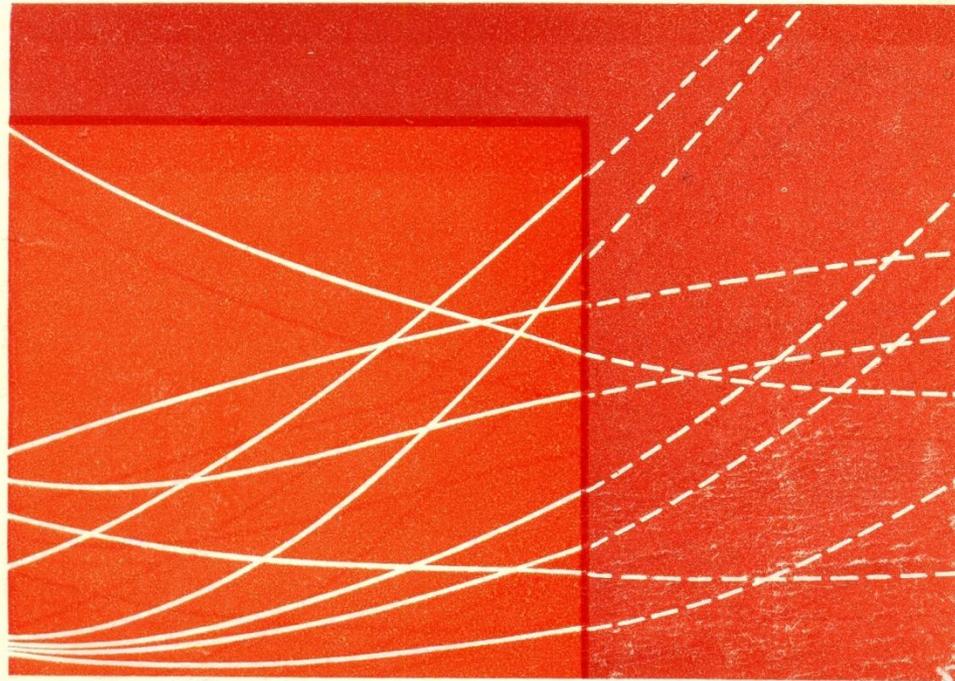




Г. Н. АЛЕКСЕЕВ

ПРОГНОЗНОЕ ОРИЕНТИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОУСТАНОВОК



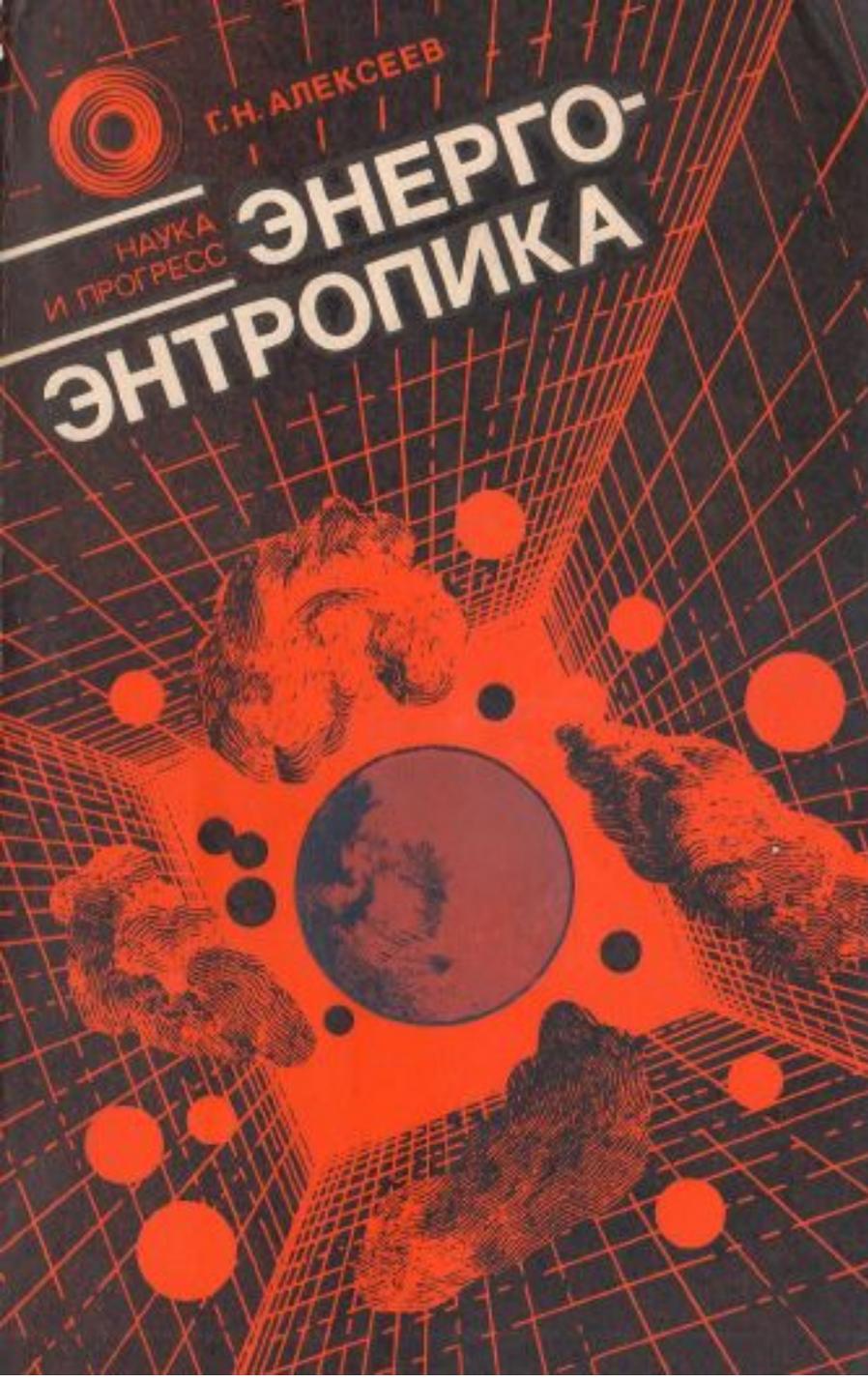
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



Г. Н. АЛЕКСЕЕВ

НАУКА
И ПРОГРЕСС

ЭНЕРГО- ЭНТРОПИКА



АКАДЕМИЯ НАУК
СССР
НАУЧНО-
ПОПУЛЯРНАЯ
СЕРИЯ

Г. Н. АЛЕКСЕЕВ

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ



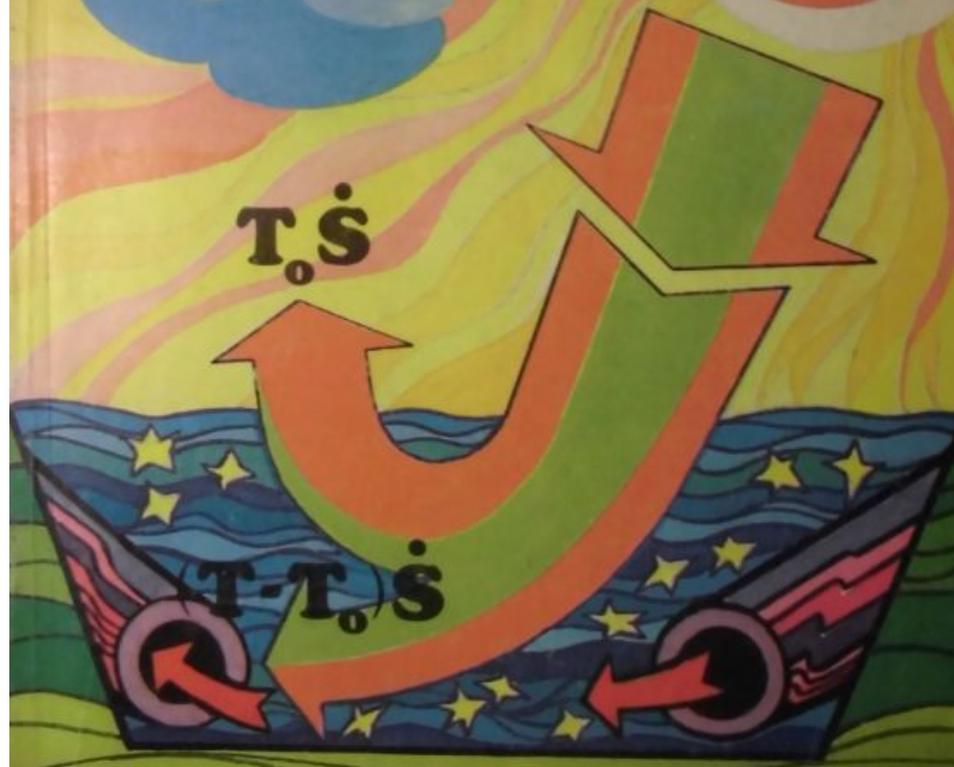


АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Наука и технический прогресс

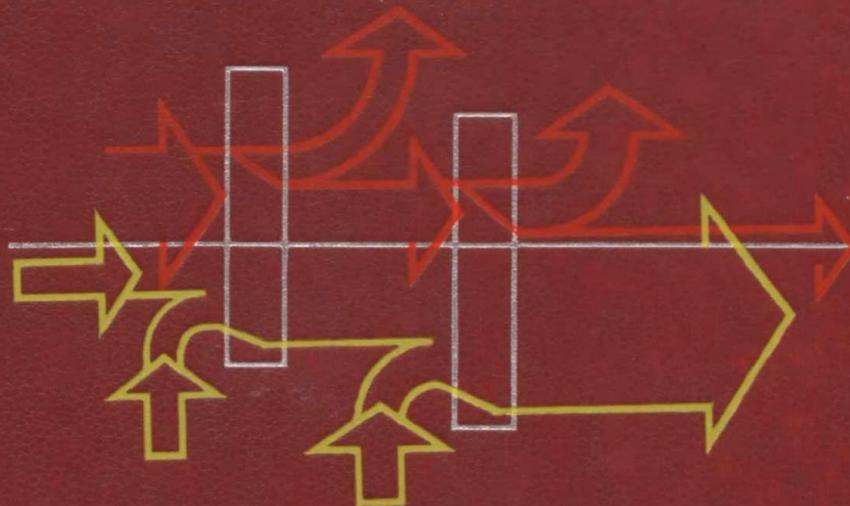
Е. И. Янговский

ПОТОКИ ЭНЕРГИИ И ЭКСЕРГИИ



В.М.Бродянский
В.Фратшер
К.Михалек

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ
МЕТОД
И ЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ



Историческая эволюцию энергетики в зависимости от видов используемых энергоресурсов.

- **Первый период: до конца V—VII вв.**
- Человек обходился мускульной силой (своей и животных), теплом Солнца и костра.
- Источник мускульной силы химическая энергия пищи, получаемая за счет энергии солнечного излучения с помощью процесса фотосинтеза.
- Энергетические ресурсы восстанавливались, их запасы возрастали. Окружающая среда не подвергалась «загрязнению».

- **Второй период: с V—VII вв. до XVIII в.**
- Стали использоваться новые постоянно возобновляющиеся источники энергии: движение воды в реках и ветер.
- Часть работы стали выполнять водяное колесо и ветряным крыльями.
- Энергетические ресурсы полностью восстанавливались, окружающая среда остаётся «чистой».

- **Третий период: с XVIII в. до середины XX в.**

- Основной источник энергии - невозобновляемая химическая энергия органического ископаемого топлива: каменного угля, нефти, природного газа и т. п.
- Развиваются тепловые двигатели, электроэнергетика.
- Расходуемые энергетические ресурсы больше не восстанавливаются. Происходит все большее «загрязнение» окружающей среды.

- **Четвертый период начался в середине XX в.**

- Освоении энергии деления урана, плутония, тория и других невозобновляемых ядерных топлив.
- Будут расходоваться последние запасы невозобновляемых энергетических ресурсов Земли.
- Проблема охраны окружающей среды становится особенно важной.
- Период закончится полным исчерпанием (или использованием в допустимой, по соображениям глобальной безопасности, степени) ядерного и термоядерного топлива.

- **Пятый период - будущее**

- Начнется в случае если не будет открыта и освоена энергия деления нейтронов и протонов или какой-то иной источник энергии.
- Человечеству придется жить в состоянии «динамического равновесии», используя только ВИЭ.
- В соответствии с поступающей энергией придется регламентировать население Земли, внедряя во все сферы жизни и производства энергоэффективную технику.
- Окружающая среда будет также приведена в состояние динамического равновесия и будет полностью восстанавливаться.

- **Сегодняшний день – первая половина четвертого периода**

- Ежегодный прирост потребления энергоресурсов составляет порядка 4%
- Оставшееся время для перехода на совершенно новую базу мировой энергетики – менее 100 лет!

- **Основными решаемые энергетические проблемами современности:**

- воспроизводство ядерного топлива деления в реакторах на быстрых нейтронах,
- осуществление контролируемого термоядерного синтеза,
- все более широкое применение возобновляемых источников энергии,
- повышение энергетической эффективности всех типов энергетических установок и энергопотребляющих устройств.

- **Проблемы, не имеющие на данный момент научно-технических оснований для решения в ближайшем будущем,**

- концентрация и использования рассеянного тепла окружающей среды,
- массовый искусственный синтез молекул, подобных хлорофиллу,
- извлечение энергии деления не только из нуклонов — нейтронов и протонов.

- Человечество потребляет запасы ископаемого топлива в 1 000 000 раз быстрее, чем они воспроизводятся.
- 1912 г. – статья «Задачи техники в связи с истощением запасов энергии на Земле» выдающегося физика Н.А. Умова
- В статье – количественный анализ состояния энергетики в развитых странах. Рассмотрены возможности применения всех видов ВИЭ.

Что такое энергия?

- Окружающий нас материальный мир — движущаяся материя — существует в двух основных формах:
- в форме **вещества** (корпускулярные свойства);
- в форме **физического поля** (волновые свойства).

- Различают:
- **виды материи** (*вещественные* — электрон, атом, молекула, водород, вода и т. п.; *полевые* — гравитационное поле, электромагнитное поле и т. п.),
- **формы движения материи** (механическую, тепловую, электромагнитную и т. п.).
- **Масса** - мера *количества* материи.
- **Энергия** – скалярная мера *движения* материи.
- (векторная - импульс)

- Применительно к технической системе:
- **энергия** - мера способности системы совершать работу, и наоборот - количество работы есть мера энергии системы.

- **Способы высвобождения энергии, заключенной в веществе:**

- 1) за счет изменения электронных связей атомов в процессе химических реакций;
- 2) за счет разрушения и изменения связи между нуклонами тяжелых ядер при ядерных реакциях деления или соединения легких ядер при ядерных реакциях синтеза;
- 3) за счет аннигиляции обычного и антиобычного веществ.

Поток энергии, плотность потока энергии

- **Поток энергии** — это количество энергии, переносимое через некоторую произвольную площадку в единицу времени. $[\Pi] = \text{Дж/с} = \text{Вт}$

$$\Pi = \frac{dW}{dt}$$

- **Плотность потока энергии** — физическая величина, численно равная потоку энергии через малую площадку единичной площади, перпендикулярную направлению потока. $[J] = \text{Вт/м}^2$
- Вводят также *вектор* плотности потока энергии (вектор Умова), величина которого равна плотности потока энергии, а направление совпадает с направлением потока.

$$J = \frac{d^2W}{dt dS}$$

- **Современная наука различает :**
- четыре основные *частицы вещества*: молекула, атом, нуклон и электрон;
- четыре основных *поля*: ядерное (мезонное), электромагнитное (фотонное), нейтринное и гравитационное;
- два вида *движения*: неупорядоченное (для микрочастиц оно называется тепловым) и упорядоченное (различают несколько в зависимости от носителя и источника движения);
- две *группы* видов энергии: потенциальные (энергии положения, т. е. «напряженного состояния») и кинетические (энергии движения).
- На этой основе составлена классификация видов энергии

Виды энергии

- 1. Аннигиляционная энергия — полная энергия системы «вещество — антивещество», освобождающаяся в процессе аннигиляции в виде электромагнитной, мезонной, тепловой и других видов энергии.
- 2. Ядерная энергия — энергия связи нуклонов в ядре, освобождающаяся в различных видах при делении тяжелых и синтезе легких ядер. В последнем случае ее принято называть «тормоядерной»
- 3. Химическая (атомная) энергия — энергия системы из двух и более реагентов, освобождающаяся в результате перестройки электронных оболочек атомов и молекул при их взаимодействии в процессе химических реакций.
- 4. Гравистатическая энергия — потенциальная энергия ультраслабого взаимодействия (притяжения) всех тел, пропорциональная их массам. Практическое значение в земных условиях имеет энергия тела, которую оно накапливает, преодолевая силу земного притяжения. Эта энергия высвобождается при устранении силы, уравновешивающей силу земного притяжения

- 5. **Упругостная энергия** — потенциальная энергия механически упруго измененного тела — твердого, жидкого, газообразного (пружина, сжатый газ и т. п.), освобождаемая при снятии нагрузки.
- 6. **Электростатическая энергия** — потенциальная энергия взаимодействия (притяжения разноименных и отталкивания одноименных) электрических зарядов. Т.е., это запас энергии электрически заряженного тела, накапливаемый в процессе преодоления сил электростатического поля.
- 7. **Магнитостатическая энергия** — потенциальная энергия взаимодействия «магнитных зарядов» (реально не существующих). Это запас энергии, накапливаемый телом, способным преодолевать силы магнитного поля в процессе движения против этих сил (торможения). При этом источник магнитного поля не играет роли. Это может быть постоянный магнит или электрический ток.
- 8. **Нейтриностатическая энергия** — потенциальная энергия слабого взаимодействия «нейтринных зарядов», или запас энергии, накапливаемый в процессе преодоления сил «нейтринного поля». Вследствие огромной проникающей способности нейтрино, накопить энергию таким способом практически невозможно.

- 9. **Тепловая энергия** — часть энергии неупорядоченного (хаотического) теплового движения и взаимодействия частиц тел, которая освобождается при наличии разности температур между данным телом и телами окружающей среды.
- 10. **Механическая энергия** — кинетическая энергия движущихся макросистем (твёрдых, жидких, газообразных и т. п.) и свободно движущихся микросистем (одна частица).
- 11. **Электродинамическая (электрическая) энергия** — это энергия движения электрических зарядов, энергия электрического тока во всех его формах.
- 12. **Электромагнитная (фотонная) энергия** — энергия движения фотонов электромагнитного поля.
- 13. **Гравидинамическая (гравитонная) энергия** — энергия движения гипотетических квантов гравитационного поля –гравитонов.
- 14. **Мезонная (мезодинамическая) энергия** — энергия движения мезонов – квантов ядерного (мезонного) поля, путём обмена которыми взаимодействуют нуклоны.
- 15. **Нейтринодинамическая энергия** — энергия движения потока нейтрино.

Эксергия

- Эксергия - величина, определяющая пригодность к действию (работоспособность) ресурсов вещества и энергии.
- *Понятие эксергии существенно отличается от понятия энергии:*
- Энергия связана с фундаментальными свойствами материи;
- Эксергия представляет собой частное понятие, которое определяет превратимость, пригодность энергии для технического использования в любых заданных условиях.
- Эксергия характеризует энергию *любого* вида не только по ее количеству, но и дает возможность количественно оценить ее *качественную* сторону.

- Таким образом, эксергия представляет собой некоторую *универсальную* меру энергетических ресурсов.
- **Эксергетический менеджмент** – новый уровень инженерно-энергетического мышления, при котором происходит рассмотрение любых энергоресурсов, а также энергетики и технологии отрасли, предприятия или отдельной установки с учетом *второго начала термодинамики** посредством эксергии.
- Такой анализ с учетом системного подхода доводится до получения технико-экономических характеристик, служащих объективной основой для оптимизации и принятия решений.
- * «Энтропия (неупорядоченность) изолированной системы не может уменьшаться»

- Из всех видов энергии на сегодняшний день пока *не имеют* практического значения энергии:

- Аннигиляционная (нет источников на Земле);

- Мезонная;

- Гравидинамическая;

- Нейтрино статическая;

- Нейтрино динамическая;

системы-носители данных энергий
могут выполнять только роль
накопителей

- Они непригодны для технического использования, т.е. с учетом современного развития техники имеют очень низкую *эксергию*.

- Из оставшихся 10 видов энергии только 5 являются *первичными* (ПИЭ), т.е. содержатся в природе в энергетических ресурсах:

- Ядерная;
- Химическая;
- Тепловая;
- Механическая;
- Электромагнитная.

- *Вторичными* источниками энергии (ВТИЭ) могут быть:

- Гравистатическая;
- Электростатическая;
- Магнитостатическая;
- Упругостаная;
- Химическая;
- Тепловая;
- Механическая;
- Электромагнитная.

- На сегодняшний день *непосредственно* используются энергии:
 - Тепловая (~69%);
 - Механическая (~28%);
 - Электромагнитная – световая (~3%).
-
- В оценке видов энергии важную роль играет *коэффициент использования энергии (КИЭ)*:
 - Электроэнергии ~ 100%;
 - Химической энергии угля в промышленности – 55%;
 - Продуктов перегонки нефти – 20-60%;
 - Горючих газов в промышленности – 80%.
-
- Для осуществления *прямых превращений* энергии нужно:
 - 1. наличие определённых свойств у системы, с помощью которой происходит процесс превращения;
 - 2. наличие должного уровня концентрации энергии (плотности потока энергии) у превращаемого вида.

Носители энергии

- **Носители ядерной энергии деления** – *тяжелые элементы*, поддающиеся делению в одноступенчатом режиме – U 235, Pu 239, в двухступенчатом - U 238, Th 232. Последние делятся быстрыми нейтронами с получением новых ядерных топлив - U 233, Pu 239.
- Термоядерному синтезу поддаются самые лёгкие элементы – изотопы водорода.
- **Носители химической энергии** – *топлива* – различные комбинации горючих и окислителей. Горючие бывают:
 - Органические;
 - Неорганические;
 - Естественные;
 - Искусственные.
- Окислители – вещества, содежащие:
 - Хлор (Cl);
 - Кислород (O₂);
 - Фтор (F).

- **Носители гравистатической энергии** – тела, способные погружаться в воду (любую жидкость) под действием силы тяжести и подниматься вверх под действием подъёмной силы Архимеда, а также тела легче воздуха (смеси атмосферных газов).
- **Носители электростатической энергии** – главным образом *конденсаторы* с небольшой энергоёмкостью. Их применение ограничено случаями, когда необходимо получить высокие разрядные напряжения (50-60 и более кВ).
- **Носители магнитостатической энергии** – *постоянные и электромагниты*. Увеличение их энергоёмкости происходит путём освоения сверхпроводящих магнитных систем и особо магнитоёмких материалов.
- **Носители упругостной энергии** – *сжатые газы и пружины* (жидкости практически несжимаемы, кроме силиконовых, обладающие высокой упругостью и способны запасать значительные количества энергии).
- **Источники электромагнитной (лучистой) энергии** – *Солнце и лазеры* (оптические квантовые генераторы).

- **Носители тепловой энергии** – *природные* системы:
 - Геотермальные слои (водосодержащие и сухие) различной температуры (в т.ч. вулканы);
 - Атмосфера и Мировой океан различной температуры.
- *Искусственные*:
 - Расплавы металлов;
 - Перегретые жидкости;
 - Пар и горячие газы.

- **Носители механической энергии** – *природные* системы:
 - Потoki воздуха в атмосфере;
 - Потoki воды в реках и морях.
- *Искусственные*:
 - Вращающиеся по инерции тела (маховики)

- **Электрическая энергия** служит главным образом переносчиком энергии по электропроводящим каналам на дальние расстояния.

Механизм процессов получения непосредственно используемых видов энергии

- **Тепловая энергия** возникает как результат :
 - «короткого замыкания электронных токов» при химических реакциях;
 - соударения частиц, образующихся при ядерных реакциях с частицами других тел – (теплоносителей);
 - созданной тем или иным способом разности температур между телом и окружающей средой;
 - во всех процессах трения.
- **Механическая энергия** возникает
 - в виде упорядоченного движения потоков частиц (потоки жидкостей и газов);
 - как результат изменения объёма рабочего тела (газа, пара);
 - при изменении положения тела в пространстве (пружины и другие упругодеформированные элементы, падающее тело).
 - Все эти движения легко преобразуются в нужное движение рабочего органа.

- **Электрическая энергия (электродвижущая сила – ЭДС)** возникает в результате осуществления процессов:
 - разделения и сбора на разных полюсах электрических зарядов разного знака (под влиянием механических, тепловых и других воздействий);
 - электромагнитной индукции (при пересечении проводников магнитного поля).

- **Ценность классифицированных видов энергии для практического использования определяется:**

- Наличием и величиной их ресурса на Земле;
- Способностью к возобновлению этих ресурсов;
- Возможностью непосредственного использования;
- Возможностью накапливаться и сохраняться;
- Возможностью экономно передаваться на дальние расстояния;
- Способностью экономно превращаться в используемые виды;
- Скоростью превращения в другие виды;
- Концентрацией;
- Упорядоченностью.

Матрица возможных и имеющих практическое значение превращений и преобразований энергии

№	Вид энергии	ПИЭ	ВтИЭ	НЭ	ПрнЭ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ядерная	+	+			Blue	Green	Yellow	Orange	Green	Green	Orange	Green	Purple	Green
2	Химическая	+	+	+		Red	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Red	Blue	Purple	Green
3	Электромагнитная				+	Red	Blue	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Blue	Blue	Orange
4	Гравистатическая		+	+		Red	Red	Red	Green	Green	Red	Red	Orange	Orange	Orange
5	Упругостаная		+	+		Red	Red	Red	Green	Orange	Green	Orange	Green	Orange	Blue
6	Электростатическая		+	+		Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Green	Orange	Orange
7	Магнитостатическая		+	+		Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Green
8	Электрическая				+	Red	Green	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Purple	Purple	Purple
9	Тепловая	+	+	+		Red	Orange	Orange	Red	Orange	Red	Red	Blue	Purple	Purple
10	Механическая	+	+	+		Red	Red	Red	Orange	Orange	Orange	Orange	Purple	Blue	Purple

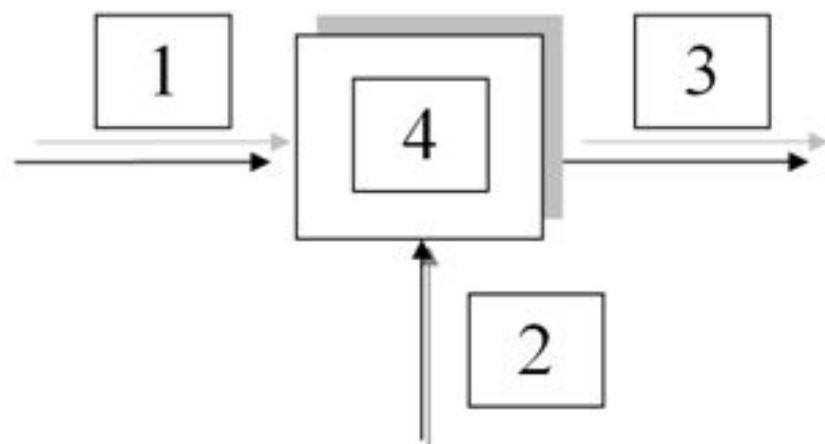
Red	Превращение невозможно
Orange	Превращение возможно, но практического интереса не представляет
Yellow	Превращение возможно, представляет практический интерес, но не для энергетических целей
Green	Превращение возможно, представляет практический интерес для энергетических целей, но пока почти не используется
Blue	Превращение возможно, представляет практический интерес для энергетических целей, используется частично
Purple	Превращение возможно, представляет практический интерес для энергетических целей, используется широко

- **Все виды превращений делятся на 2 группы:**
- Микроскопические, способные происходить при взаимодействии отдельных частиц (превращения аннигиляционной, ядерной и химической энергии);
- Макроскопические – происходят только в макросистемах (все остальные превращения).

- Анализ матрицы свидетельствует, что возможности превращений энергии ограничены.
- Самые простые, надежные и перспективные пути уже используются. Возможности совершенствования в направлениях:
 - Повышения коэффициента превращения;
 - Повышения энергопроизводительности (мощности) перобразователя

Резервы прямого превращения и преобразования энергии

- Ядерной в электрическую и механическую;
 - Химической в механическую;
 - Гравистатической в механическую.
-
- **Перспективны превращения энергии:**
- Ядерной в химическую (даже через тепловую, лучистую и т.д.);
 - Ядерной в упругостную;
 - Гравистатической в упругостную (например, путём зарядки пружин и баллонов с газом под водой за счет гидростатического давления).



1. подвод жидкости низкой энергии;
2. подвод энергии к насосной установке;
3. отвод жидкости высокой энергии;
4. насосная установка.

Рисунок 1. – Идеальная схема передачи энергии жидкости насосом

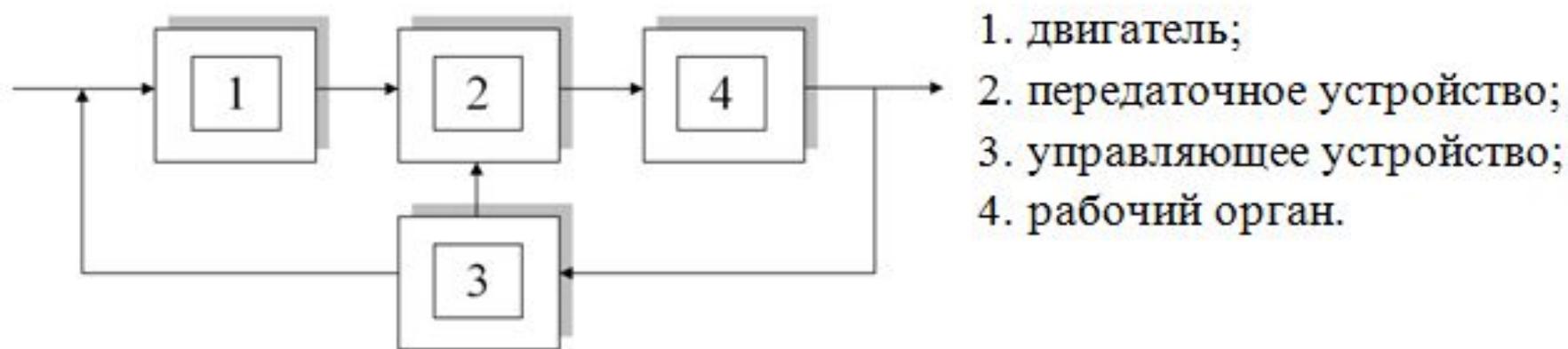


Рисунок 2. – Структура насосного агрегата

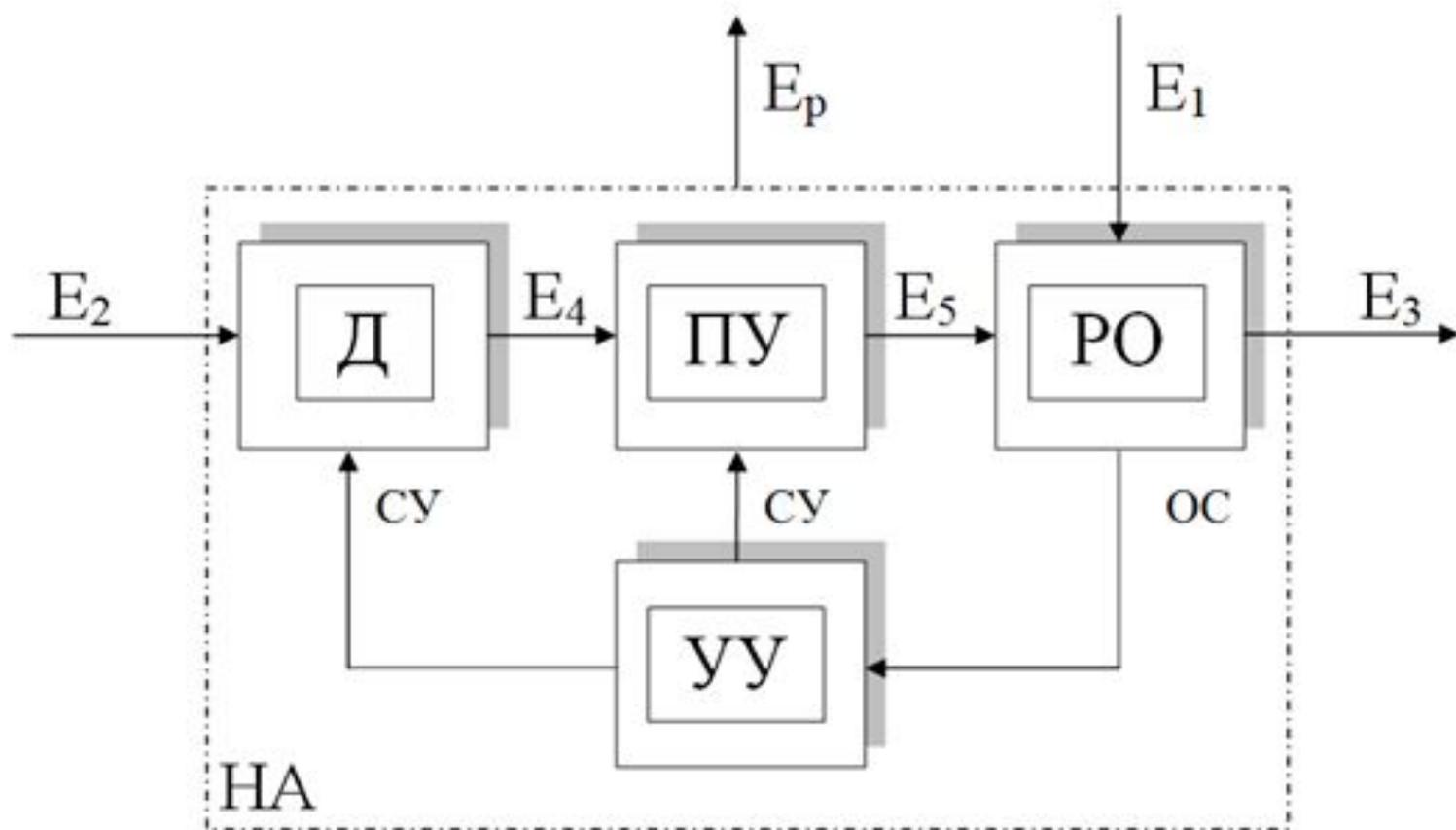


Рисунок 3. – Схема передачи энергии в насосном агрегате

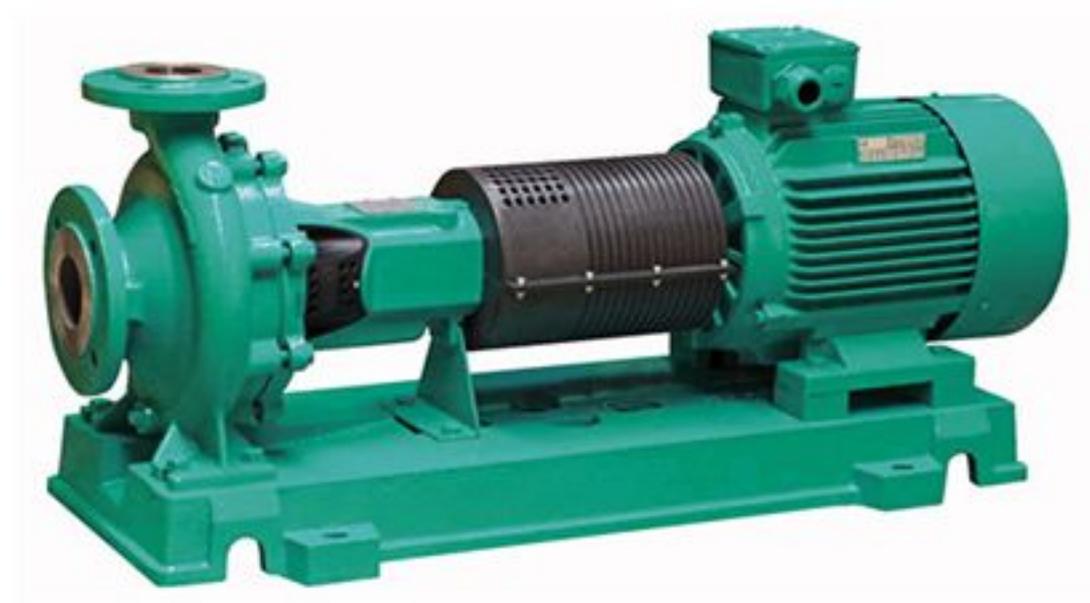


Рисунок 4. – Насосный агрегат с одноступенчатым консольным насосом

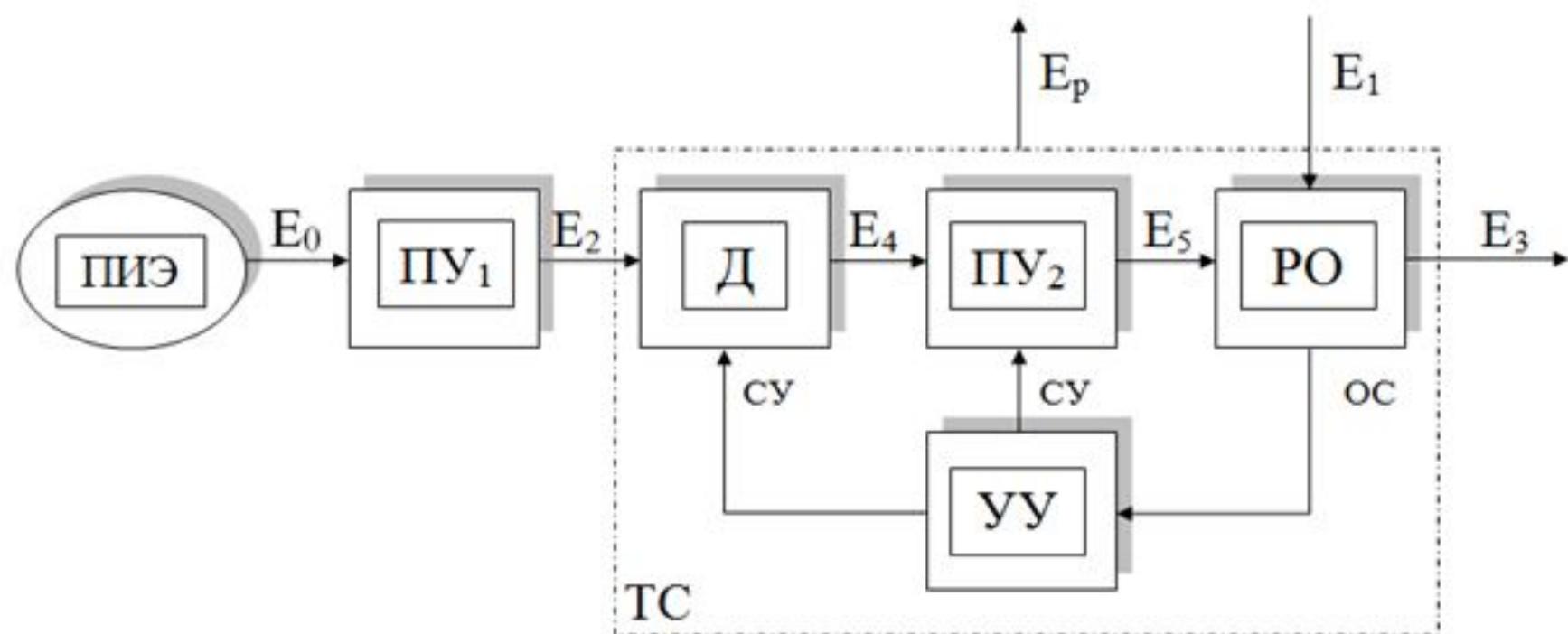


Рисунок 5. – Схема передачи энергии от первичного источника к технической системе

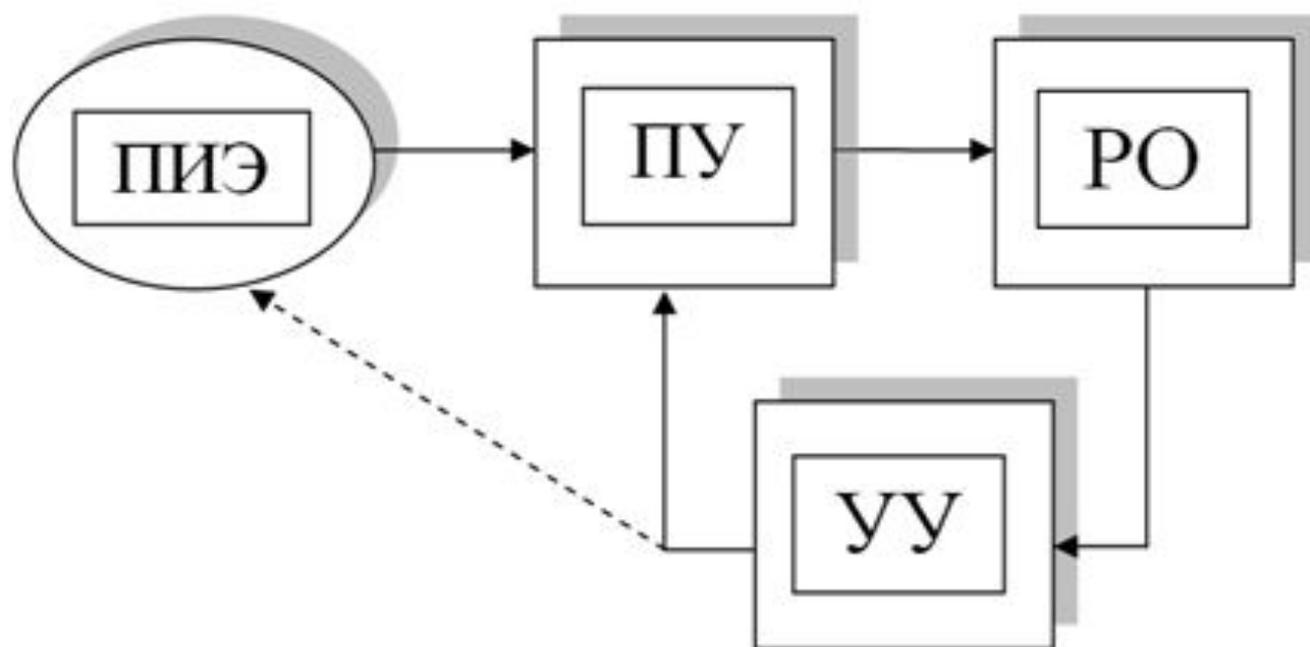


Рисунок 6. – Предполагаемая схема машины эпохи будущего

