

## УДК 536

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Дирша Д.А., Носков А.С. студенты гр. ЭЛб-241, I курс

Научный руководитель: Мальшин А. А., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Суммарное производство электрической энергии в мире постоянно увеличивается. В 2000 г. в мире было произведено 19394 ТВт·ч, а в 2022 г. почти в два раза больше. Поэтому оценка эффективности производства электрической энергии на электростанциях различных типов (тепловых, атомных, гидроэлектростанциях и др.) является актуальной для определения направления развития энергетики.

Рост мирового производства электроэнергии (с 19394 ТВт·ч в 2000 году до 29165 ТВт·ч в 2022 году) свидетельствует о постоянно увеличивающемся спросе на энергоресурсы. В связи с этим оценка эффективности различных типов электростанций (ТЭС, АЭС, ГЭС и др.) приобретает особую актуальность, так как позволяет определить наиболее перспективные направления развития энергетики, обеспечивающие устойчивое и экономически выгодное производство электричества в будущем.

В данной работе рассматривается применение закона сохранения энергии в энергетике, его роль в повышении эффективности производства и потребления энергии, а также перспективы использования этого принципа в современных технологиях.

Закон сохранения энергии является одним из фундаментальных принципов физики, который утверждает, что энергия не может быть создана или уничтожена, а только преобразована из одной формы в другую [1]. Этот закон имеет огромное значение для энергетической отрасли, где эффективное использование и преобразование энергии являются ключевыми факторами устойчивого развития.

Закон сохранения энергии, также известный как первый закон термодинамики, гласит, что полная энергия изолированной системы остается постоянной [2]. Это означает, что энергия может переходить из одной формы в другую (например, из механической в тепловую), но её общее количество остается неизменным. В энергетической отрасли этот закон играет ключевую роль, так как процессы генерации, передачи и потребления энергии основаны на преобразовании энергии из одной формы в другую [3].

На электростанциях различных типов (тепловых, атомных, гидроэлектростанциях и др.) происходит преобразование энергии из одного вида в другой. Например, на тепловых электростанциях химическая энергия топлива

(угля, газа или нефти) преобразуется в тепловую энергию, которая затем используется для генерации электрической энергии [4]. Закон сохранения энергии позволяет точно рассчитать эффективность таких процессов и определить оптимальные условия для максимального использования энергии.

При передаче электроэнергии по линиям электропередач часть энергии теряется в виде тепла из-за сопротивления проводов [5]. Закон сохранения энергии помогает инженерам минимизировать эти потери, используя материалы с низким сопротивлением и повышая напряжение в линиях передачи. Это позволяет увеличить КПД системы и снизить затраты на производство энергии.

В бытовых и промышленных устройствах энергия также преобразуется из одной формы в другую. Например, в электродвигателях электрическая энергия преобразуется в механическую, а в осветительных приборах — в световую [6]. Понимание закона сохранения энергии позволяет разрабатывать более энергоэффективные устройства, что способствует снижению потребления энергии и уменьшению воздействия на окружающую среду.

Закон сохранения энергии лежит в основе концепции энергоэффективности, которая направлена на снижение потерь энергии при её производстве, передаче и потреблении [4]. Повышение энергоэффективности является важным шагом на пути к устойчивому развитию, так как позволяет сократить выбросы парниковых газов и уменьшить зависимость от ископаемых источников энергии.

Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая и гидроэнергия, также основано на законе сохранения энергии [5]. Эти технологии позволяют преобразовывать энергию природных ресурсов в электрическую энергию без выбросов вредных веществ. Однако эффективность таких систем зависит от правильного учёта всех форм энергии и минимизации потерь.

Современные энергосберегающие технологии, такие как светодиодное освещение, умные сети и системы управления энергопотреблением, также опираются на принцип сохранения энергии [6]. Эти технологии позволяют оптимизировать использование энергии и снизить её потери, что способствует экономии ресурсов и снижению затрат.

В будущем закон сохранения энергии будет продолжать играть ключевую роль в развитии энергетической отрасли. С развитием новых технологий, таких как водородная энергетика, термоядерный синтез и накопители энергии, принцип сохранения энергии будет использоваться для повышения эффективности и устойчивости энергетических систем [4].

Водород рассматривается как перспективный источник энергии, который может заменить ископаемые топлива [5]. В процессе преобразования водорода в энергию закон сохранения энергии позволяет точно рассчитать эффективность таких систем и минимизировать потери.

Термоядерный синтез, который имитирует процессы, происходящие в Солнце, также основан на законе сохранения энергии [6]. Успешное развитие

этой технологии может привести к созданию практически неисчерпаемого источника энергии с минимальным воздействием на окружающую среду.

С развитием возобновляемых источников энергии возрастает необходимость в эффективных накопителях энергии, которые могут хранить избыточную энергию и отдавать её в периоды пикового потребления [4]. Закон сохранения энергии помогает разрабатывать такие системы, обеспечивая их высокую эффективность и надёжность.

Рассмотрим эффективность разных источников выработки электричества. В таблице 1 представленные данные демонстрируют существенные различия между типами электростанций (ЭС) по ключевым параметрам

Таблица 1

Энергетические характеристики разных электростанций

№	Типы электростанций	КПД, %	Мощность, МВт
1	Гидроэлектростанция	85-90	10-1000
2	Газовая электростанция	40-60	100-500
3	Атомная электростанция	33-35	1000-4000
4	Ветряная электростанция	30-50	1-10
5	Угольная электростанция	30-40	500-2000
6	Солнечная электростанция	15-22	1-100

Наибольшей эффективностью выделяются гидроэлектростанции (КПД 85-90%), которые при этом охватывают значительный диапазон мощностей - от скромных 10 МВт до солидных 1000 МВт.

Тепловые электростанции (газовые и угольные) показывают средние показатели КПД (30-60%), но отличаются важным преимуществом - способностью обеспечивать стабильную выработку на уровне 100-2000 МВт, что делает их надежной основой энергосистем. Особняком стоят атомные станции: при относительно невысоком КПД (33-35%) они обладают уникальной мощностью (1000-4000 МВт), что объясняет их стратегическое значение для энергобезопасности.

Возобновляемые источники (ветряные и солнечные станции) демонстрируют скромные показатели КПД (15-50%) и ограниченную единичную мощность (1-100 МВт), однако их экологическая чистота и неисчерпаемость ресурсов открывают перспективы для дальнейшего развития и совершенствования технологий.

После рассмотрения эффективности электростанций стоит и ознакомиться с плюсами и минусами каждой электростанции и сравнить их плюсы и минусы, данные представлены в таблице 2:

Таблица 2

*Критическая оценка типов электростанций*

№	типа ЭС	Плюсы	Минусы
1	Тепловые	Высокая мощность и стабильность выработки. Возможность работы на разных видах топлива	Загрязнение окружающей среды. Зависимость от ископаемого топлива и его стоимости
2	Гидро	Отсутствие вредных выбросов. Низкая себестоимость электроэнергии после строительства.	Высокие затраты на строительство и изменение экосистем. Зависимость от рельефа и наличия рек.
3	Атомные	Очень высокая мощность и низкие выбросы CO. - Долгий срок службы и стабильность работы	Риск аварий с тяжелыми последствиями. Проблема утилизации радиоактивных отходов.
4	Ветряные	Использование возобновляемого источника энергии. Отсутствие вредных выбросов.	Нестабильность выработки (зависит от ветра). Шумовое воздействие и влияние на птиц.
5	Солнечные	Экологичность и неисчерпаемость энергии. Возможность установки на крышах домов.	Низкий КПД и зависимость от погоды. Высокая стоимость производства и утилизации панелей.

У каждого типа электростанций есть свои положительные стороны, у тепловых ЭС высокая мощность и стабильность, у гидро ЭС низкая себестоимость, у атомных ЭС долгий срок службы, у ветровых и солнечных ЭС отсутствие выбросов и неисчерпаемость энергии.

Также у всех типов ЭС есть свои недостатки, у тепловых загрязнение окружающей среды, у гидро ЭС изменение экосистем, у атомных ЭС проблема утилизации радиоактивных отходов, у ветряных ЭС нестабильность выработки, у солнечных ЭС низкий КПД.

Придав критической оценке виды электростанций, а также изучив все плюсы и минусы, предлагается рассмотреть статистику по странам где, сколько и на каких электростанциях производят электроэнергию, данные в таблице 3.

*Таблица 3*  
*Производство электроэнергии по странам и типам ЭС*

Страна	ТЭС	ГЭС	АЭС	ВЭС	СЭС
Китай	60–65%	15–18%	5%	8–10%	4–5%
США	40–45%	6–7%	18–20%	9–10%	3–4%
Россия	50–55%	18–20%	20–22%	<1%	<1%
Германия	35–40%	3–4%	6–8%	20–25%	10–12%
Франция	10–12%	10–12%	65–70%	5–7%	3–4%
Бразилия	15–20%	60–65%	2–3%	8–10%	2–3%
Индия	70–75%	10–12%	3–4%	5–7%	4–5%
Норвегия	2–3%	90–95%	0%	2–3%	<1%
Исландия	<1%	70–75%	0%	<1%	<1%

Исходя из данных представленных выше можно сделать следующие выводы:

1. Лучшим вариантом по КПД является гидроэлектростанция (85-90%), так как она имеет самый высокий коэффициент полезного действия. Однако, если рассматривать мощность, то атомные электростанции (1000-4000 МВт) являются наиболее мощными и подходят для обеспечения энергии крупных регионов. Выбор лучшего варианта зависит от конкретных условий и задач: для экологичности и высокой эффективности — гидроэлектростанции, для высокой мощности — атомные.

2. Закон сохранения энергии является основополагающим принципом, который лежит в основе всех процессов в энергетической отрасли. Его применение позволяет повысить эффективность производства, передачи и потребления энергии, что способствует устойчивому развитию и снижению воздействия на окружающую среду. В будущем этот закон будет продолжать играть ключевую роль в развитии новых энергетических технологий, таких как водородная энергетика, термоядерный синтез и накопители энергии.

### Список литературы

1. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Том 1. Современная наука о природе. Законы механики / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. — М. : Мир, 1965. — 496 с.
2. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика : учебник для вузов / В. А. Кириллин. — М. : Энергия, 1979. — 512 с.
3. Базаров, И. П. Термодинамика : учебное пособие / И. П. Базаров. — М. : Высшая школа, 1991. — 376 с.

4. Международное энергетическое агентство. Отчёты по энергоэффективности и возобновляемым источникам энергии : сборник / Международное энергетическое агентство. — Париж, 2020. — 120 с.

5. Смит, Дж. Возобновляемые источники энергии: физические основы и технологии : монография / Дж. Смит. — М. : Техносфера, 2018. — 320 с.

6. Межправительственная группа экспертов по изменению климата. Отчёты по устойчивому развитию и энергетике : сборник / IPCC. — Женева, 2021. — 150 с.