

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
112-1
17-23 ноября 2023 года**

УДК 620.9

М.Ю. НАГОРНЮК, Д.О. МАЕР, студенты гр. 10604119 (БНТУ)
Научный руководитель С.А. КАЧАН, к. т. н., доцент (БНТУ)
г. Минск

**К ВОПРОСУ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Освоение и использование энергии сыграло решающую роль в техническом прогрессе человеческой цивилизации, который происходит в течение нескольких последних столетий. В декларации ООН отмечается: «Энергия играет центральную роль почти во всех серьезных проблемах и возможностях, с которыми сегодня сталкивается мир» [1]. Использование энергии приносит человечеству огромную пользу, однако имеет и негативные последствия.

Производство энергии может оказывать негативное воздействие на здоровье человека и состояние окружающей среды тремя путями.

Первое – это загрязнение воздуха, в результате которого ежегодно преждевременно умирают миллионы людей. Сжигание ископаемого топлива и биомассы – древесины, навоза и древесного угля – является причиной большинства этих смертей.

Второе – это несчастные случаи: аварии, которые происходят при добыче топлива – угля, урана, редких металлов, нефти и газа, а также аварии, происходящие при транспортировке сырья, строительстве и эксплуатации электростанций.

Третье – это выбросы парниковых газов, поскольку сжигание ископаемого (органического) топливо является основной причиной изменения климата.

В 2020 году 91 % глобальных выбросов CO₂ приходилось на ископаемое топливо и промышленность [1].

Ни один источник энергии не является полностью безопасным. Все они оказывают воздействие на здоровье человека в краткосрочной перспективе: либо из-за загрязнения воздуха, либо из-за несчастных случаев. И все они имеют долгосрочные последствия, способствуя изменению климата.

При этом вклад каждого из источников энергии сильно различается. Ископаемые виды топлива являются одновременно самыми экологически грязными и опасными в краткосрочной перспективе, а также выделяют

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

112-2

17-23 ноября 2023 года

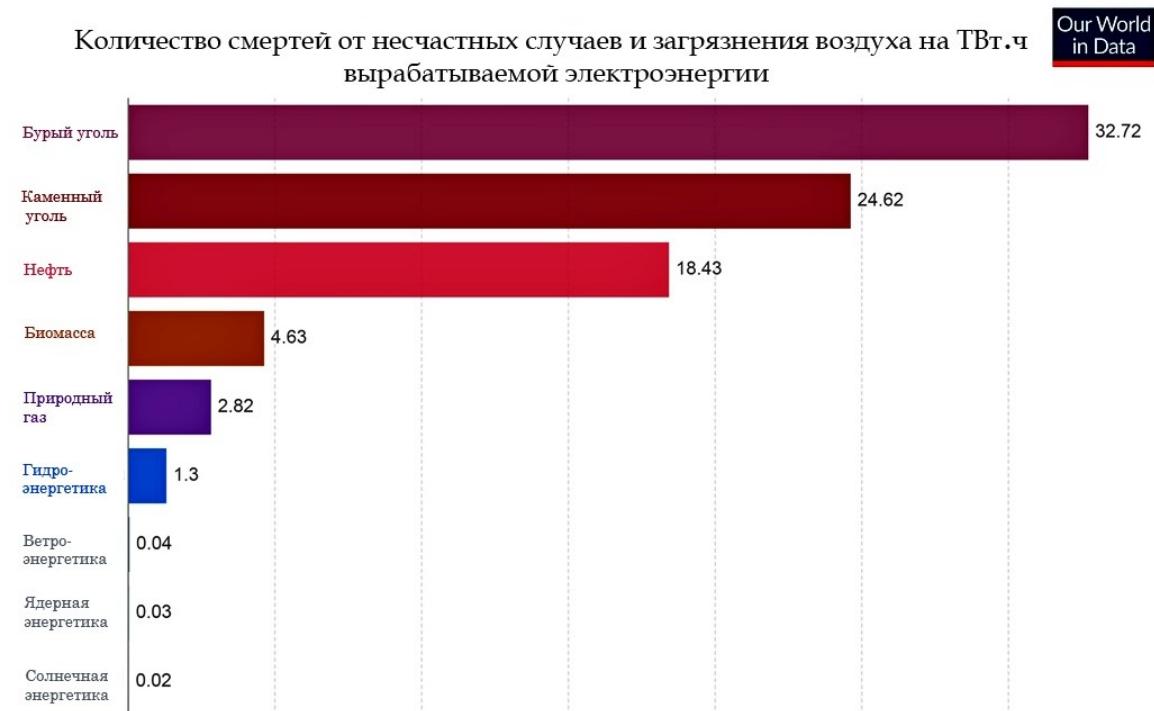
больше всего парниковых газов на единицу энергии. Низкоуглеродные источники энергии же являются самыми безопасными.

Прежде чем рассмотрим долгосрочные последствия изменения климата, посмотрим, как каждый источник влияет на краткосрочные риски для здоровья человека.

Для адекватного сравнения, нельзя просто посмотреть на общее количество смертей от каждого энергоисточника, поскольку ископаемые виды топлива по-прежнему доминируют в глобальном балансе производства электроэнергии, поэтому ожидаемо, что они будут способствовать смерти большего количества человек.

С учетом этого сравним энергоисточники на основе предполагаемого количества смертей, которые они вызывают на единицу производимой электроэнергии, измеряемой в тераватт-часах. Отметим, что 1 ТВт·ч примерно равен годовому потреблению электроэнергии 150 тысячью граждан Европейского Союза. При оценке также учтем случаи смерти от загрязнения воздуха и несчастные случаи в цепочке выработки-поставки электроэнергии.

Результаты сравнения приведены на рисунке 1 [1].



Source: Markandya & Wilkinson (2007); Sovacool et al. (2016); UNSCEAR (2008; & 2018)
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Рис. 1. Уровень смертности от вырабатываемой электроэнергии [1]

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
112-3
17-23 ноября 2023 года**

Приведенная в [1] оценка для ископаемых видов топлива, вероятно, занижена, поскольку основана на показателях европейских электростанций, на которых загрязнение хорошо контролируется.

На представление о безопасности атомной энергетики сильно повлияли две аварии: на Чернобыльской АЭС в Украине (СССР) в 1986 году и на АЭС Фукусима в Японии в 2011 году. Это были трагические события. Однако по сравнению с миллионами людей, которые ежегодно умирают от ископаемого топлива, окончательное число погибших сравнительно низкое [2].

Крупномасштабная авария также повлияла на оценку опасности гидроэнергетики. Здесь уровень смертности составляет 1,3 смерти на ТВт·ч и почти полностью определяется прорывом плотины Баньцяо в Китае в 1975 году, приведшим к гибели около 171 000 человек. В остальном гидроэнергетика весьма безопасна: уровень смертности составляет около 0,04 смертей на ТВт·ч, что сравнимо с атомной, солнечной и ветровой энергетикой.

Как видно, ископаемое топливо и биомасса убивают гораздо больше людей, чем ядерные и современные возобновляемые источники энергии на единицу производимой электроэнергии. Уголь, безусловно, самый грязный и опасный энергоисточник.

Например, переход к ядерной энергии приведет к снижению смертности на 99,9% по сравнению с бурым углем; на 99,8% по сравнению с каменным углем; на 99,7% по сравнению с нефтью; и на 97,6% по сравнению с газом [1]. Ветер и солнечная энергия примерно столь же безопасны.

Самые безопасные источники энергии также являются также самыми экологически чистыми, как показано на рисунке 2.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

112-4 17-23 ноября 2023 года



Рис. 2. Сравнительная характеристика энергоисточников

На рисунке 2 в левой части показаны показатели смертности от несчастных случаев и загрязнения воздуха, рассмотренные выше. Справа показано количество парниковых газов, выбрасываемых на единицу произведенной электроэнергии. Это выбросы не только от сжигания топлива, но и от добычи полезных ископаемых, их транспортировки, а также технического обслуживания электростанции в течение их срока службы.

Как видно, уголь является самым грязным топливом. При его использовании выделяется гораздо больше парниковых газов, чем от других источников. Нефть и газ также намного хуже, чем ядерные и возобновляемые источники энергии, но в меньшей степени, чем уголь.

В заключение отметим, что в мировом энергобалансе по-прежнему преобладают ископаемые виды топлива: на уголь, нефть и газ приходится около 60%. Для того, чтобы остановить изменение климата, необходимо перейти к ядерным и возобновляемым источникам энергии. В качестве побочного эффекта также снизится смертность от несчастных случаев и загрязнения воздуха.

При этом, с точки зрения, как здоровья человека, так и изменения климата не так важно, произойдет ли переход на ядерную энергию или возобновляемые источники энергии, а важно, чтобы человечество перестало полагаться на ископаемое топливо [1].

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

112-5

17-23 ноября 2023 года

Список литературы:

1. Ritchie, H. What are the safest and cleanest sources of energy? [Электронный ресурс]: Our World in Data. – February 10, 2020. – Режим доступа: <https://ourworldindata.org/safest-sources-of-energy>
2. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. General Assembly Official Records, Sixty-eighth session, Supplement No. 46. New York: United Nations, Sixtieth session, May 27 – 31, 2013.

Информация об авторах:

Нагорнюк Марина Юрьевна, гр. 10604119, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Маер Денис Олегович, гр. 10604119, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, tes@bntu.by

Качан Светлана Аркадьевна, к.т.н., доцент, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, д. 65, kachan@bntu.by