnala «Atomnyj ekspert», Yadernyj oazis)

Электронный портал журнала «Атомный эксперт», AREVA: ее пример другим наука [Электронный ресурс] – URL – <http://atomicexpert.com/page719948.html> (Elektronnyj portal zhurnala «Atomnyj ekspert», AREVA: ee primer drugim nauka)

BP Statistical Review of World Energy 2019 | 68th edition [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>

United Nations Desa / Population Division – World Population Prospects 2019 [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

International Atomic Energy Agency – Power Reactor Information System, Country Statistics, France [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>

Official site of Framatome [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.framatome.com/EN/businessnews-94/framatome-designer-and-supplier-of-nuclear-steam-supply-system-and-nuclear-equipment-services-and-fuel-for-high-levels-of-safety-and-performance.html>

The International Energy Agency - Statistics. International Energy Agency [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20consumption&indicator=Electricity%20final%20consumption>

