

**УДК 621.316**

РЕУТОВ Д.А., студент гр. ЭРб-231, III курс (КузГТУ)  
Научный руководитель ДОЛГОПОЛ Т.Л., старший преподаватель  
кафедры ЭГПП (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ**

Современный мир не может существовать без использования электро-энергии, что обуславливает повсеместное распространение электроэнергетического оборудования. Оно требуется всем — от генерирующих электростанций до потребителей электроэнергии. Целью данной работы является комплексное исследование влияния ключевых элементов электроэнергетической системы на экологическую обстановку и организация мероприятий по его минимизации.

Источники энергии можно поделить на две большие группы: «невозобновляемые» и «возобновляемые». Так как их влияние на окружающую среду разнится, произведем их сравнение по критерию экологичности.

Невозобновляемые источники энергии — это природные запасы веществ и материалов, которые могут быть использованы человеком для производства энергии. К ним относятся нефть, уголь и природный газ. Их главными преимуществами являются высокая энергоемкость и хорошо отлаженная инфраструктура. Основной недостаток невозобновляемых источников заключается в том, что при их сжигании в атмосферу выбрасываются гигантские объемы парниковых газов, в основном  $\text{CO}_2$ , что является основной причиной изменения климата. Кроме того, происходит еще и загрязнение воздуха твердыми частицами; к тому же при добыче и транспортировке таких источников возникают смог, кислотные дожди и даже целые экологические катастрофы. Сюда же можно отнести и атомную энергетику. Она, с одной стороны, не производит парниковых выбросов в процессе выработки электрической энергии, что является ее огромным плюсом. С другой стороны, она порождает проблему долгосрочного хранения радиоактивных отходов, которые опасны тысячи лет, а также с ней связан риск масштабных аварий — пусть и крайне низкий, но всегда присутствующий.

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) — это энергия из природных ресурсов, которые являются возобновляемыми в течение короткого периода времени и неисчерпаемыми по меркам человеческой цивилизации. Также такую энергетику называют «зеленой». Самые быстроразвивающиеся из ВИЭ — это солнечная и ветровая энергия. Они практически не загрязняют окружающую среду в процессе генерации электроэнергии. Их главный недостаток за-

ключается в зависимости выработки электроэнергии от погоды и времени суток. Это создает сложности в отношении стабильности энергосистемы по обеспечению балансов мощности.

Гидроэнергетика — это старый и проверенный источник «чистой» энергии. Однако крупные ГЭС оказывают негативное влияние на природные ресурсы: затапливаются огромные территории, разрушаются местные экосистемы, меняются режимы рек, что препятствует миграции рыб.

Так какой источник энергии самый экологичный? Если смотреть по выбросам  $\text{CO}_2$  и влиянию на климат, то безусловные лидеры — солнце и ветер. Но если рассмотреть данный вопрос более глубоко и детально, то производство солнечных панелей — процесс довольно химически грязный, а ветряки создают шум и представляют опасность для птиц. Гидроэнергетика не производит выбросов  $\text{CO}_2$ , но наносит колоссальный ущерб ландшафту. Атомная энергия чиста в плане выбросов, но создает проблемы хранения отходов и связанные с этим определенные риски.

Таким образом, на сегодняшний день мир находится в состоянии энергетического перехода. Мы все еще сильно зависим от невозобновляемых источников энергии, то есть ископаемого топлива, но доля «зеленых» источников неуклонно растет. Идеального источника энергии на данный момент не существует, поэтому будущее, скорее всего, представляется неким «энергомиксом», где разные ВИЭ дополняют друг друга, а атомная энергия и, возможно, современные и более чистые газовые станции будут играть роль стабилизирующей основы. Последнее продлится до тех пор, пока технологии хранения энергии не станут достаточно дешевыми и эффективными, чтобы полностью перейти на использование энергии солнца и ветра. На рис. 1 приведено соотношение источников энергии на сегодняшний день.

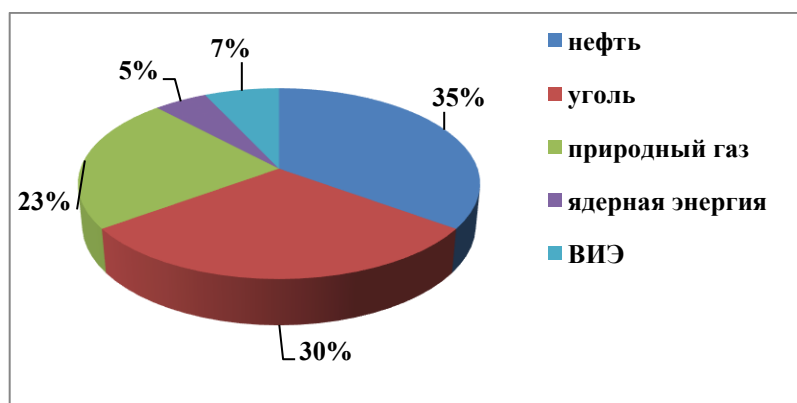


Рисунок 1. Соотношение источников энергии

Из диаграммы видно, что основными источниками электроэнергии являются невозобновляемые. Но их оставшиеся в мире запасы не бесконечны, и поэтому уже сейчас стоит задумываться о постепенном переходе к возобновляемым источникам энергии. Быстро такой переход осуществить не получится,

т.к. электроэнергии от солнечных батарей и ветряных станций не будет хватать, так что человечеству все равно придется прибегать к использованию АЭС, которые не производят выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Рассмотрим влияние на экологическую обстановку такого вида электрооборудования, как силовые трансформаторы. Главная связанная с ними экологическая угроза — это загрязнение почвы и грунтовых вод в случае утечек или аварийных ситуаций с масляными трансформаторами. Сухие трансформаторы более экологичны и безопасны, но имеют самый главный недостаток — высокий уровень шума, создаваемый ими в процессе работы.

В табл. 1 приведено сравнение сухих и масляных трансформаторов по экологическим показателям.

Таблица 1. Сравнение сухих и масляных трансформаторов

Факторы	Масляные трансформаторы	Сухие трансформаторы
<b>Риск для экологической обстановки</b>	При повреждении корпуса или аварии возможна утечка масла. Оно попадает в почву и грунтовые воды, нанося серьезный вред. Отработанное масло нужно специально утилизировать	Нет жидких токсичных веществ. Даже если он сломается, протечки не будет — нечему вытекать
<b>Риск загрязнения почвы и воды</b>	При повреждении корпуса (авария, коррозия) масло разливается, нанося серьезный экологический ущерб. Требуется специальные меры по сбору и утилизации	Нет жидкости, которую можно было бы пролить
<b>Пожароопасность и риск для людей</b>	Масло является горючим, при неисправности возможны возгорание и взрыв	Отсутствие горючего масла делает их практически невзрывоопасными
<b>Ключевой экологический риск</b>	Разлив трансформаторного масла, приводящее к загрязнению почвы	Производство литой изоляции для сухих трансформаторов может быть более энергоемким

Можно наглядно увидеть, что сухие трансформаторы являются гораздо более экологичным электрооборудованием. Их негативное влияние на природу ограничивается лишь этапами производства и утилизации, что характерно для любого промышленного изделия. Однако в процессе эксплуатации они практически не наносят вреда окружающей среде. В отличие от них, масляные трансформаторы оказывают влияние на экологическую обстановку: любая неисправность, коррозия корпуса или механическое повреждение могут привести к долговременному загрязнению окружающей среды.

Тем не менее, следует признать, что масляные трансформаторы пока остаются незаменимыми для наиболее мощных энергетических систем, таких как крупные электростанции или магистральные подстанции. Однако даже в их

случае необходимо уделять максимальное внимание контролю, обеспечению герметичности и разработке четких планов действий на случай аварийных ситуаций.

Стратегия улучшения экологической ситуации должна заключаться в следующем: везде, где это технически осуществимо и экономически оправдано, следует переходить на использование сухих трансформаторов. Это прямой и действенный способ снизить риски загрязнения почвы и воды, особенно в местах скопления людей.

Но при всём этом следует признать, что сухие трансформаторы уступают масляным по техническим характеристикам: у них меньший срок службы, меньшая перегрузочная способность, больше габариты активной части и больше стоимость.

Данное исследование показало, что сокращение негативного воздействия электроэнергетического оборудования на природу возможно. Для иллюстрации этой проблемы были проанализированы силовые трансформаторы. Путь к минимизации экологического вреда лежит через реализацию «Стратегии развития энергетики России». Эта стратегия ставит целью увеличение доли атомной генерации до 25%, расширение использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и повсеместное внедрение передовых экологических стандартов в топливно-энергетическом комплексе. Комплексное применение этих мер позволит постепенно заменить технологии, связанные с токсичными маслами и значительными выбросами загрязняющих веществ. Таким образом, системный переход на низкоуглеродные и экологически безопасные технологии в сфере генерации и распределения электроэнергии является основным способом решения данной проблемы.

#### Список литературы:

1. Миланова Е.В., Рязанцев В.Н. Экологические проблемы тепловой энергетики // Энергия: экономика, техника, экология. – 2020.
2. Закон Российской Федерации "ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ Российской Федерации на период до 2050 года" от 12.04.2025 № 908-р // Официальный интернет-портал правовой информации. - 2025 г. - № 1. - Ст. 1.
3. ГОСТ Р 52719-2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. — Введ. 2009-01-01. — М.: Стандартинформ, 2008. — IV, 39 с. — (Содержит требования к экологической безопасности, включая уровни шума и противопожарные характеристики).
4. Иванов В.А., Смирнов А.Д. Надежность и экологическая безопасность электрооборудования распределительных сетей. — СПб.: Энергоатомиздат, 2015. — 184 с.
5. Мелентьев Л.А., Штейнгауз Е.О. Системные исследования в энергетике: Элементы теории, направления развития. — М.: Наука, 2016. — 410 с. — (Анализируется системное воздействие энергетического комплекса на биосферу).