

О. Ю. Бороздина¹

канд. техн. наук, доцент кафедры статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

И. И. Елисеева²

докт. экон. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. кафедрой статистики и эконометрики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

Кай Мертинс³

докт. техн. наук, профессор, директор отдела управления предприятиями Фраунхофер — Институт производственных и конструкторских решений (Берлин, Германия)

Ханс Риттингхаузен⁴

докт. техн. наук, профессор, менеджер по проектам Фраунхофер — Институт производственных и конструкторских решений (Берлин, Германия)

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ И ГЕРМАНИИ

Растущие потребности мировой экономики в энергии должны удовлетворяться экологически безопасными энергоресурсами. Аксиомой должно стать устойчивое, своевременное и экологически безопасное обеспечение экономики стран энергоресурсами.

Наша планета испытывает колоссальную антропогенную нагрузку, ухудшается среда обитания, растут онкологические заболевания. С каждым годом обостряется проблема изменения климата из-за выбросов вредных отходов производства и жизнедеятельности человека. Возрастающие мировые масштабы производства и потребления электроэнергии увеличивают нагрузку на биосферу, прежде всего из-за выбросов углекислого газа при производстве электроэнергии с использованием угля и газа.

Четверть века прошло с момента аварии на Чернобыльской АЭС на Украине. Это самая страшная радиационная катастрофа человечества в мирный период. Пострадало более 2,2 млн человек, из которых 255 тыс. — участники ликвидации последствий аварии. В атмосферу было выброшено 190 т радиоактивных веществ и загрязнено радионуклидами более 145 тыс. кв. км территории Украины, Белоруссии и России. Ущерб, нанесенный Белоруссии чернобыльской катастрофой, в расчете на 30-летний период преодоления ее последствий оценивается в 235 млрд долл. (Четверть века после чернобыльской катастрофы... Минск, 2011.)

¹ Эл. адрес: o_borozdina@rambler.ru

² Эл. адрес: irinaeliseeva@mail.ru

³ Эл. адрес: kai.mertins@ipk.fraunhofer.de

⁴ Эл. адрес: hans.rittinghausen-projekt@ipk.fraunhofer.de

Радиоактивная опасность заражения высока не только из-за причин, связанных с человеческим фактором (ошибки в управлении, отключение энергоснабжения, падение самолета, терроризм), но и из-за возможных форс-мажорных природных катастроф (землетрясение, наводнение, торнадо, ураганы, извержение вулкана и т. п.). Подтверждением этого явилась катастрофа на японской АЭС «Фукусима-1» в стране с высокоразвитой экономикой и передовыми технологиями. События в Японии повлияли на энергетическую политику многих стран мира. Планы по строительству новых АЭС стали более сдержанными.

Правительство РФ начиная с 1995 г. провело ряд масштабных реформ в атомной отрасли, что говорит о его пристальном внимании к ее развитию в России. В соответствии с Федеральным законом № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», утвержденным Президентом РФ 21 ноября 1995 г. (с изм. на 27 декабря 2009 г.), основные направления государственной политики в области использования атомной энергии определяет Президент Российской Федерации¹. Приоритетные направления, основные принципы и задачи государственной политики в сфере обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации изложены в Государственной доктрине «Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2010 года и дальнейшую перспективу»². Конкретные цели, задачи и пути их решения по инновационному развитию государственного атомного проекта отражены в следующих решениях Президента РФ и Правительства РФ:

- ФЦП «Развитие атомного энергопромышленного комплекса России на 2007—2010 годы и на перспективу до 2015 года»³;
- Программа деятельности ГК «Росатом» на долгосрочный период (2009—2015 гг.)⁴;
- Указ Президента РФ «О мерах по созданию ГК «Росатом»⁵;
- Энергетическая стратегия России на период до 2030 г.⁶;
- ФЦП «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010—2015 годов и на перспективу до 2020 года»⁷;
- Федеральный закон «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»⁸.

Последний из перечисленных документов был принят Государственной Думой 29 июня 2011 г., одобрен Советом Федерации 6 июля 2011 г. и подписан 13 июля Президентом РФ Д. А. Медведевым. Закон предусматривает, что РАО, содержащие ядерные материалы, могут находиться исключительно в федеральной собственности. Ответственность за вновь образованные РАО возлагается на организации, в результате деятельности которых образуются такие отходы. Они несут ответственность за безопасность при обращении с РАО до их передачи национальному оператору. Устанавливаются особенности ввоза (наложен запрет ввоза в Россию) и вывоза радиоактивных отходов.

¹ Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» // <http://docs.kodeks.ru/document/9014484>

² Государственная доктрина от 4 декабря 2003 г. № Пр-2194 // <http://www.fumc.ru/100.html>

³ Постановление Правительства РФ от 6 октября 2006 г. № 605 // <http://www.atomic-energy.ru/documents/9372>

⁴ Постановление Правительства РФ от 20 сентября 2008 г. № 705 // <http://www.mnogozakonov.ru/catalog/date/2008/09/20/45389/>

⁵ Указ Президента РФ от 20 марта 2008 г. № 369 // <http://base.garant.ru/193242/>

⁶ Постановление Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715-п // <http://www.minenergo.gov.ru/activity/energostrategy/>

⁷ Постановление Правительства РФ от 3 февраля 2010 г. № 50 // <http://www.referent.ru/1/179400?text=03.02.2010>

⁸ Федеральный закон от 11 июля 2011 г. № 190-ФЗ // <http://www.rg.ru/2011/07/15/othodi-dok.html>

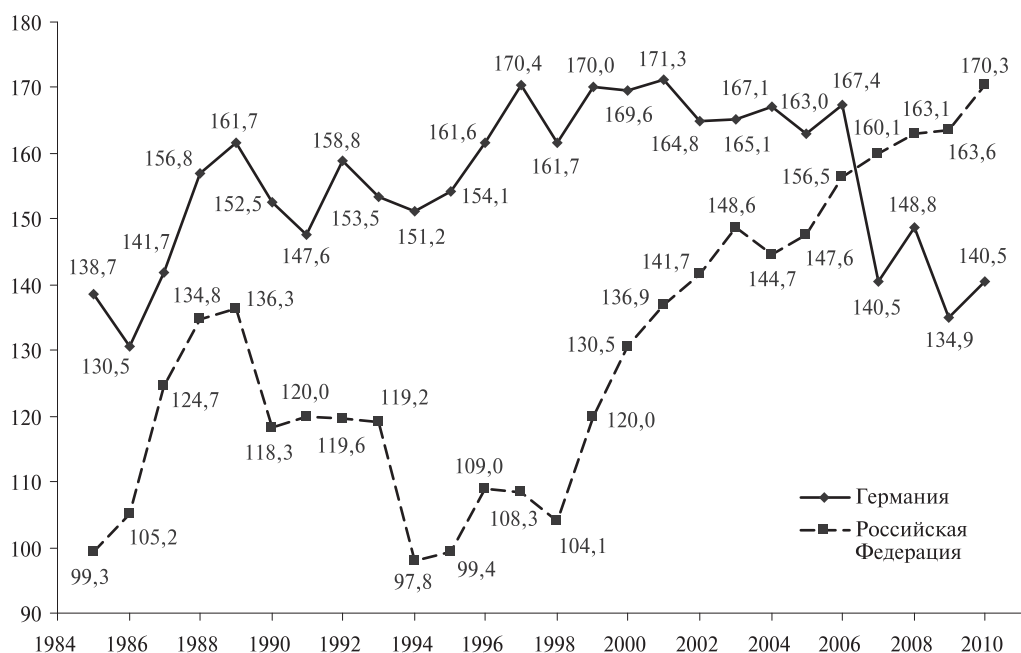


Рис. 1. Динамика производства атомной энергии в России и Германии за период 1985—2010 гг., ТВт·ч

Рассмотрим динамику производства атомной энергии в России и Германии за последние 26 лет (BP Statistical Review of World Energy, June 2011). Как показано на рис. 1, начиная с 1998 г. производство атомной энергии в России растет. Средний коэффициент роста за 1998—2010 гг. равен 1,042, т. е. средний темп прироста за этот период составил 4,2% в год.

Производство атомной энергии за рассматриваемый период в России и Германии составило 3379,9 ТВт·ч и 4044,1 ТВт·ч соответственно. Базисные темпы динамики за период 1985—2010 гг. равны 1,715 (71,5%) в России и 1,013 (1,3%) — в Германии, что свидетельствует об опережающей динамике атомной энергетики в России за этот период.

Таблица 1

Основные показатели функционирования электростанций России в 2011 г.

Показатель	Единица измерения	ТЭС	ГЭС	АЭС	Всего
Установленная мощность	МВт	149 283,6	44 596,2	24 266,0	218 145,8
Доля в общей структуре установленной мощности	%	68,4	20,4	11,2	—
КИУМ ¹	%	52,9	39,9	81,4	
Выработка электроэнергии в 2011 г.	млн кВт·ч	633 865,1	154 536,4	172528,2	960 929,7 ²
Темп роста 2011/2010 гг.	%	102,1	97,8	101,5	—
Доля в общей структуре выработки электроэнергии	%	62,2	15,2	16,9	—
Вводы в 2011 г.	МВт	7383,55	0,0	1000	8383,55

¹ КИУМ — коэффициент использования установленной мощности, %.

² Без учета электростанций промышленных предприятий, выработка электроэнергии которых составила 58445,6 млн кВт·ч (5,7%).

Основные показатели работы различных видов электростанций в 2011 г. представлены в табл. 1 (Отчет о функционировании ЕЭС России в 2011 году).

Общая установленная мощность Единой энергетической системы (ЕЭС) РФ на 1 января 2012 г. составила 218 145,8 МВт. Выработка электроэнергии в 2011 г. составила 1019,4 млрд кВт·ч, потребление электроэнергии — 1000,1 млрд кВт·ч (Отчет о функционировании ЕЭС России в 2011 году). В структуре установленной мощности преобладают тепловые электростанции — 68,4%, на гидравлические приходится 20,4%, на атомные — 11,2% энергетического потенциала.

Остановимся на рассмотрении современного использования атомных электростанций в России и планах по строительству новых энергоблоков на период до 2017 г. Прежде всего, хотелось бы обозначить мнение руководителей, в чьем подчинении находится атомная отрасль. Так, 8 июня 2011 г. на Форуме «АТОМ-ЭКСПО 2011» в Москве, генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Сергей Кириенко определил перспективы атомной энергетики следующим образом: «Форум подтвердил единодушное мнение о том, что альтернативы у атомной энергетики сегодня не существует, и атомная энергетика, безусловно, будет развиваться и дальше»¹. Госкорпорация «Росатом» на сегодняшний день является крупнейшей генерирующей компанией в России, обеспечивающей более 40% электроэнергии в европейской части страны. «Росатом» занимает лидирующее положение на мировом рынке ядерных технологий, занимая четвертое место в мире по генерации атомной электроэнергии, обеспечивая 40% мирового рынка услуг по обогащению урана и 17% рынка ядерного топлива. На 10 действующих атомных станциях России (Балаковская, Белоярская, Билибинская, Калининская, Кольская, Курская, Ленинградская, Нововоронежская, Ростовская, Смоленская) на сегодняшний момент эксплуатируются 33 блока, из них 17 реакторов с водой под давлением, 15 канальных кипящих реакторов и один реактор на быстрых нейтронах². В 2010 г. объем инвестиционной программы ОАО «Концерн Росэнергоатом», одобренной Правительством РФ, составил 163,3 млрд руб., объем средств, направленных на инвестиционную деятельность, — 150,3 млрд руб., в том числе за счет бюджетных инвестиций в форме имущественного взноса 53,2 млрд руб. На 2011 г. планировалось, что объем инвестиционной программы составит около 220 млрд руб., что на 34,7% больше плана 2010 г. (Строить качественно и в срок... июнь 2011. С. 5). В 2011 г. ОАО «Концерн Росэнергоатом» вело строительство 10 энергоблоков, из которых пять сооружалось «с нуля» и пять продолжали строить после длительного перерыва. Главной задачей 2011 г. являлось освоение мощности энергоблока № 4 Калининской АЭС, где сооружался водо-водяной корпусный реактор мощностью 1000 МВт.

Принятое решение о продлении сроков эксплуатации энергоблоков АЭС на срок больше 30 лет является спорным и вызывает вопросы у специалистов из Германии, поскольку оно экономически невыгодно и экологически опасно. Тем не менее в России на сегодняшний момент продлены сроки эксплуатации 12 энергоблоков.

Рассмотрим структуру вводов и выводов генерирующих мощностей на различных электростанциях России на период 2011—2017 гг., представленную на рис. 2 (Приказ Министерства энергетики РФ «Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на период 2011—2017 годы»).

К другим видам электростанций, выделенных на рис. 2 в сводную группу, относятся гидроэлектростанции и гидроаккумулирующие электростанции.

¹ <http://www.atomic-energy.ru/statements/2011/06/09/23251>

² <http://www.rosatom.ru/>

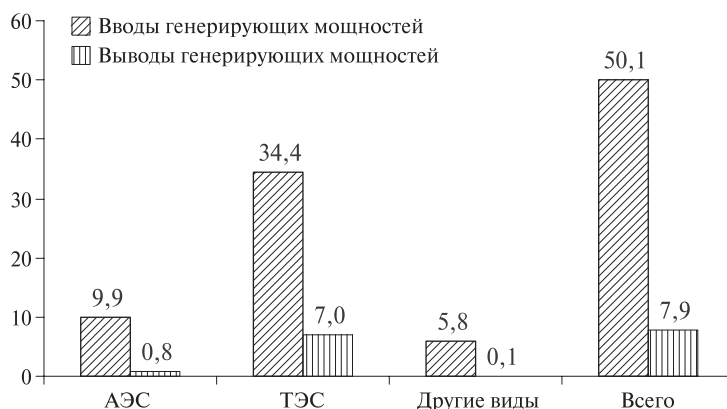


Рис. 2. Структура вводов и выводов генерирующих мощностей на различных электростанциях России за период 2011–2017 гг., ГВт

За семь лет в России планируется ввести в действие новые АЭС и ТЭС общей мощностью 9,9 ГВт и 34,4 ГВт соответственно.

Несмотря на негативный опыт Чернобыля, использованию возобновляемых источников энергии, в первую очередь энергии ветра, в России, на наш взгляд, не уделяется должного внимания. Правительство РФ и заинтересованные организации, делая ставку на развитие атомной энергетики как оптимального направления производства энергии, приводят ряд доказательств целесообразности использования ядерной энергии. Проанализируем эти аргументы и приведем наши контраргументы (табл. 2).

Для обоснования экономической невыгодности строительства АЭС и целесообразности использования ВЭС рассмотрим ряд показателей, приведенных в табл. 3–5. В табл. 3 содержатся результаты расчета производства электроэнергии в год с учетом уровня КИУМ.

В табл. 4 показаны потребность в установках и капитальных вложениях для производства 100 000 ГВт·ч электроэнергии в год.

Таблица 2

Аргументы и контраргументы развития атомной энергетики в России

Аргументы «за» развитие атомной энергетики	Контраргументы
Покрыть имеющийся дефицит генерирующих мощностей	Строительство АЭС экономически невыгодно (см. табл. 5)
Сохранение кислородного баланса	Целесообразнее использовать энергию ветра, так как CO ₂ -эмиссия при производстве энергии АЭС — 32 г/кВт·ч, а ВЭС — 24 г/кВт·ч (Харалд Хермингхаус, 2010)
Возможность повторного использования ядерного топлива	Экономически невыгодно, так как требуются дорогостоящие технологии
Высокая единичная мощность	Нужно только для больших городов с развитой промышленностью и инфраструктурой
Низкая себестоимость энергии, особенно тепловой	Большие затраты на выведение из эксплуатации реактора и захоронение РАО
Ослабление зависимости от углеводородов	Целесообразнее использовать ветряные электростанции (ВЭС)
Сбережение углеводородов для более эффективных способов использования	
Возможность размещения в регионах, бедных энергетическими ресурсами	

Таблица 3

Производство электроэнергии АЭС и ВЭС в год

Показатель	Единица измерения	Значение показателя для	
		ВЭС (одна установка)	АЭС (один реактор)
Мощность	ГВт	0,005	1,0
КИУМ	%	40	90
Производство электроэнергии в год	ГВт·ч	17,5	7884,0

Таблица 4

Расчет потребности в установках и капитальных вложениях

Показатель	Единица измерения	Значение показателя для	
		ВЭС	АЭС
Производство электроэнергии в год	ГВт·ч/год	100 000,0	100 000,0
Потребность в установках	шт/год	5707,8	12,7
Капитальные вложения	евро/кВт	1800,0	3437,0
	млрд евро/ГВт	1,800	3,4370
Общие капитальные вложения	млрд евро	57,1	43,6

Для сравнения экономической выгоды ВЭС и АЭС в табл. 5 представлены расчеты затрат с предположениями, что срок эксплуатации электростанций составит 25 лет.

Как видно из табл. 5, затраты на эксплуатацию атомных электростанций с учетом инвестиционных рисков в 2,1 раза больше, чем для ветровых установок.

Обобщая результаты совместной работы нашего авторского коллектива, подчеркнем, что проведенные нами расчеты подтверждают, что производство ядерной энергии не является экономически выгодным. Исходя из технических, экономических и экологических условий оптимизации производства энергии целесообразно постепенное прекращение производства ядерной энергии и использование энергии ветра (см. Елисеева, Бороздина, Мертинс, Риттингхаузен, 2011).

Экономические аспекты атомной энергетики России являются до сих пор закрытой информацией. Это затрудняет, а в некоторых случаях делает невозможным определить правильные подходы к оптимизации производства энергии с учетом экономических условий. В то же время технологические и экологические аспекты, вопросы безопасности атомной энергетики достаточно широко освещены как для научных кругов, так и общественности. Над этими проблемами в России работает большой штат ученых и производственных объединений.

Таблица 5

Затраты на эксплуатацию электростанций в течение 25 лет

Составляющая затрат	Доля инвестиционных расходов для			
	ВЭС		АЭС	
	%	млрд евро	%	млрд евро
Эксплуатационные и ремонтные работы	10	142,7	20	218,0
Вывод из эксплуатации	30	17,1	100	43,6
Инвестиции на покрытие рисков	0	0,0	50	152,6
Общие затраты	—	216,9	—	457,7

Обобщив опыт в области ядерной энергетики научных центров России, мы пришли к следующему выводу: дальнейшее увеличение доли атомной энергии в топливно-энергетическом комплексе требует новых нетрадиционных подходов в развитии технологий, что влечет за собой значительные материальные затраты. Подтвердим это компетентными источниками. Так, например, в отчете «Разработки и технологии РНЦ «Курчатовский институт»» отмечены следующие причины, тормозящие развитие атомной энергетики в России (Разработки и технологии РНЦ «Курчатовский институт», 2010, с. 8—9):

- наличие больших финансовых рисков, определяемых длительным инвестиционным циклом, высокими капитальными затратами, длительным жизненным циклом топлива;
- нерешенность ряда технических проблем (вывод из эксплуатации, переработка отработанного ядерного топлива, замыкание ядерного топливного цикла, обращение с радиоактивными отходами, окончательное захоронение);
- сохраняющееся противодействие развитию атомной энергетики со стороны определенной части общества и соответствующая этому недостаточная полнота институционального и технологического базиса развития атомной энергетики.

На протяжении 50 лет ядерная энергия использовалась и используется в коммерческих целях. Промышленность получала и получает прямые и косвенные субсидии. При этом правительство гарантирует издержки на утилизацию и удаление ядерных отходов. Но во всем мире эти проблемы до сих пор не могут быть решены и в связи с этим окончательные расходы не могут быть оценены. Поэтому цена на электроэнергию, выработанную на атомных электростанциях, не отвечает реальным издержкам за весь период использования и вывод из эксплуатации атомных электростанций.

Приведем для сравнения некоторые, на наш взгляд, показательные цифры. В США за последние 15 лет было произведено сопоставимое количество энергии с использованием атомных технологий и энергии ветра. Так, на АЭС за 15 лет произведено 2,6 млрд кВт·ч электроэнергии и 1,9 млрд кВт·ч электроэнергии за счет энергии ветра, последнее меньше в 1,4 раза (Mycle Schneider, Antony Froggatt, Steve Thomas).

В свою очередь, расходы на производство ядерной энергии были в 43,8 раза выше, чем на производство электроэнергии за счет энергии ветра. Затраты для ядерной энергетики за этот период составили 39,4 млрд долл., и всего 900 млн долл. составили затраты на ветроэнергетику. Исходя из этого сравнения, можно сделать вывод, что производство электроэнергии с использованием энергии ветра экономически выгодно, является устойчивым и экологически чистым.

Отметим один из самых важных аргументов в пользу ветроэнергетики. На ВЭС не может произойти, в силу ее устройства и используемого вида энергетического ресурса, технической аварии, хоть каким-то образом сравнимой с авариями на Саяно-Шушенской ГЭС, не говоря уже о Чернобыльской АЭС. Ветровая электростанция полностью автоматизирована, и на ней ведется контроль вибрации. Если вибрация возрастает выше нормы, то ВЭС немедленно останавливается.

Тщательное рассмотрение концепции использования энергии ветра в России (Елисеева, Бороздин, Мертинс, Риттингхаузен, 2011, с. 122—137), представленной нашим российско-германским коллективом, позволило сделать следующие выводы: спрос на энергию будет расти, что вызовет повышение выбросов углекислого газа в атмосферу при использовании традиционных источников энергии (бурого и каменного угля, нефти и газа); ветроэнергетический сектор бурно развивается в мире и имеет огромный потенциал в будущем; негативные воздействия от ветроустановок либо минимальны, либо отсутствуют; ветровые ре-

сурсы России имеют благоприятное распределение по всей территории страны; ветровые ресурсы России пригодны для промышленного освоения и широко-масштабного использования; отрасли топливно-энергетического комплекса России располагают необходимым кадровым, интеллектуальным, производственным и ресурсным потенциалом для реализации новых тенденций.

Противоположное отношение к атомной энергетике со стороны правительства и общественности мы наблюдаем в Германии. В марте 2011 г. после событий на японской АЭС «Фукусима-1» в Германии были выведены из эксплуатации семь АЭС сроком на три месяца. Позднее было принято решение не вводить эти электростанции в действие. Германский Бундестаг 30 июня 2011 г. утвердил Тринадцатый закон о внесении изменений в Закон об атомной энергии (Dreizehnten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes).

Из 17 действующих АЭС в Германии на сегодняшний день функционируют девять, которые в соответствии с Законом будут закрыты ступенчатым способом до 2023 г. (рис. 3).

Федеральным правительством Германии 6 июня 2011 г. была принята энергетическая стратегия «Путь к энергии будущего — безопасной, доступной и экологически чистой». Главной целью стратегии является увеличение доли производства электроэнергии из возобновляемых источников энергии с 17% до 35% к 2020 г. (Der Weg zur Energie der Zukunft — sicher, bezahlbar und umweltfreundlich. Eckpunkte für ein energiepolitisches Konzept). В рамках энергетической стратегии будет реализовываться специальная программа Offshore Windenergie для строительства первых 10 офшорных энергетических ветряных парков с объемом финансирования 5 млрд евро.

В табл. 6. приведена динамика за последние три года по 13 ведущим странам, в которых установлены и функционируют ветровые установки большой производительности (World Wind Energy Statistics, 2012).

Пять ведущих стран — Китай, США, Германия, Испания, Индия — вместе производят 73,8% глобальной энергии ветра. На конец 2011 г. в Германии функционирует 22 207 ветровых установок с общей установленной мощностью 29 075 МВт, которые выработали 50,7 ТВт·ч электроэнергии.

Начиная с 2000 г. установленная мощность мировой ветроэнергетической отрасли превосходит все прогнозы. Среднегодовой темп прироста за 2000—2011 гг. составил 27,0%, что характеризует устойчивое развитие за последнее десятилетие сравнительно новой отрасли электроэнергетики в мире. Программа развития ветроэнергетики, принятая Всемирным советом по ветроэнергетике в 1998 г.,

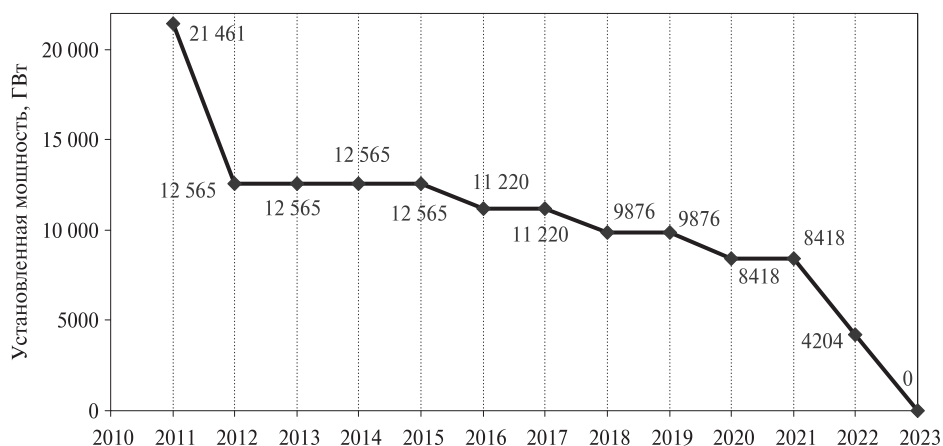


Рис. 3. Планы по установленной мощности АЭС в Германии на 2011—2023 гг.

Таблица 6

Установленная мощность ветровых установок в 13 ведущих странах

Страна	2011		2010		2009
	МВт	темп динамики (базисный), %	МВт	темп динамики (базисный), %	МВт
Китай	62 733	40,2	44 733	73,3	25 810
США	46 919	16,8	40 180	14,3	35 159
Германия	29 075	6,8	27 215	5,6	25 777
Испания	21 673	4,8	20 676	9,6	18 865
Индия	15 800	20,9	13 065	10,7	11 807
Италия	6747	16,4	5797	19,5	4850
Франция	6640	17,3	5660	23,7	4574
Великобритания	6018	15,7	5203	22,6	4245
Канада	5265	31,4	4008	20,8	3319
Португалия	4290	15,9	3702	10,3	3357
Дания	3927	3,3	3803	9,9	3460
Швеция	2816	37,2	2052	41,5	1450
Япония	2501	7,2	2334	12,0	2083
Остальные	24 200	33,0	18 201	21,3	15 010
Всего	238 604	21,3	196 629	23,1	159 766

предусматривает, что к 2020 г. доля ветроэнергетики в производстве электроэнергии должна составлять 10% (Программа Wind Force-10). В связи с ее успешным выполнением предусматривается достижение к 2020 г. уже не 10%, а 12%. И есть реальные основания полагать, что этот прогноз сбудется.

Можно полагать, что развитие ветроэнергетики в Европе представляет реальную угрозу снижения экспорта нефти и газа из России. В связи с этим было бы целесообразно нефтяным и газовым компаниям России участвовать в активном развитии ветроэнергетики. Такого рода диверсификация их деятельности могла бы компенсировать снижение объема экспорта.

По оценкам Американской ветроэнергетической ассоциации каждый мегаватт установленной мощности ветроустановок эквивалентен 2,5 человеко-годам непосредственно работающих на ВЭС (монтажники, эксплуатационный и обслуживающий персонал ВЭС) и около 8 человеко-годам, считая занятых в смежных отраслях промышленности: производство ВЭУ и комплектующих изделий; лопастей генераторов; электротехнических и электронных компонентов, а также широкого ассортимента других изделий (Безруких, Безруких, 2011, с. 34). Таким образом, ветровая электростанция мощностью 100 МВт обеспечит 250 человеко-лет непосредственно в энергетике и 800 человеко-лет общих рабочих мест, включая отрасли, сопутствующие развитию энергетики.

В заключение хотелось бы еще раз подчеркнуть следующее:

- не следует забывать о том, что производство ядерной энергии является технологией с непредсказуемыми экономическими и экологическими рисками для людей и окружающей среды;
- проблемы по обращению с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами должны быть решены в кратчайшие сроки и иметь экономическое обоснование;
- экономические аспекты атомной энергетики не должны быть закрытой информацией и должны широко обсуждаться учеными и общественностью.

Источники

Безруких П. П., Безруких П. П. (младший). Ветроэнергетика. Вымыслы и факты. Ответы на 100 вопросов. М., 2011. С. 74.

Елисеева И. И., Бороздина О. Ю., Кай Мертинс, Ханс Риттингхаузен. Концепция использования энергии ветра в России: тенденции, потенциалы и перспективы // *Финансы и бизнес.* 2011. № 2. С. 122—137.

Отчет о функционировании ЭЭС России в 2011 году. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.so-ups.ru/>

Приказ Министерства энергетики РФ от 29 августа 2011 г. № 380 «Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на период 2011—2017 годы». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock>

Разработки и технологии РНЦ «Курчатовский институт». М., 2010. С. 8—9. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.kiae.ru/posobie_web_rus.pdf

Строить качественно и в срок // *Росэнергоатом.* 2011. № 6. С. 5.

Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск, 2011. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.chernobyl.gov.by>

BP Statistical Review of World Energy June 2011. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bp.com/statisticalreview>

Der Weg zur Energie der Zukunft — sicher, bezahlbar und umweltfreundlich. Eckpunkte für ein energiepolitisches Konzept. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energiepolitik/energiekonzept.html>

Dreizehnten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes. Deutscher Bundestag. 17. Wahlperiode. Drucksache 17/6361. 29.06.2011. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/062/1706246.pdf>

Herminghaus H. CO₂-Vergleich bei der Stromerzeugung in Deutschland: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.co2-emissionen-vergleichen.de>

Schneider M., Froggatt A., Thomas S. Nuclear Power in a Post-Fukushima World. The world nuclear industry status report 2010—2011. Worldwatch Institute Mycle Schneider Consulting. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.worldwatch.org>

World Wind Energy Statistics, 2012. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.wwindea.org