

А. О. Бикташева, Ю. Т. Аширова, М. А. Коптелов, М. В. Березюк,  
*Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

The article deals with aspects of ecological safety of nuclear energy, issues of depletion of energy resources, advantages and disadvantages of nuclear energy.

Эксперты в области энергетики ожидают, что в XXI веке резко возрастет спрос на энергию, в особенности в развивающихся странах, где сегодня свыше миллиарда человек не имеют доступа к современным энергетическим услугам. Для удовлетворения глобального спроса на энергию потребуется на 75 % увеличить к 2050 г. первичное энергоснабжение [1].

Все острее встает проблема нехватки ископаемых энергоресурсов. Возможности строительства новых гидроэлектростанций тоже весьма ограничены. Энергетические установки, работающие на органическом топливе, являются главными источниками загрязнения воздуха.

Решением проблемы может стать активное развитие ядерной энергетики, одной из самых молодых и динамично развивающихся отраслей глобальной экономики. Атомные электростанции практически не производят выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в ходе своей эксплуатации. ГЭС, АЭС и ветряные энергоустановки входят в число источников самых низких объемов выбросов CO<sub>2</sub>, если учитывать выбросы в течение всего энергетического жизненного цикла.

Развитие ядерной энергетики на протяжении многих лет считается перспективным направлением во многих странах мира, что объясняется минимальным воздействием на окружающую среду и высокими запасами данного вида топлива. Сегодня в мире насчитывается 450 действующих энергоблоков. Большая часть энергоблоков эксплуатируется в США, Франции, Японии, России и Китае.

Несмотря на все преимущества атомной энергии, тенденции ее развития различны в зависимости от стран. Так, например, в Германии (на фоне

атомного кризиса в Японии) планируется полностью отказаться от АЭС к 2022 г. В Швейцарии все блоки будут останавливаться по мере выработки их ресурса, предположительно, к 2034 г. США, Великобритания, Россия, Китай, Франция продолжили политику развития атомной энергетики. В Германии, Франции, Японии и США выведены из эксплуатации атомные станции. В Китае, Корее и России наблюдается положительная тенденция.

Согласно прогнозам Международного агентства по атомной энергии [2], составленным в 2015 г., общемировые мощности ядерной энергетики при высоком сценарии вырастут за 15 лет, что составит приблизительно 70 % к текущему уровню мощности. При низком сценарии ядерно-энергетические мощности в 2030 г.у останутся примерно на нынешнем уровне.

Прогнозы роста общемировых мощностей атомной энергетики представлены на рис. 1 [3].

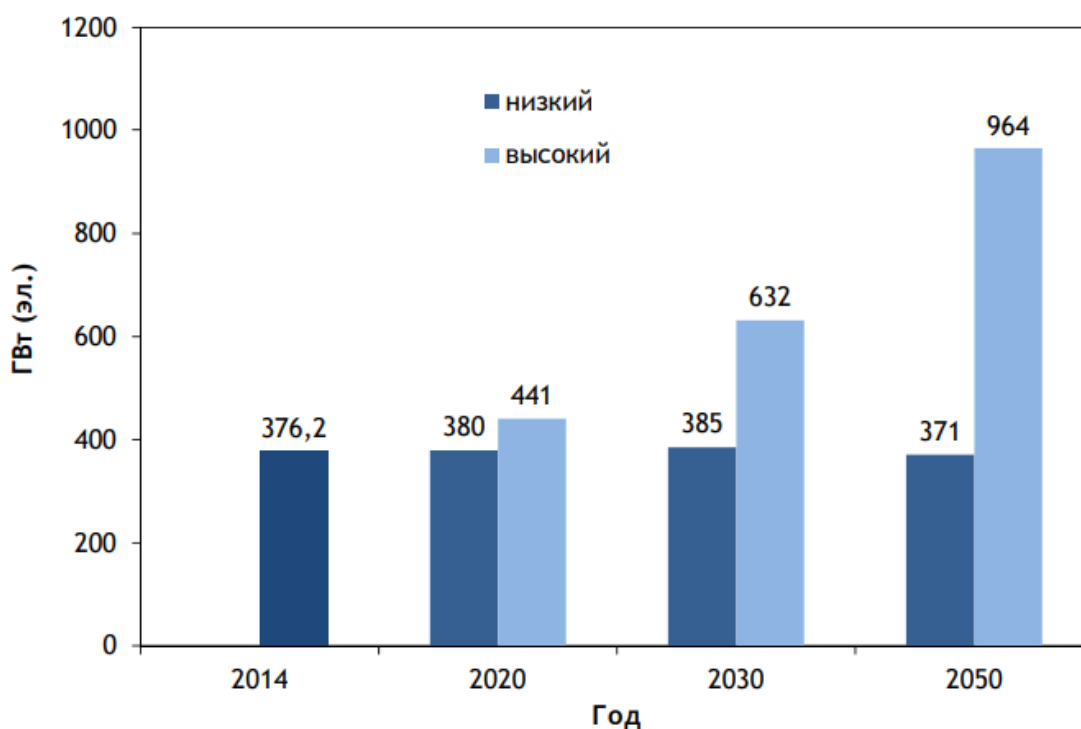


Рис. 1. Прогнозы роста общемировых мощностей атомной энергетики

Таким образом, в условиях декарбонизации мировой энергетики, доминирующими источниками при генерации электрической энергии будут

возобновляемые энергетические ресурсы (преимущественно энергия солнца и ветра) и атомная энергетика.

На данный момент в России 10 действующих АЭС, эксплуатируется 35 энергоблоков общей мощностью 27 914,30 МВт, из них 19 реакторов с водой под давлением – 12 ВВЭР-1000 (11 блоков 1000 МВт и 1 блок 1100 МВт), 1 ВВЭР-1200 (1200 МВт), 5 ВВЭР-440 (4 блока 440 МВт и 1 блок 417 МВт); 15 канальных кипящих реакторов – 11 РБМК-1000 (1000 МВт каждый) и 4 ЭГП-6 (12 МВт каждый); 2 реактора на быстрых нейтронах – БН-600 (600 МВт) и БН-800 (880 МВт) [4].

В Свердловской области расположено несколько крупных поставщиков электроэнергии. В их числе три ГРЭС (Рефтинская, Среднеуральская и Нижнетурунская), четыре ТЭЦ (Академическая, Ново-Свердловская, Первоуральская, Свердловская) и одна АЭС (Белоярская).

Процентное соотношение производственных мощностей электростанции в общем объеме Свердловской области представлено на рисунке 2.

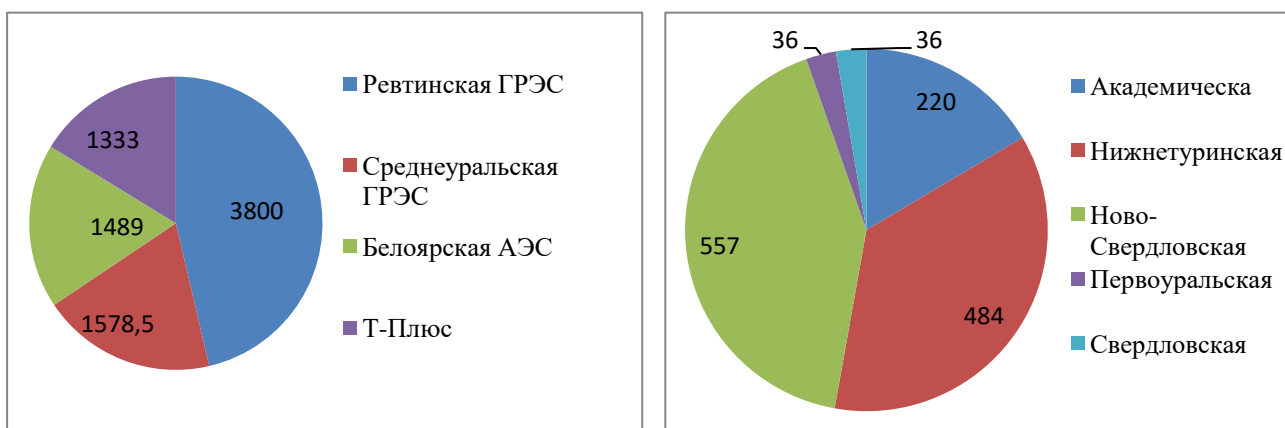


Рис. 2. Производственная мощность крупных электростанций Свердловской обл. в 2016 г., МВт

На долю Рефтинской ГРЭС приходится почти 50 % всех мощностей, Белоярской АЭС – около 18 %.

По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды Свердловской области» [5] доля БАЭС в валовом объеме выбросов ЗВ в атмосферный воздух, сбросах ЗВ в водные объекты составляет сотые доли

процента. Крупнейшим загрязнителем на территории Свердловской области является Рефтинская ГРЭС.

На рисунке 3 представлено сравнение удельных масс выбросов, сбросов и образования отходов, приходящихся на 1 МВт вырабатываемой энергии, Рефтинской ГРЭС и Белоярской АЭС. Из чего видно, что воздействие, оказываемое атомной станцией является минимальным, что подтверждает тезис об их экологичности.

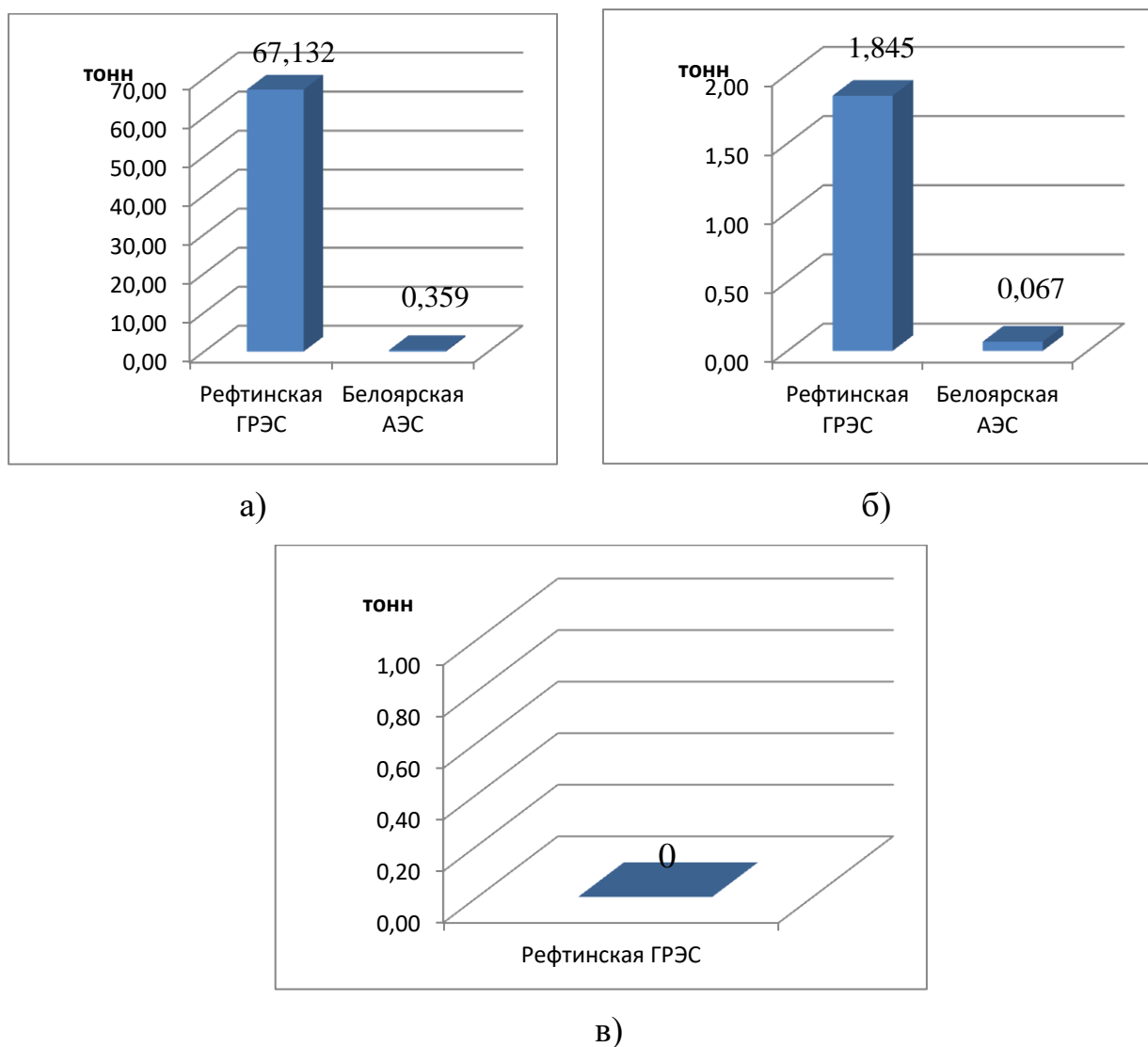


Рис. 3. Сравнение удельных масс выбросов, сбросов и образования отходов в тоннах, приходящихся на 1 МВт вырабатываемой энергии на Рефтинской ГРЭС и Белоярской АЭС: а) для выбросов; б) для сбросов; в) для отходов

И так, основными видами нерadiационного воздействия БАЭС на окружающую среду являются: тепловое воздействие, сбросы вредных веществ в водные объекты, выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух и размещение отходов на промышленной площадке.

Доля БАЭС в валовом объеме выбросов ЗВ в атмосферный воздух, сбросах ЗВ в водные объекты составляет сотые доли процента. Основными источниками выбросов (более 98 % выбросов от всех источников АЭС) являются котельные, работающие на мазуте [6].

Особое опасение со времен аварии на Чернобыльской АЭС вызывает возможность аварийных ситуаций. Авария на Фукусиме подвигла правительства многих стран свернуть свои атомные программы. Однако стоит отметить, что большинство аварий обусловлено человеческим фактором, и что по данным Всемирной организации здравоохранения на добычу одного тераватта атомной энергии приходится 0,04 человеческой жертвы (включая жертв последствий аварии), для солнечной энергии этот показатель равен 0,44, а для ветряной энергии составляет 0,15 человека. Но самым опасным источником энергии являются угольные электростанции (161 человек). На нефтяных и газовых электростанциях – соответственно, 32 и 4 человека.

Стоит заметить, что во всём мире на АЭС постоянно проводятся работы по повышению безопасности, которые учитывают уроки аварии на АЭС «Фукусима-дайти», а также включают повышение эффективности глубокоэшелонированной защиты; укрепление потенциала аварийной готовности и реагирования; поддержание и активизацию работы по наращиванию потенциала; защиту населения и окружающей среды от ионизирующих излучений. Базовым элементом по укреплению инфраструктуры ядерной безопасности, проводимой государствами и другими соответствующими организациями (в частности, Всемирная ядерная ассоциация, Международное ядерное агентство, Европейская организация по ядерным исследованиям, Агентство по ядерной энергии и др.), является План действий МАГАТЭ по ядерной безопасности [7].

В то же время, АЭС Российской Федерации эксплуатируются надежно и безопасно, что подтверждается результатами регулярных проверок как независимых органов (Ростехнадзор), так и международных организаций (ВАО АЭС и др.). За последние 15 лет на российских АЭС не зафиксировано ни одного серьезного нарушения безопасности, классифицируемого выше первого уровня по Международной шкале *INES* [8].

На единственной АЭС Свердловской области – Белоярской за 15 лет крупных аварий не было, 4 раза она была признана лучшей АЭС России (последний раз в 2001 г.).

Безопасность АЭС России обеспечивается такими факторами, как принцип самозащиты реакторной установки, наличие нескольких барьеров безопасности и многократное дублирование каналов безопасности, применение активных (требующих вмешательства человека и наличия источника энергоснабжения) и пассивных (не требующих вмешательства оператора и источника энергии) систем безопасности.

Кроме того, согласно докладу *BP Statistical Review of World Energy 2016* [9] на фоне запасов традиционных ресурсов, запасы  $U^{238}$ , который используется для работы реакторов на быстрых нейтронах, выглядят очень оптимистично. В то время как запасов  $U^{235}$  осталось реально мало (таблица).

Таблица

Мировые запасы энергетических ресурсов

Природные ресурсы	Краткая характеристика состояния, запасов, степени и перспектив использования
Нефть	Запасы – 270–300 млрд т нефтяного эквивалента. Ежегодный расход – свыше 3,5 млрд т. Перспективны на ближайшие 30–50 лет.
Природный газ	Запасы – 279 млрд т. Ежегодный расход – 2400 млрд м <sup>3</sup> . Перспективны на ближайшие 30–60 лет.
Уголь	Запасы – 10 трлн т. Ежегодный расход – около 5 млрд т. Перспективны на 200 и более лет.
Уран $U^{238}$	Разведанные мировые запасы – 5,4 млн тонн. Ежегодный расход – 67 тыс. тонн. Перспективны на 700 и более лет.

Таким образом, атомная энергетика является одной из самых динамично развивающихся отраслей современной экономики. К основным преимуществам атомных станций, по сравнению со станциями другого типа, относятся их безопасность и минимальное воздействие на окружающую среду. Ядерная энергетика положительно решает многие экологические проблемы. При истощении запасов органического топлива использование ядерного топлива – пока единственно реальный путь надежного обеспечения человечества необходимой ему энергией, менее опасный для здоровья человека и окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Роль ядерной энергии в смягчении последствий изменения климата и загрязнения воздуха. [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-1/54104710506\\_ru.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull54-1/54104710506_ru.pdf) (дата обращения 01.11.2017).
2. Официальный сайт IAEA International Atomic Energy Agency <https://www.iaea.org/> [Электронный ресурс] – URL: <https://www.iaea.org/> (дата обращения 01.11.2017).
3. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 // IAEA Reference Data Series. – 2015, № 1.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=2118> (дата обращения 01.11.2017).
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Свердловской области в 2016 году» [Электронный ресурс]. – URL: <http://mprso.midural.ru/uploads/ekologiya-pravki-2009--gotovo.pdf> (дата обращения 01.11.2017).
6. Ташлыков, О. Л. Экологическое прогнозирование в ядерной энергетике XXI века / Ташлыков О. Л., Щеклеин С. Е. // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2015, (8–9). – С. 50–57.

7. Сердюкова, А. Ф. Будущее ядерной энергетики / А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабанщиков // Молодой ученый. – 2016, № 28. – С. 342–346. [Электронный ресурс]. – URL: <https://moluch.ru/archive/132/36749/> (дата обращения 01.11.2017).

8. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rosatom.ru/> (дата обращения 05.11.2017).

9. BP Global Statistical Review of World Energy, 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bp.com> (дата обращения 01.11.2017).