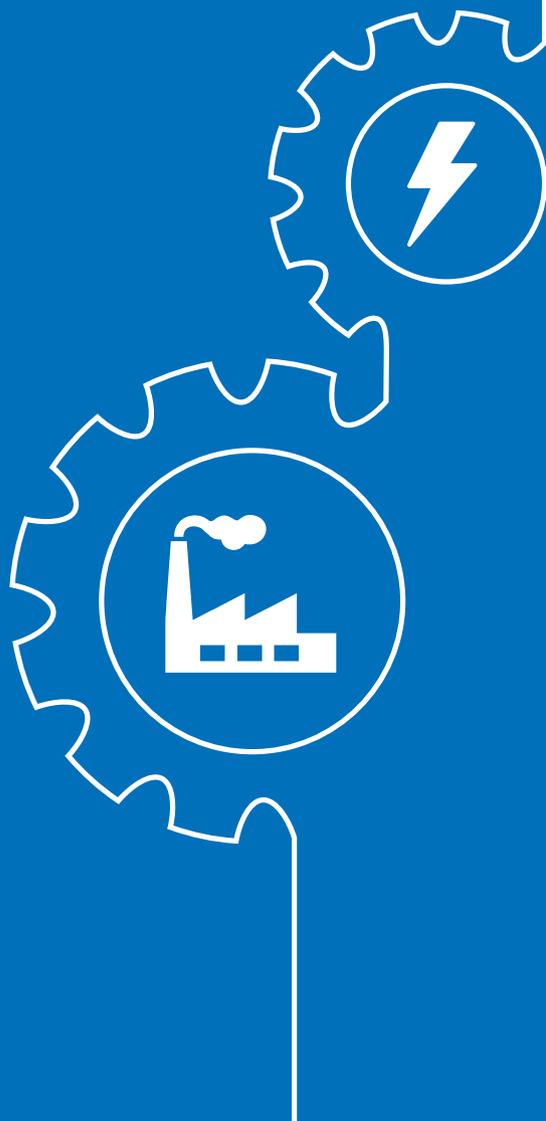


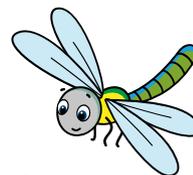


ГДЕ РОЖДАЮТСЯ ОБЛАКА?

Книжка для больших детей
и маленьких взрослых



Друзья!



Вы стоите на пороге важного этапа своей жизни – выбора профессии. Вы школьник? Как раз самое время!

Когда-то такой выбор сделали 8 000 сотрудников Мосэнерго, и они не жалеют об этом.

Практически всё, что нас окружает сегодня в большом городе, требует электроэнергии: освещение, отопление, горячая вода, транспорт.

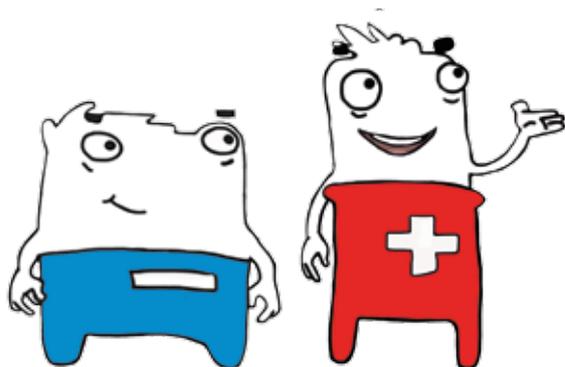
А как она вырабатывается?

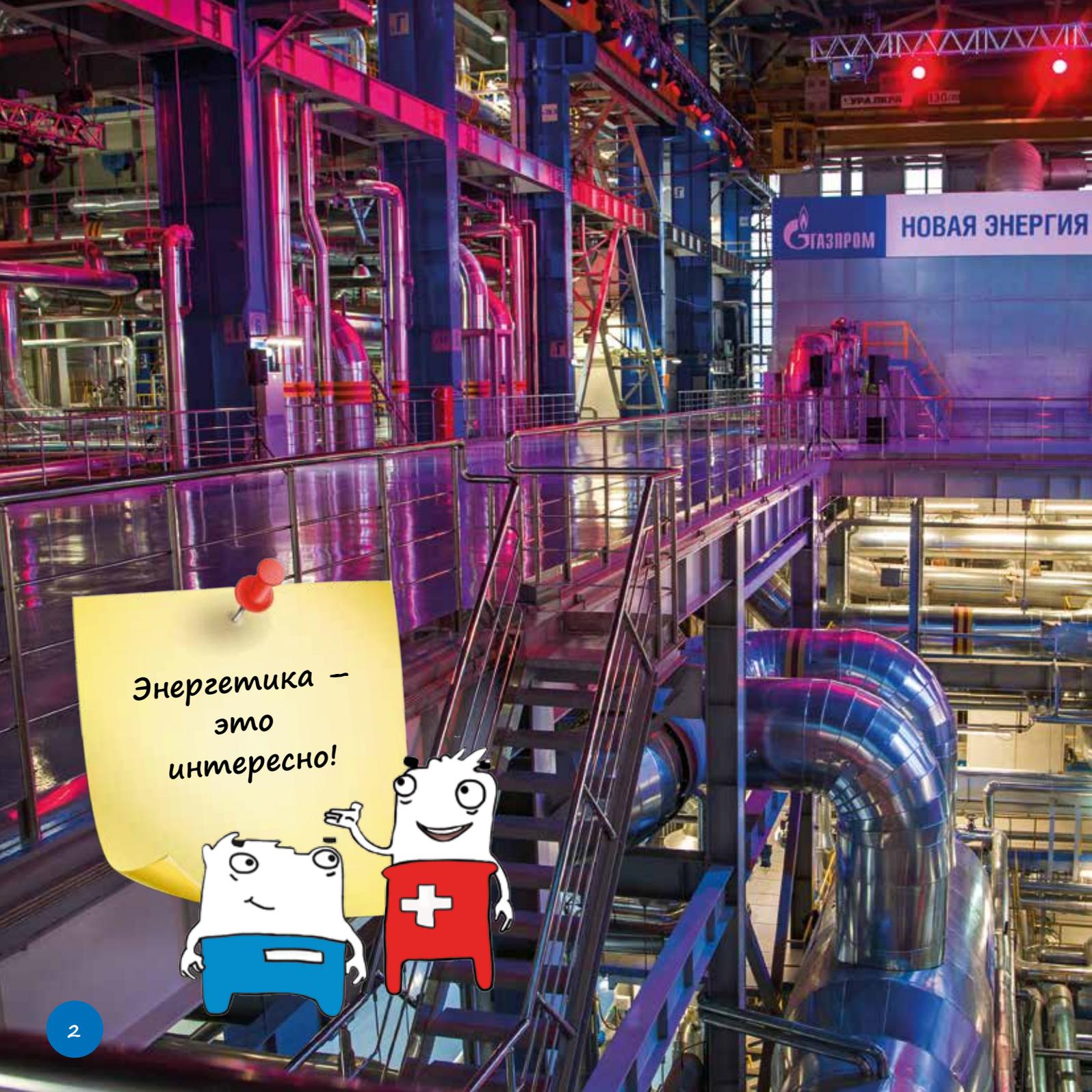
Приглашаем вас заглянуть на электростанцию!

Вас ждёт знакомство с захватывающими этапами превращения энергии газа в электрическую энергию.

Путешествие начинается!

Музей Мосэнерго и энергетики Москвы





Энергетика –
это
интересно!





ТЭЦ-16 Мосэнерго



Для большинства людей устройство ТЭЦ – полнейшая загадка.



Мы откроем завесу тайны и поведаем о том, какой путь проходят электричество и тепловая энергия от рождения на станции до наших домов.



Расскажем о физических явлениях, которые активно используются в энергетике.



Мы собрали интересные вопросы и подготовили ответы на них.



Если вы заинтересовались энергетикой, можно стать частью нашей команды – вступайте в группу ВКонтакте, заходите на сайт Музея Мосэнерго, подписывайтесь на телеграм-канал Мосэнерго.

**Музей
Мосэнерго**



**Группа
ВКонтакте**

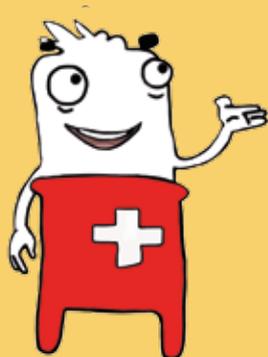


**Телеграм
Мосэнерго**



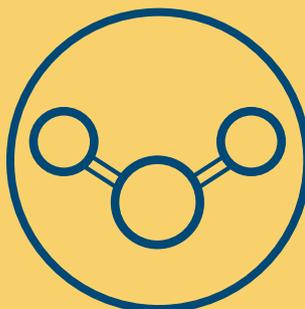
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Раньше учёные предполагали, что **атом** – это самая крошечная частица во Вселенной, и что её невозможно разделить. Само название «атом» происходит от греческого слова «неделимый». Позднее учёные выяснили, что атом состоит из ещё более мелких частиц: **протонов, нейтронов, электронов** и разделить его можно.



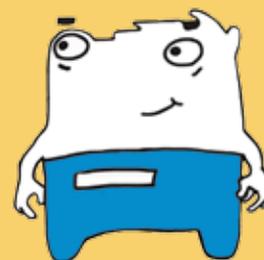
Протон

Положительно
заряженная
частица



Нейтрон

Частица,
не имеющая
заряда



Электрон

Отрицательно
заряженная
частица

Электрический ток –

это упорядоченное движение заряженных частиц, чаще всего электронов, под действием электрического поля.



Электричество –
это форма энергии,
связанная с движением
электронов
в проводниках.



Что
такое
электричество?

**Различают два основных вида
электрического тока**

Переменный ток (АС) –

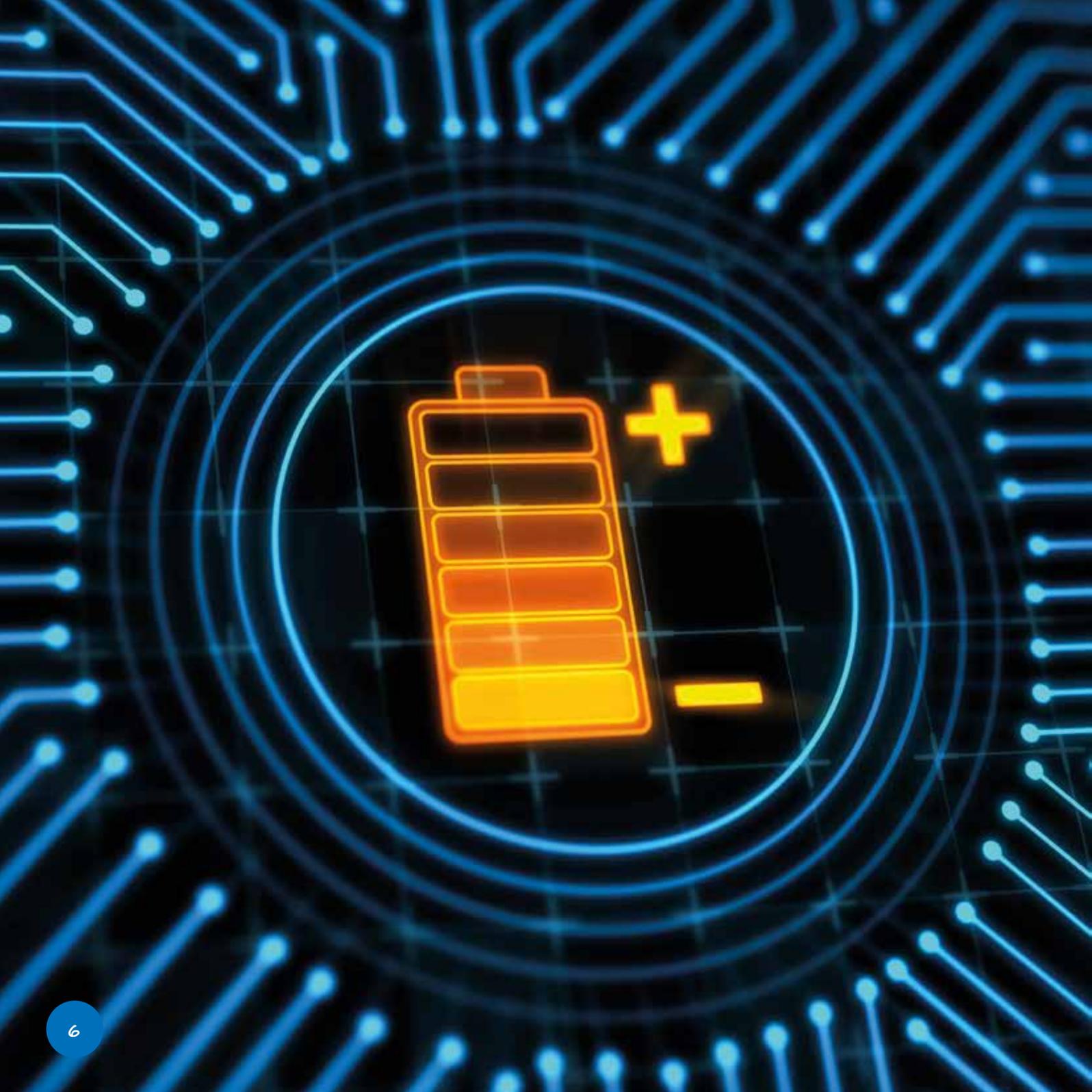
направление движения электронов меняется с определённой частотой (например, 50 Гц в Европе и 60 Гц в США). Эффективен для передачи электроэнергии на большие расстояния с помощью трансформаторов.

Постоянный ток (DC) –

движение электронов осуществляется в одном направлении, направление тока не меняется во времени. Используется в батареях, аккумуляторах и электронике.

AC/DC

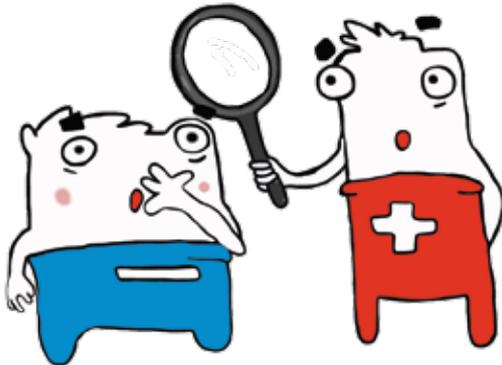
Теперь вы знаете, как
расшифровывается
название знаменитой
австралийской рок-группы.





Как измерить работу электрического тока?

Для измерения работы электрического тока используют **вольтметр, амперметр и секундомер.**



Единица измерения работы

в Международной системе единиц – **джоуль (Дж)**. Чаще используется другая единица – **киловатт-час (кВт·ч)**. Один киловатт-час равен количеству энергии, которое потребляет устройство мощностью 1 000 Вт за 1 час.

$$A = U \cdot I \cdot t$$

A – работа (в джоулях, Дж);
U – напряжение (в вольтах, В);
I – сила тока (в амперах, А);
t – время (в секундах, с).

Если лампочка в 100 Вт горела целый час, то электрический ток совершил работу, равную 100 ватт-часам. Это огромная работа, она равносильна поднятию груза в 3,6 тонн на высоту 1 метр.



Как работают электроприборы от розетки?

В розетке протекает переменный ток (AC),
а не постоянный (DC).

Постоянный ток (DC)

используется в батарейках, портативных устройствах.

Напряжение – 220 вольт (В). Частота – 50 герц (Гц).

Постоянный ток (DC)

не поступает в розетку.
Напрямую подключить
устройство с постоянным
током к сети 220 В нельзя –
это вызовет перегрев, короткое
замыкание или взрыв батареи.

Для преобразования
переменного тока
в постоянный используются
специальные блоки питания.

Переменный ток

легко преобразуется в более
высокое или низкое напряжение
с помощью трансформаторов.

Постоянный ток

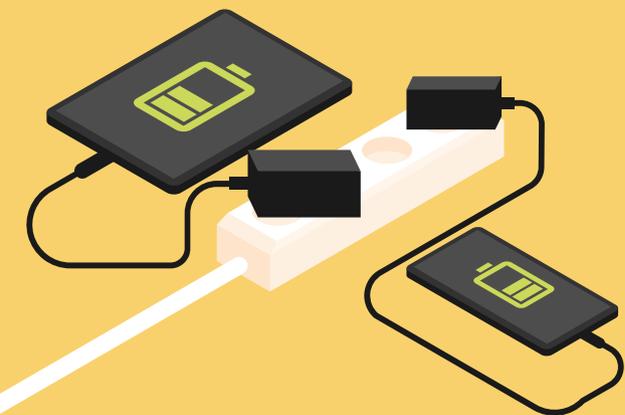
требует для этого сложных схем.





Электроприборы работают благодаря электрическому току, который вырабатывается на электростанции и по электрическим сетям попадает к нам домой.

Когда вы включаете прибор, электрическая цепь замыкается, открывается путь, позволяющий току проходить через устройство и приводить его в действие.



ЧТО МОЖНО СДЕЛАТЬ за 1 кВт·ч

ОСВЕЩЕНИЕ

1 ч горения лампочки 75 Вт

31 ч работы

люминесцентной

лампочки 32 Вт

ТЕЛЕВИЗОР

10 ч работы

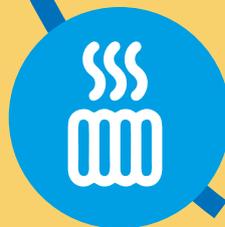
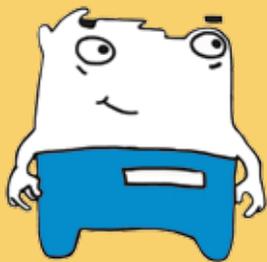
телевизора

ОТОПЛЕНИЕ

20 мин работы

электрообогревателя

мощностью 3 000 Вт





УТЮГ

24 мин работы утюга
мощностью 2 500 Вт



ОХЛАЖДЕНИЕ

1 ч работы кондиционера
мощностью 100 Вт



СТИРАЛЬНАЯ МАШИНА

28 мин работы
стиральной машины
мощностью 2 200 Вт



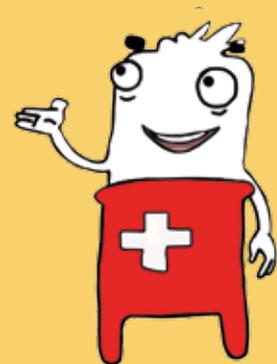
КОФЕВАРКА

11 чашек эспрессо



ПРИНТЕР

печать
1 113 страниц



ЧТО ТАКОЕ ТЭС



Электрическую энергию

можно получать из разных источников энергии (вода, солнце, ветер, тепловые недра Земли, биомасса, атом, топливо).



Тепловые электростанции (ТЭС)

вырабатывают электрический ток, сжигая топливо (уголь, газ, мазут, торф).



Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) –

это ТЭС, на которых, кроме электричества, вырабатывается и тепловая энергия.



Мосэнерго

вырабатывает 50% электрической энергии, потребляемой в Московском регионе, и обеспечивает около 90% потребностей Москвы в тепловой энергии.





Мосэнерго –
крупнейший
производитель
тепла в мире

МОЩНОСТЬ

МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ –
ЭТО ПАРАМЕТР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ
СПОСОБНОСТЬ ПРОИЗВОДИТЬ
ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ

*Сравним
рост мощности
электростанций
Москвы*

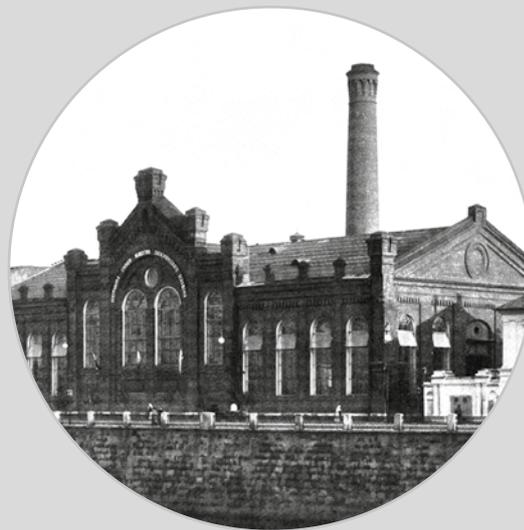
100 кВт



1888 год

Георгиевская, первая центральная
электростанция в Москве, выраба-
тывающая постоянный ток.

3 МВт



1897 год

Раушская электростанция,
первая в Москве, вырабатывающая
переменный ток.

1 МВт = 1 000 кВт
1 кВт = 1 000 Вт

Когда мы говорим о том, сколько энергии производит электростанция, мы используем такие единицы измерения, как ватты (Вт), киловатты (кВт), мегаватты (МВт) и гигаватты (ГВт). Выбор конкретной единицы зависит от размера и мощности самой станции.



Первая в мире тепловая электростанция (ТЭС) была построена в 1882 году в Нью-Йорке на Перл-Стрит (Манхэттен), мощностью 90 кВт. Самой мощной тепловой электростанцией в мире (6 600 МВт) считается китайская ТЭС Туокэтуо.

450 МВт



2007 год

Первый парогазовый энергоблок (ПГУ) в Москве на ТЭЦ-27 Мосэнерго.

1 840 МВт

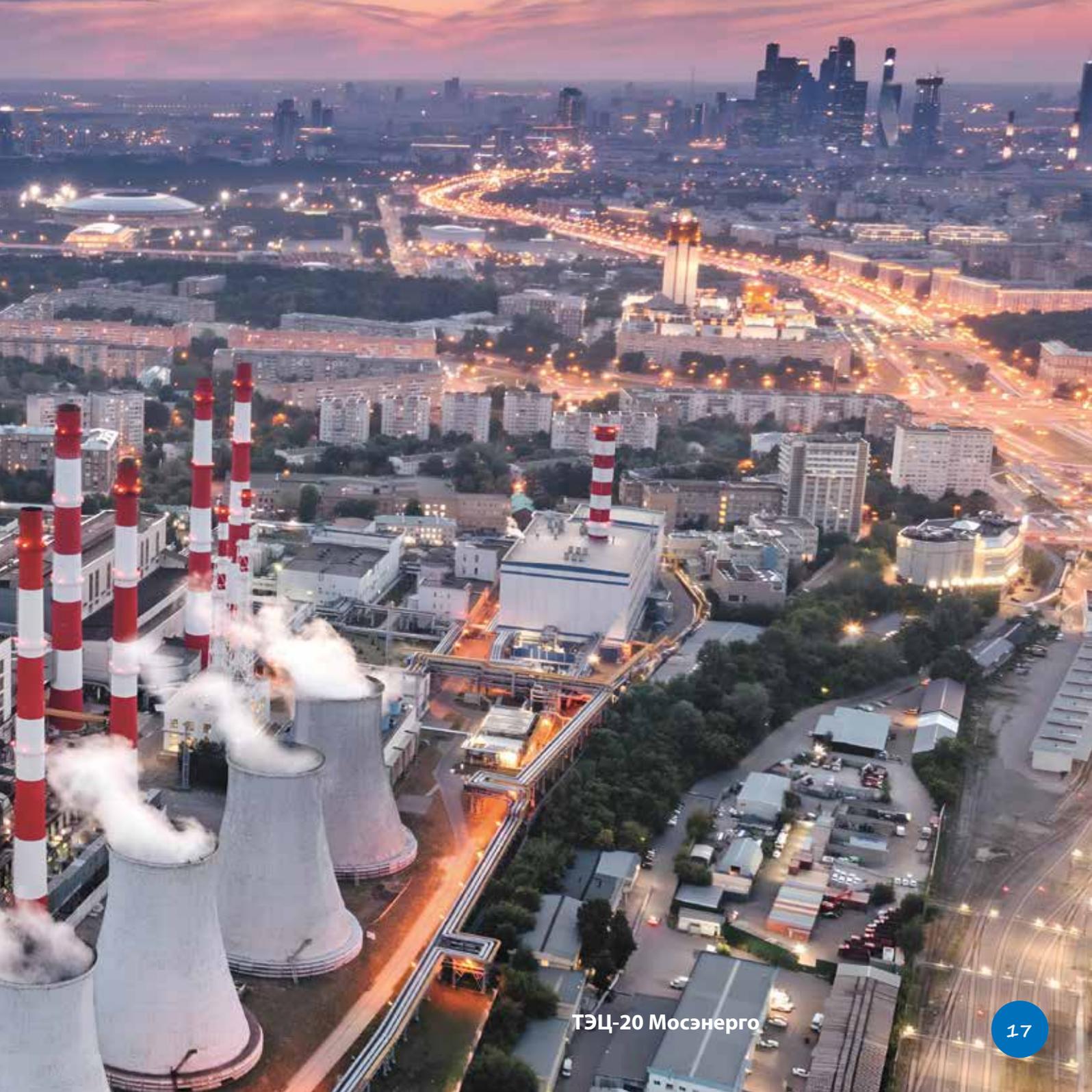


2025 год

Самая мощная в Москве ТЭЦ-26 Мосэнерго.







ТЭЦ-20 Мосэнерго

РАСПОЛОЖЕНИЕ

1887
1930

31 июля 1887 года был подписан контракт «Общества электрического освещения» на централизованное освещение Пассажа Постниковой. Первые электростанции строились около потребителей, т.е. в центре Москвы, **внутри Садового кольца**.



*Почему
ТЭЦ находятся
в черте города?*

1930
1960

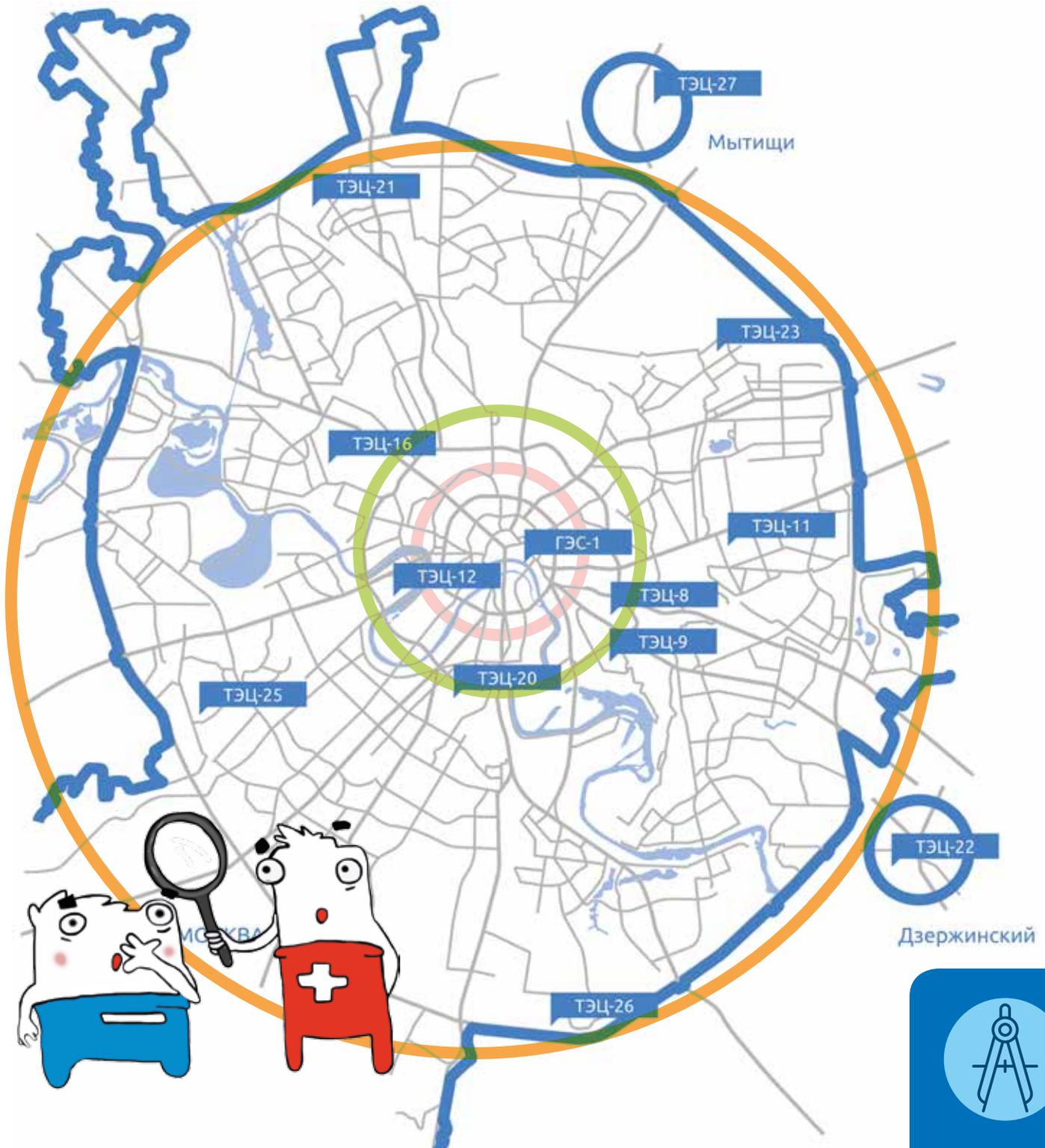
В 1930-е годы в Москве бурно развивалась теплофикация. Появились первые ТЭЦ. Их строили рядом с крупными промышленными предприятиями, **вблизи железнодорожного кольца** для подвоза топлива.

1960
1980

Идея создания Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) появилась в начале 1950-х годов. В 1960-е годы МКАД стала границей города. ТЭЦ возводили **около МКАД** для обеспечения электроэнергией и теплом новых районов города.

1980
н. вр.

ТЭЦ-27 была введена в 1992 году в городском округе Мытищи Московской области. Электростанция обеспечивает теплом и электроэнергией более миллиона потребителей Северного и Северо-Восточного округов столицы, а также города Мытищи.



ТЭЦ МОСЭНЕРГО

ТЭЦ-21

Крупнейший в Европе
производитель тепловой энергии



ТЭЦ-16

В 2014 году введён
ПГУ-420



ТЭЦ-12

Введена в эксплуатацию
в июне 1941 года



ТЭЦ-25

Оснащена теплофикационными
турбинами Т-250/300-240



ТЭЦ-8

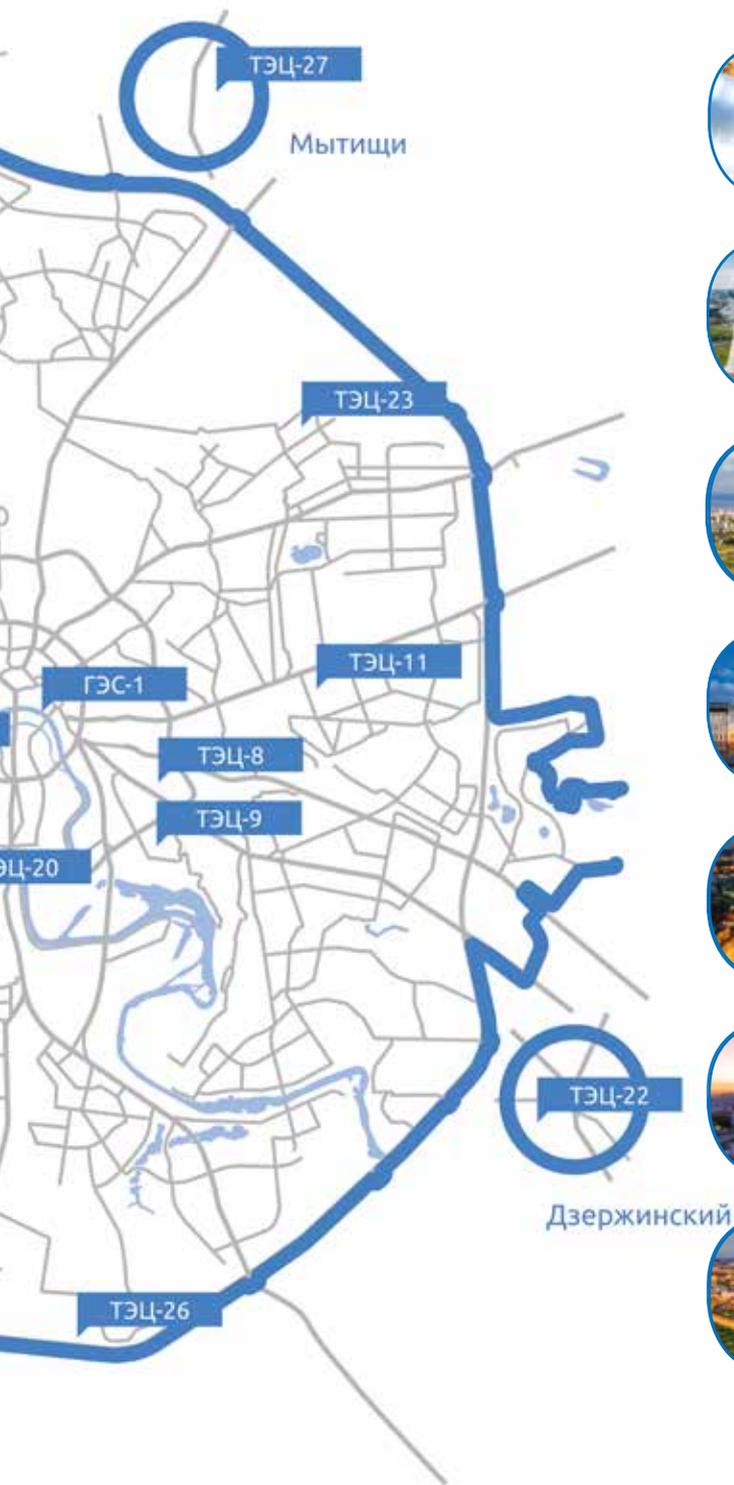
Первая ТЭЦ
высокого давления



ТЭЦ-26

Самая мощная
в системе Мосэнерго





ТЭЦ-20

На её территории находится Музей Мосэнерго



ТЭЦ-27

Самая экологически чистая в Европе



ТЭЦ-23

Внедряет передовые разработки по снижению шума



ГЭС-1

Старейшая действующая электростанция в России



ТЭЦ-11

Первая в стране оснащена отечественным оборудованием



ТЭЦ-9

Первая по внедрению котлов высокого давления



ТЭЦ-22

Единственная в Москве использует уголь как аварийное топливо



Мультфильм
«Как работает ТЭЦ»

Дымовые трубы

Котельное отделение

Вентиляторные градирни

Блок ПГУ



Башенные градирни

Водоподготовка

Турбинное отделение

Трансформаторы

Мосэнерго –
это завод
по производству
электроэнергии
и тепла

КАК РАБОТАЕТ ТЭЦ

основные принципы

А теперь
подробнее



1

Топливо

Тепловые электростанции используют уголь, газ, мазут, торф или иные горючие материалы с высоким уровнем теплоотдачи.

2

Сгорание топлива в паровом котле

В котёл попадает воздух, который служит окислителем в процессе сгорания топлива. Дымовые газы отводят через дымовые трубы.

3

Нагревание воды

Внутри парового котла химически обессоленная вода превращается в перегретый пар.

4

Подача пара на турбину

Пар приводит турбину во вращение.

5

Выработка электрического тока

Вращательное усилие от турбины передаётся генератору, который вырабатывает ток.

6

Преобразование электрической энергии трансформаторами

Через распределительное устройство трансформаторы отпускают электроэнергию электросетевым организациям, а они, в свою очередь, потребителям.

7

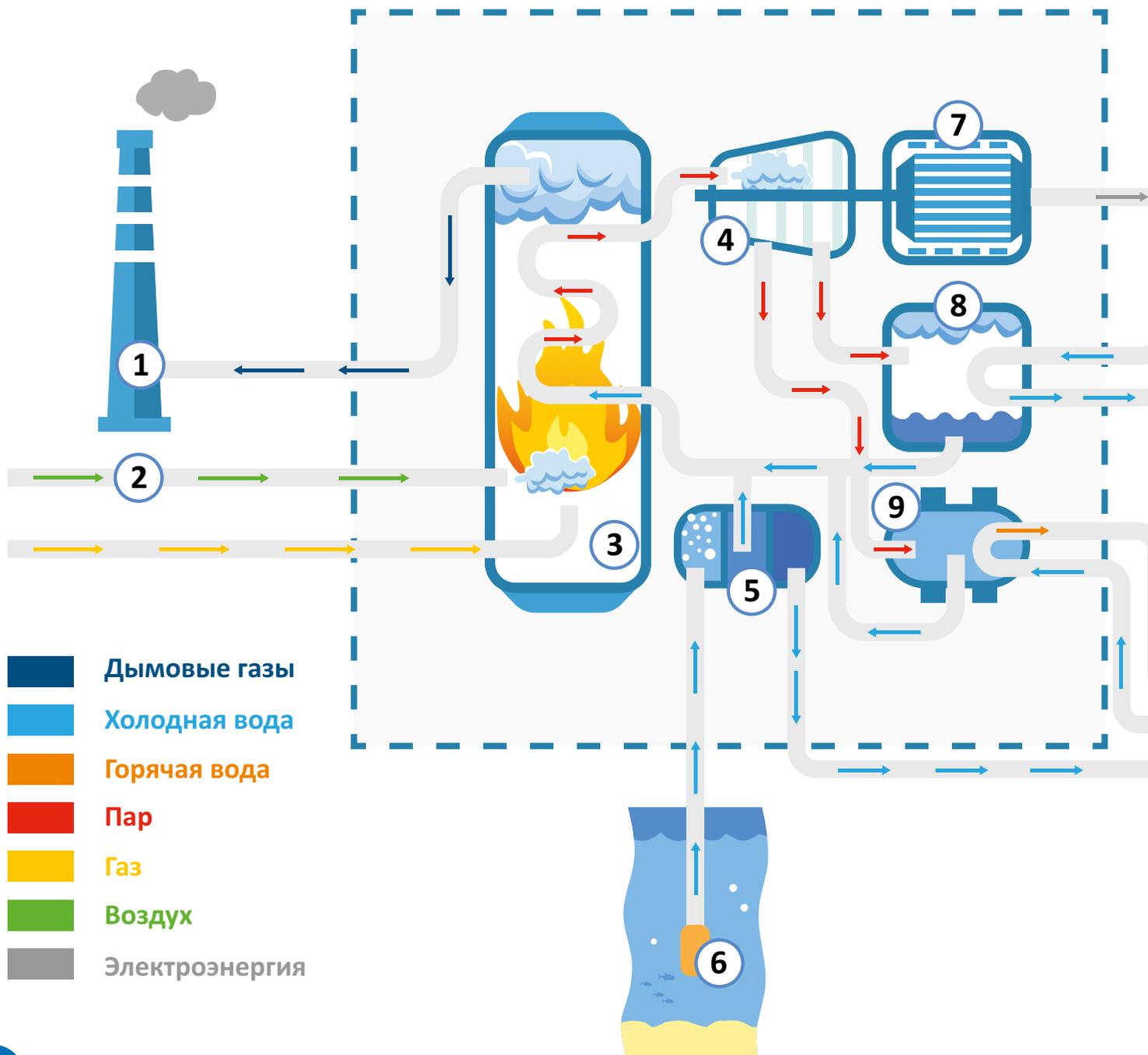
Охлаждение пара

Пар, прошедший через турбину, охлаждается водой из градирни, превращается в жидкость и отправляется обратно в паровой котёл. Это происходит в специальном устройстве – конденсаторе.

8

Теплоснабжение

Часть пара, пройдя турбину, направляется в бойлерные установки для нагрева воды, которая по магистрали подаётся в систему теплоснабжения – в тепловые пункты, где происходит теплообмен с водой, поступающей из домов.



- Дымовые газы
- Холодная вода
- Горячая вода
- Пар
- Газ
- Воздух
- Электроэнергия

СХЕМА

КАК РАБОТАЕТ ТЭЦ



1. Дымовая труба
2. Тягодутьевой механизм
3. Паровой котёл
4. Паровая турбина
5. Водоподготовительная установка
6. Рыбозащитное устройство
7. Генератор
8. Конденсатор
9. Подогреватель сетевой воды
10. Градирня
11. Повышающий трансформатор
12. Тепловой пункт
13. Линия электропередачи
14. Понижающий трансформатор
15. Потребители



Основное оборудование ТЭЦ:

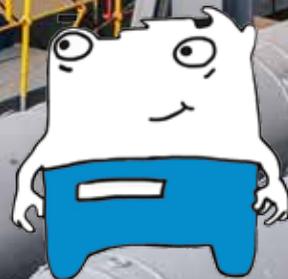
- котлоагрегат (котёл);
- паровая турбина;
- генератор.

Для выработки электроэнергии и тепла используется тепло, образуемое при сжигании топлива.



**Вспомогательное
оборудование ТЭЦ:**

- теплообменники;
 - насосы;
 - воздуходувки;
 - системы очистки и т.д.
- Обеспечивают надёжную
эксплуатацию основного
оборудования.

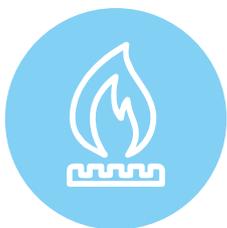


ТОПЛИВО

На ТЭЦ Мосэнерго
используется самое
экологически
чистое топливо –

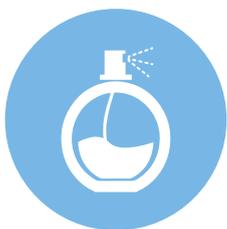
ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

*Это смесь
углеводородов,
преимущественно
метана,
с небольшими
примесями других
газов, добываемая
из осадочных горных
пород Земли*



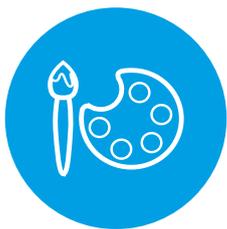
Калорийность

Показатель того, сколько тепла выделяется при сгорании одного кубометра газа. Средняя величина – от 7 600 до 8 500 ккал/м³.



Запах

Не имеет запаха.
Для облегчения возможности определения утечки газа в него добавляют одоранты – вещества, имеющие резкий неприятный запах (гнилой капусты, прелого сена, тухлых яиц).



Цвет

Бесцветный.
Пламя газовой горелки обычно голубого цвета. Это признак того, что реакция горения проходит до конца. Если пламя желтое либо оранжевое – это значит, что образуются продукты неполного горения, такие как угарный газ.



Вес

Легче воздуха почти в 2 раза, поэтому при утечке не собирается в низинах, а поднимается вверх.



**На ТЭЦ природный газ
поступает в ГРП**

Г А З

Является наиболее экологичным топливом, так как при его сгорании остаётся меньше всего вредных веществ.



Почему газ?

Имеет высокую температуру горения.

Относительно прост в добыче и транспортировке.

Газорегуляторный пункт (ГРП)
принимает газ из магистрального трубопровода под высоким давлением, снижает давление до безопасного уровня.
Газ проходит через механический фильтр для очистки от пыли.



СКАЗ ПРО ГАЗ



В I веке н.э. царь Персии

приказал перенести кухню к месту выхода газа на поверхность. Благодаря этому огонь на кухне был круглосуточно.



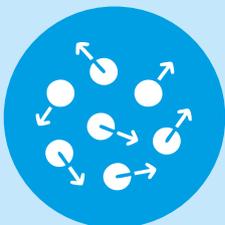
Факелы горящих газов

на побережье Каспийского моря служили маяками для моряков.



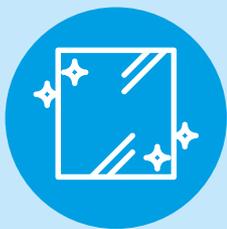
В Древнем Китае

для транспортировки газа от мест выхода на поверхность до потребителя строили бамбуковые газопроводы. По этим же трубам извлекали природный газ, который затем сжигали для испарения воды из раствора. Позже газ научились доставлять по бамбуковым трубам к жилищам для их обогрева.



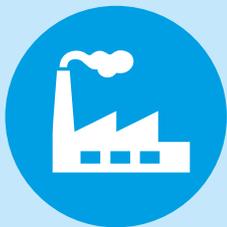
Слово «газ»

придумал фламандский химик Ян Баптиста ван Гельмонт (1577–1644) в 1650 году. Оно происходит от греческого слова «хаос».



В 1907 году

купец Мельников организовал рядом с Астраханской скважиной кирпичное и стекольное производство – так началось промышленное использование природного газа в России.



ГЭС-1 им. П.Г. Смидовича –

первая электростанция Москвы, которая стала использовать природный газ в качестве топлива. Произошло это в июле 1946 года.



Канарейки очень чувствительны

к содержанию в воздухе газа метана. Эту особенность использовали в своё время шахтёры, которые, спускаясь под землю, брали с собой клетку с канарейкой. Если пения давно не было слышно, значит следовало подниматься наверх как можно быстрее.



Чистый природный газ

самовоспламеняется при нагреве до 650 °С.



Если суммировать протяжённость

всех газопроводов Российской Федерации, то общий километраж превысит расстояние от Земли до Луны в 2 раза.



ВИДЫ ТОПЛИВА ТЭС

УЖЕ НЕ ИСПОЛЬЗУЮТ

Торф

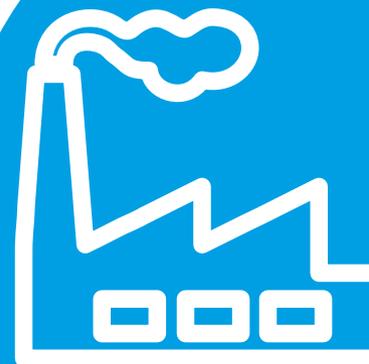
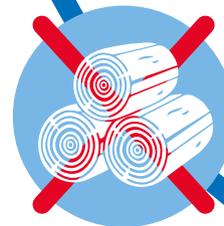
использовали в качестве топлива для ТЭС до 1980-х годов благодаря его составу – большому содержанию углерода и малому количеству серы, вредных примесей и негорючих остатков. Калорийность торфа зависит от его типа и формы и составляет около 2 500 ккал/кг.

Нефть

горючее полезное ископаемое, маслянистая жидкость со специфическим запахом, состоящая из углеводородов и неуглеводородных компонентов. Калорийность нефти – около 11 000 ккал/кг. В РФ запрещено использовать чистую нефть как топливо.

Дрова

содержат большое количество золы и сажи, что может привести к образованию отложений на поверхности оборудования и снижению эффективности его работы. Калорийность дров разных пород составляет около 2 000 ккал/кг.



Мосэнерго

РЕЗЕРВНОЕ И АВАРИЙНОЕ ТОПЛИВО



Уголь

содержит влагу. Часть тепла при сгорании тратится на нагревание и испарение воды. Калорийность разных типов угля: антрацит – 7 800 ккал/кг, каменный уголь – 8 000 ккал/кг, бурый уголь – 4 000 ккал/кг.

Мазут

нефтепродукт, вязкая жидкость тёмно-коричневого, иногда почти чёрного цвета. Калорийность – около 9 700 ккал/кг. В Мосэнерго используется только как резервное топливо.



Дизельное топливо

получается из керосино-газойлевых фракций прямой перегонки нефти. Калорийность – примерно 10 300 ккал/кг. В Мосэнерго используется только как аварийное топливо.



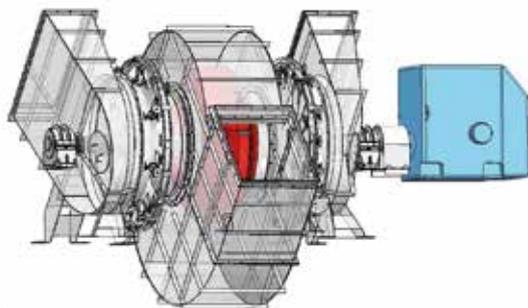
Гигакалория (Гкал) – единица измерения тепловой энергии, равная миллиарду калорий





Газ
(природный газ)
поступает на ТЭЦ
по газопроводу.

КАК РАБОТАЕТ



Чтобы газ лучше горел,
в котлах установлены
**тягодутьевые
механизмы.**

В котёл подается
воздух, который служит
окислителем в процессе
сгорания газа.

ТЭЦ



3

воздух

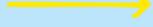


2

воздух



топливо

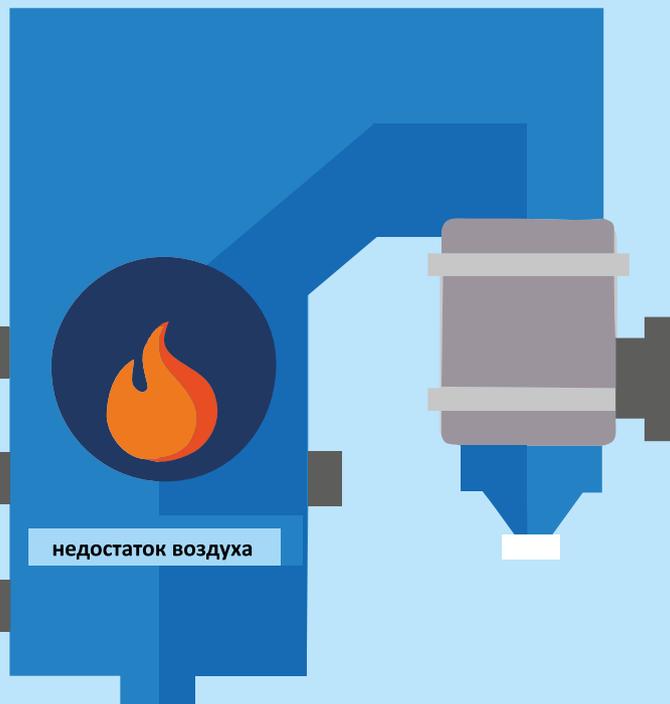
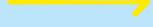


1

воздух

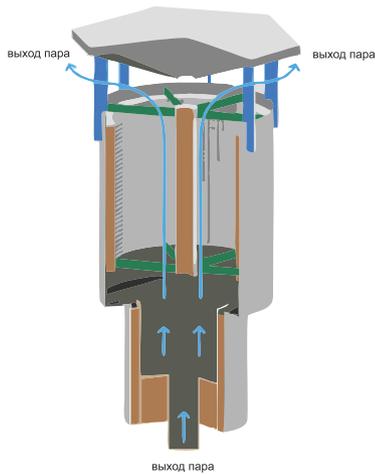


топливо

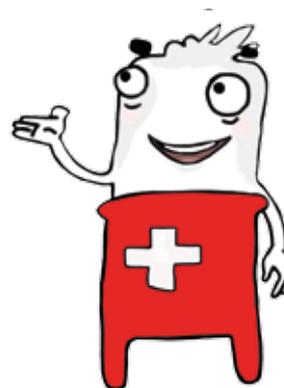


недостаток воздуха

При горении топлива выделяется тепло.

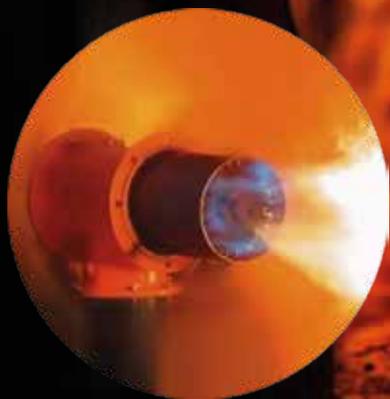


Для снижения уровня шума котла механизмы снабжены шумоглушителями.



ТОПКА КОТЛА

Газ подаётся
в топочную камеру
через газовую
горелку котла.

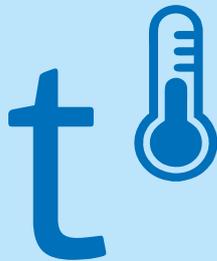


Горелка для котла – это устройство, которое обеспечивает смешение воздуха с топливом, подачу полученной смеси в камеру сгорания и сжигание, в процессе которого образуется постоянное факельное пламя.

Перед каждой горелкой установлена задвижка, что позволяет регулировать подачу газа или отключение горелки при малых нагрузках.

В камере сгорания сжигается топливо, создавая температуру до 1 500–1 600 °С.

Этот процесс обеспечивает тепло для нагрева воды.



Температура горения –

это температура, при которой вещество горит после воспламенения.

Она зависит от состава вещества и условий горения.



t горения дерева **1 000 °C**

t горения бензина **1 300 °C**

t горения природного газа **1 500 °C**

t горения магния **2 200 °C**



Что такое
горение?

Горение –

это химическая реакция.

Оно возможно только при наличии горючего вещества, окислителя и источника воспламенения.

Горение обычно сопровождается выделением теплоты и света.



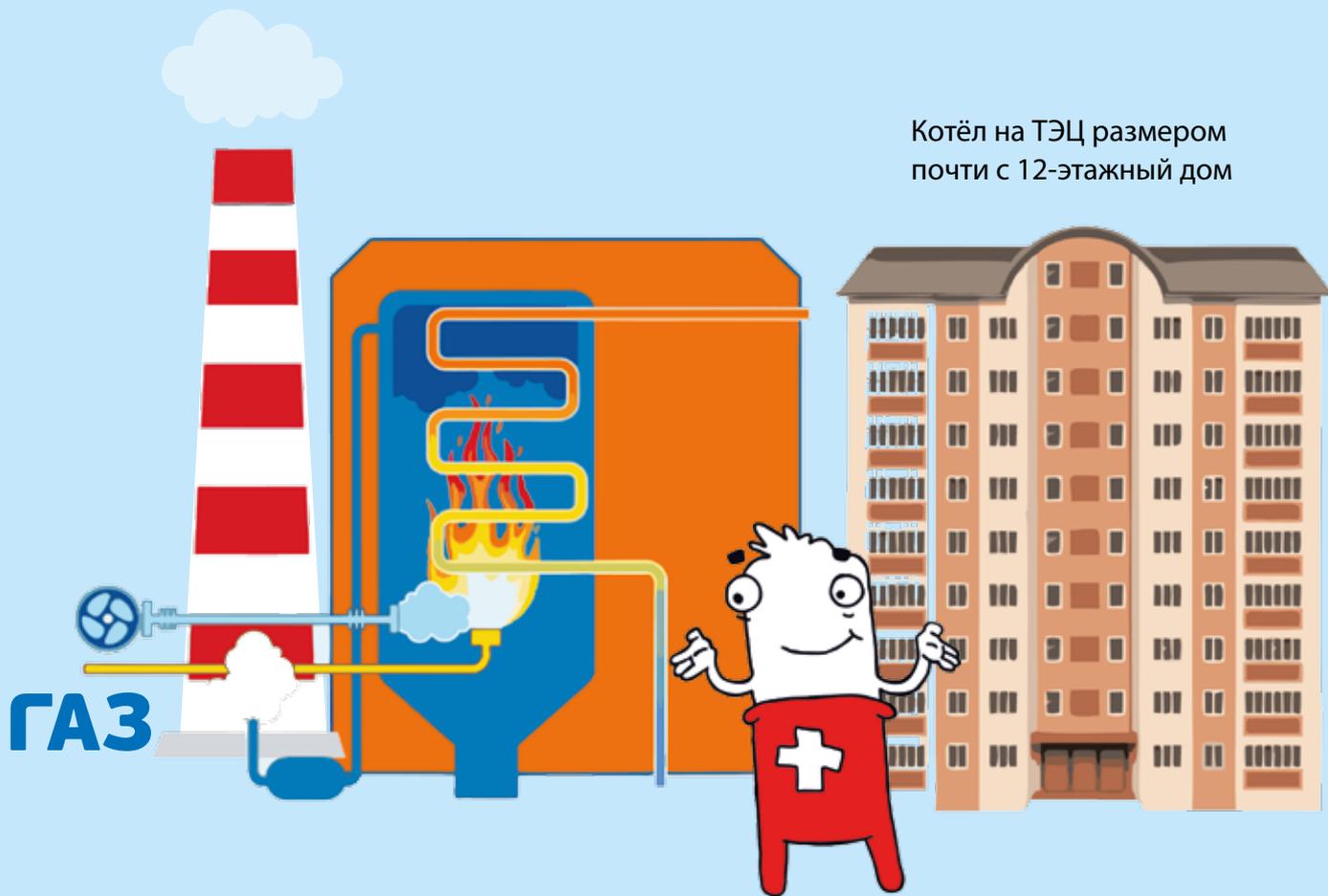


Горение
газа внутри
котла



КОТЁЛ

Котёл на ТЭЦ размером почти с 12-этажный дом



Паровой котёл ТЭЦ –

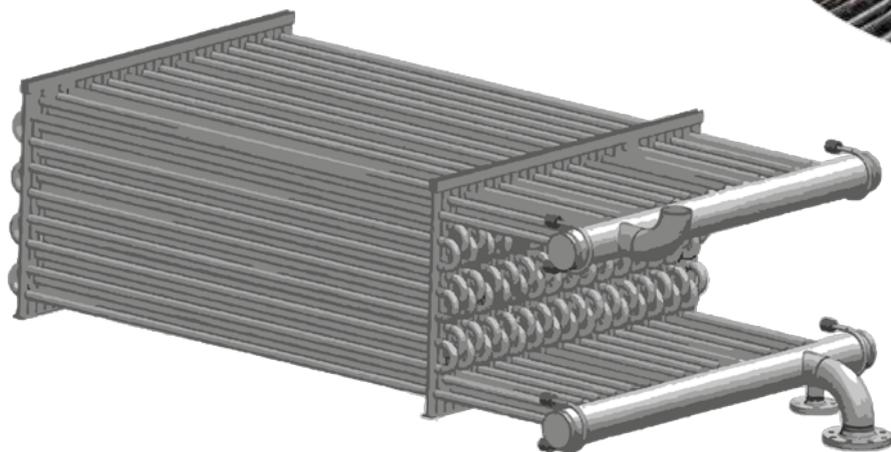
сложное инженерное оборудование, предназначенное для преобразования энергии топлива в пар высокого давления, который затем используется для вращения турбин и выработки электроэнергии, а также для отопления.

Горячие газы проходят вдоль труб, передавая тепло воде, которая циркулирует внутри труб. В результате вода нагревается до состояния кипения.

Пар проходит через специальные трубы, где его температура повышается до 500–550 °С, что необходимо для эффективной работы турбин.



Знаешь ли ты?



Змеевики –

спиральные или змеевидные трубки, которые увеличивают площадь поверхности для теплообмена. Длина одной трубки в среднем составляет 5–6 м.



Какие котлы на ТЭЦ?

На тепловых электростанциях (ТЭЦ) используются паровые и водогрейные котлы.

Они выполняют разные функции: паровые – производят перегретый пар, водогрейные – нагревают воду напрямую.



Самый крупный в мире паровой котёл установлен в Китае. Его высота – 104 м, диаметр – 68 м, глубина – 90 м. Пар в котле находится под давлением более 25 МПа, температурой выше 580 °С

Самый большой котёл в мире?





Перед попаданием в котёл воду специально химически подготавливают, удаляя из неё кислород, минеральные примеси, соли кальция и магния. Это необходимо, чтобы предотвратить накипь и коррозию в трубах котла и паропроводах.

100 лет назад на обслуживание котла требовалось 100 рабочих. Сегодня эту работу обеспечивает смена специалистов (4 человека).

Сколько специалистов обслуживают котёл?

Газы при нагревании расширяются и их плотность уменьшается.

Тяга в котле –

это направленное движение воздуха и продуктов сгорания через топку и дымоходную систему.

Горячий воздух стремится вверх, создавая область пониженного давления, которая затягивает новые порции свежего воздуха для поддержания горения.

ЧТО ТАКОЕ ТЯГА

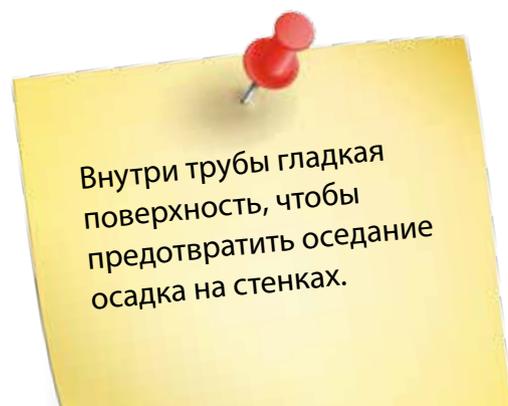
На силу и стабильность тяги влияют

Высота дымовой трубы –
чем выше, тем сильнее тяга.

Диаметр дымовой трубы
подбирается согласно мощности котла.

Температура наружного воздуха –
при холодной погоде тяга усиливается.

Влажность воздуха –
высокая влажность снижает тягу.



Для проверки тяги в газовом котле используют



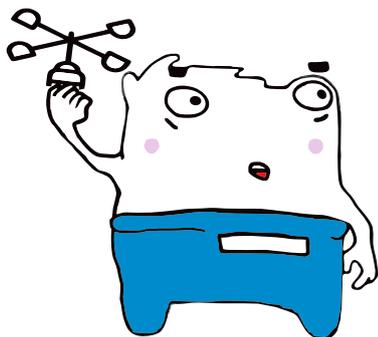
Визуальный контроль – наблюдение за пламенем горелки, равномерное голубое пламя указывает на нормальную тягу.



Анемометр – профессиональный прибор для точного измерения скорости воздушного потока.



Свечной тест – поднесение зажжённой свечи к дымоходу помогает определить направление движения воздуха.



К одной трубе могут
одновременно
подсоединяться
несколько
дымоходов.



Высота самой высокой дымовой трубы в Москве – 247 м. Она находится на территории ТЭЦ-23 Мосэнерго.

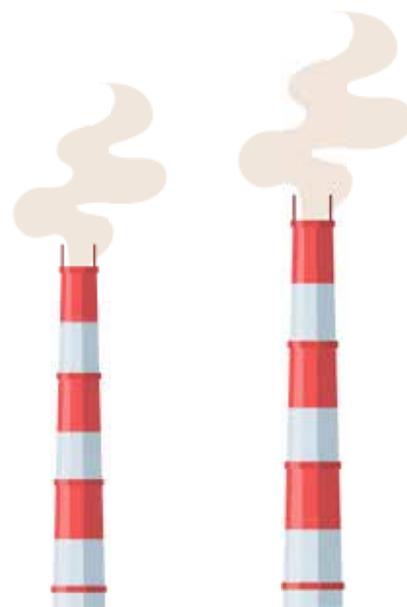
Самая высокая труба в Московской области размещена на ТЭЦ-27 Мосэнерго, её высота – 250 м.

Дымовые трубы ТЭЦ –

это часть котла. Они обеспечивают безопасный отвод продуктов сгорания топлива в атмосферу и создают необходимую тягу для правильной и безопасной работы котельного оборудования.

Чем выше труба,

тем лучше рассеивание выбросов. Это помогает заботиться об экологии и повышает эффективность работы котлов.



Труба
завода
80 м

Труба
котельной
45-80 м

Высота
МГУ
240 м

Труба
ТЭЦ-23
247 м

Труба
ТЭЦ-27
250 м

ДЫМОВАЯ ТРУБА

*Почему
трубы
полосатые?*

Белый цвет помогает сделать трубу более заметной на фоне голубого неба.

Красный цвет – сигнал опасности, который легко различим на фоне облаков.

Дымовые трубы ТЭЦ окрашены в красно-белые полосы по требованиям авиационной безопасности.

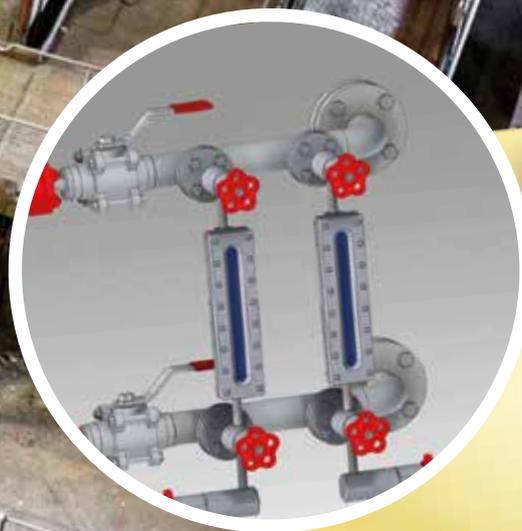


По данным Книги рекордов Гиннеса, самую высокую дымовую трубу в мире имеет Экибастузская ГРЭС-2 в Казахстане – 420 м.

Так выглядит котёл сверху



По показанию **манометра** можно определить давление в котле. Есть предохранительный клапан, который автоматически выпускает лишний пар, если давление в котле повысилось.



**Водоуказательные
стёкла –**
это устройства,
которые позволяют
визуально
контролировать
уровень воды
в паровых котлах.



ВОДА ДЛЯ ТЭЦ

Источники

Источниками воды могут быть реки, водохранилища, артезианские скважины.

Очистка

В здании химводоочистки ТЭЦ происходит очистка воды от механических примесей (ил, песок), микроорганизмов и различных солей жёсткости, далее она поступает на группы фильтров.

Фильтры

На одних фильтрах вода очищается для подпитки теплосети, на других – до уровня обессоленной воды и идёт на подпитку энергоблоков.



CaSO_4



MgCl_2



НУЖНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛА И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ



Качество

Для работы ТЭЦ вода как ресурс необходима в очищенном виде, чтобы не образовывалась накипь. Отложения ведут к перерасходу топлива, перегреву теплообменных поверхностей, коррозионному повреждению пароводяного тракта и, как следствие, к снижению КПД и надёжности работы энергоблоков.



Круговорот

Цикл по сетевой воде, используемой для горячего водоснабжения и теплофикации, замкнутый.



Экология

Для снижения отрицательного влияния ТЭЦ на водоёмы используют очистку сточных вод перед их сбросом, уменьшают количество использования сточных вод в цикле ТЭЦ.



ХИМВОДОЧИСТКА

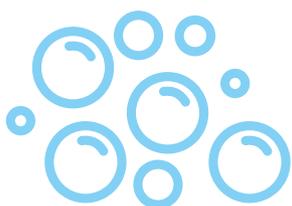
1 - ФИЛЬТР 1 ст.
№ 1 (пред.)



Химводоочистка (ХВО) на ТЭЦ –

процесс очистки воды до нужных параметров с помощью различных химикатов.

В промышленной энергетике и многих производственных циклах качество используемой воды напрямую влияет на эффективность, надёжность и долговечность оборудования.



ВОДА

Все этапы очистки проводятся в определённом порядке и контролируются автоматически.

Водоподготовка на ТЭЦ происходит в несколько этапов в зависимости от вида загрязнений.

На ТЭЦ ежедневно используют около 1 000 м³ воды в час.

1

Грубая очистка методом осаждения

происходит в аппарате под названием осветлитель. В него подаётся вода и реагенты – известковое молоко и сернокислое железо. В результате химических реакций из воды осаждаётся большая часть нежелательных примесей: кальций, магний, органические вещества.

2

Фильтры

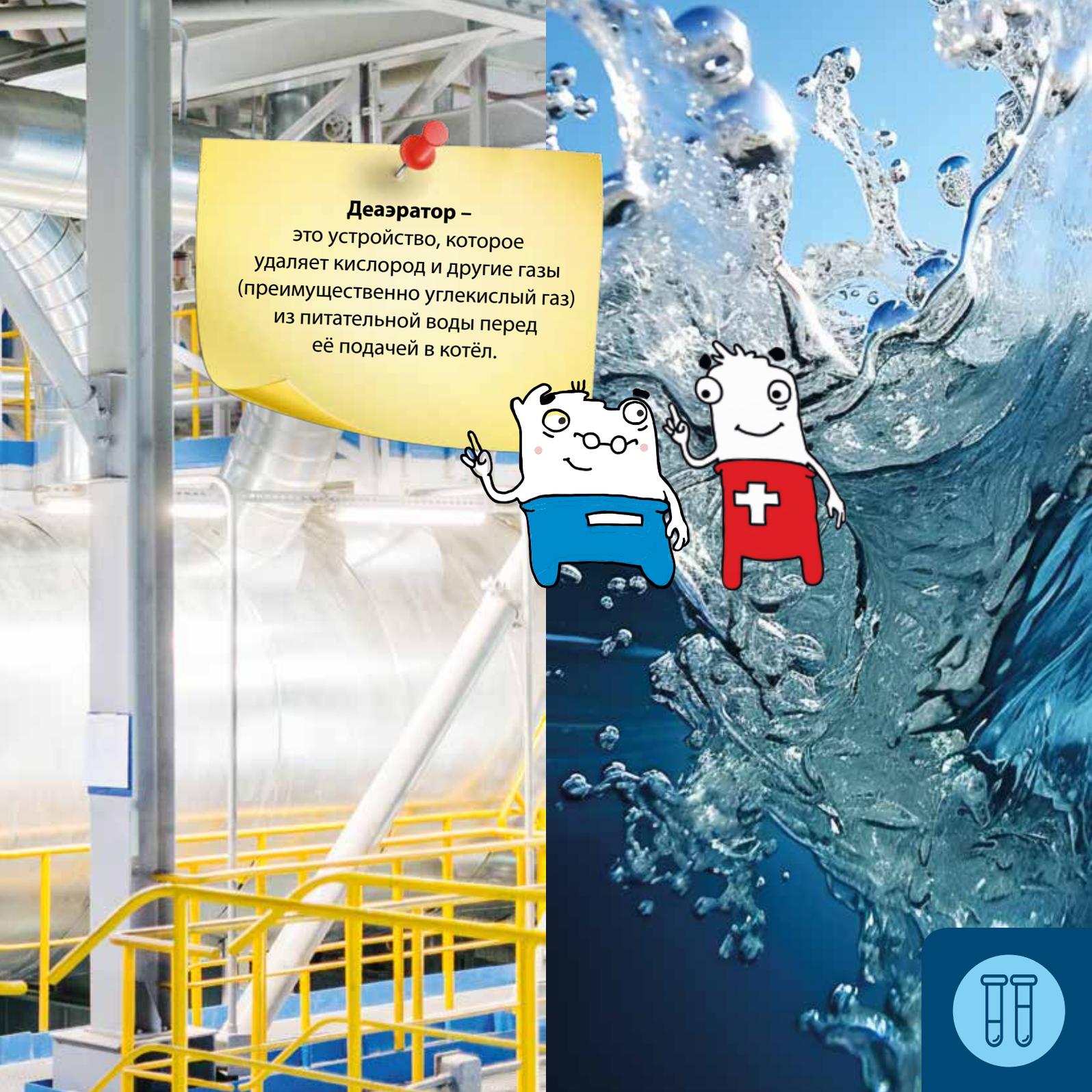
бывают осветлительные с активированным углем и ионитные, где избавляются от солей жёсткости.

3

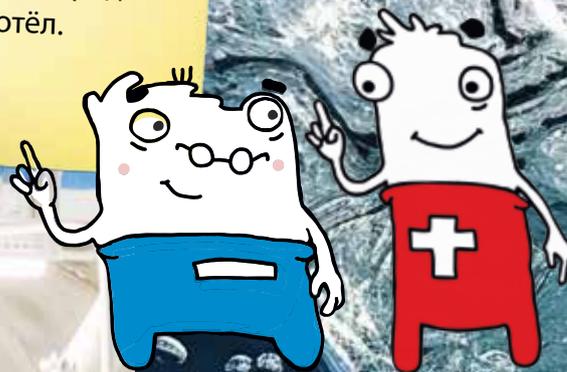
Обессоливание воды

происходит через специальные мембраны в установках термической деаэрации воды, где из воды удаляют растворённые газы кислород и углекислый газ.





Деаэратор –
это устройство, которое
удаляет кислород и другие газы
(преимущественно углекислый газ)
из питательной воды перед
её подачей в котёл.



t



Температура кипения – характеристика внутреннего состояния вещества, которая показывает степень его нагретости.



Что такое кипение?

В повседневной жизни температуру измеряют в градусах Цельсия (°C).

100 °C

точка кипения воды



Температура кипения воды

при нормальном атмосферном давлении (760 мм рт. ст.) составляет 100 °C.



На вершине Эвереста, расположенной на высоте почти 10 000 м, вода начинает кипеть при температуре всего 68 °C.

0 °C

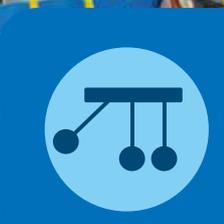
точка замерзания воды



При давлении около 4,6 мм рт. ст. вода кипит при температуре всего 0 °C.



На ТЭЦ вода закипает в трубках котла и становится паром с температурой более 500 °C.



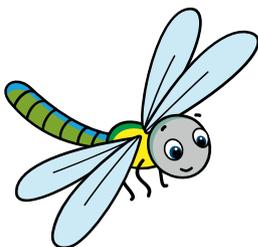
ПАР

Вода превращается в пар из-за перехода вещества из жидкого состояния в газообразное. Это процесс называется **испарением**.

На ТЭЦ используют перегретый пар с температурой, значительно выше критической (более 374 °С).



Мы можем сравнить кипение воды в котле с кипячением чайника, но физическая сущность этих процессов разная.



Испарение происходит при любой температуре.

Чем выше температура, тем больше быстро движущихся молекул имеют достаточную кинетическую энергию, чтобы преодолеть силы притяжения соседних частиц и вылететь за пределы жидкости.

Перегретый пар

нагрет до температуры, превышающей температуру кипения.

Пар высокого давления (насыщенный пар)

образуется в результате испарения жидкости.



Как образуется
пар высокого
давления?

В паровых котлах пар высокого давления образуется за счёт нагрева и испарения воды в ограниченном объёме с теплом сгорающего топлива.

Вода, находящаяся в газообразном состоянии, разогревается, что приводит к значительному увеличению давления пара.



ПАР
направляется
в турбину



ПАРОПРОВОД

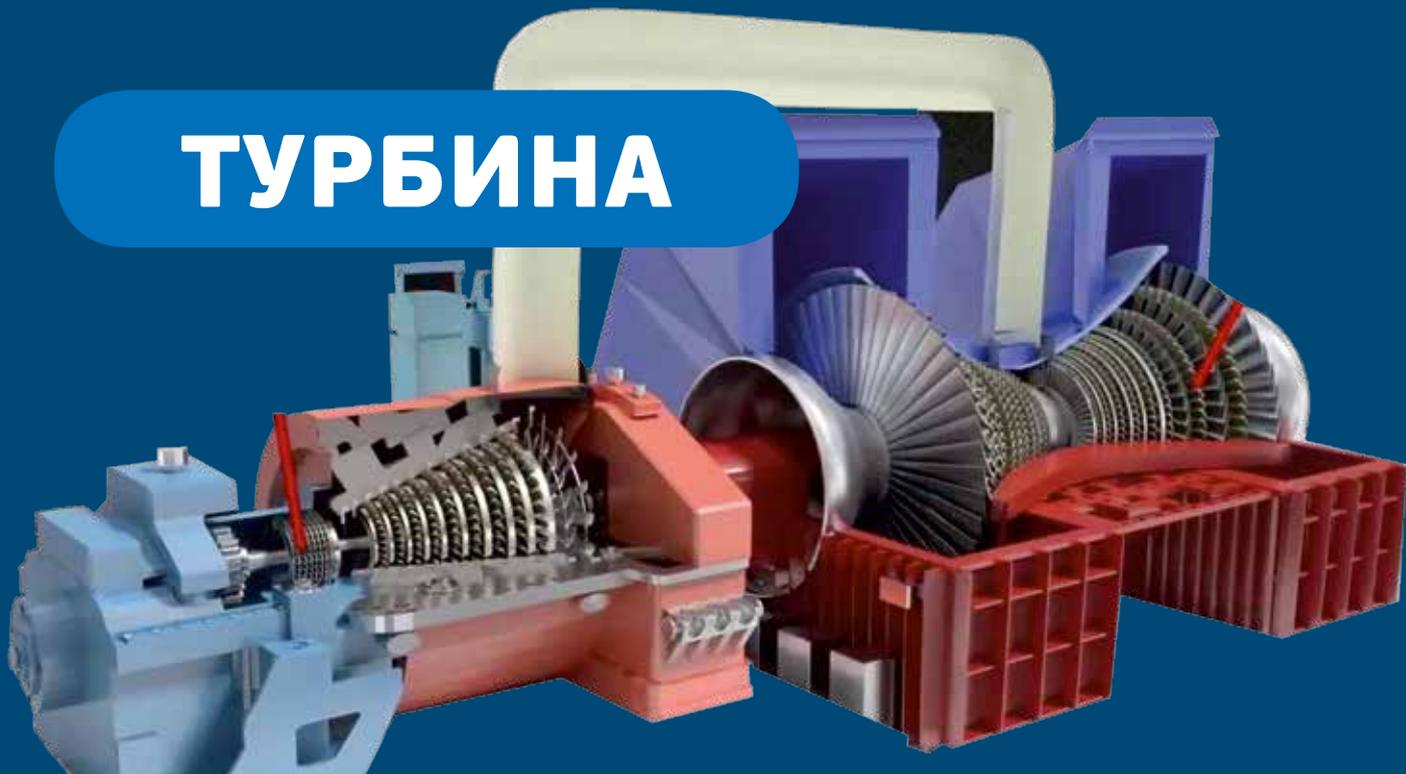




Паропровод высокого давления –
это трубопровод для транспортировки
пара высоких параметров ($t = 540\text{ }^{\circ}\text{C}$)
от парового котла к турбинам,
турбонасосам и другим
потребителям пара.



ТУРБИНА

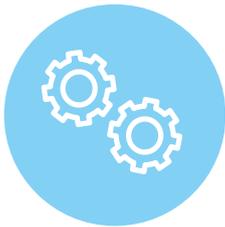


Теплофикационные паровые турбины

служат для одновременного получения электрической и тепловой энергии.

Энергия пара приводит во вращение лопатки и ротор паровой турбины, который связан с ротором генератора.

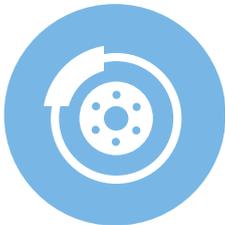




Паровая турбина

состоит из вращающейся части – **ротора** и неподвижной части – **статора**.

Корпус заканчивается выхлопным патрубком, через который отработавший пар отводится из турбины.



Ротор состоит из вала с рабочими колёсами, на которых установлены лопатки изогнутой формы. Перед диском имеется сопло, из которого пар поступает на рабочие лопатки турбины.

Пар вращает вал турбины со скоростью 3 000 оборотов в минуту или 50 оборотов в секунду.



Энергия давления пара, вытекающего с большой скоростью из сопел, сначала преобразуется в кинетическую энергию, а затем, на лопатках ротора, в механическую энергию вращения вала.



Самая мощная в мире паровая турбина Т-295/335-23,5 была установлена в Мосэнерго в 2022 году на ТЭЦ-22 им. Н.И. Серебряникова

На ТЭС используют разные виды турбин:
конденсационные и теплофикационные.

Теплофикационные турбины имеют один или несколько регулируемых отборов пара, в которых поддерживается заданное давление. Служат для одновременного получения электрической и тепловой энергии. Часть пара используется не только для работы паровой турбины, но и направляется в систему отопления или для горячего водоснабжения.

Конденсационные турбины предназначены только для производства электрической энергии. Отработанный пар поступает в конденсатор, в котором поддерживается вакуум. Механическая энергия вращения турбины передаётся на электрогенератор, который вырабатывает электричество.



На мощность паровой турбины влияют

Параметры пара –

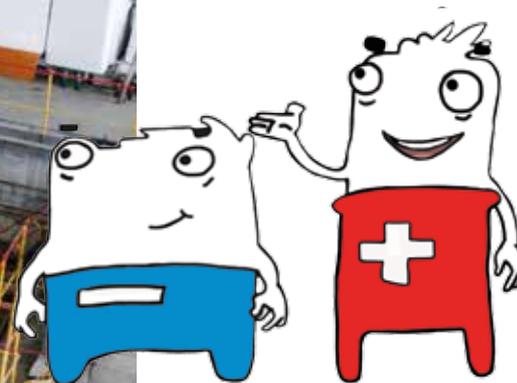
давление, температура и влажность пара. Более высокое давление и температура увеличивают мощность, тогда как высокая влажность может снизить эффективность.

Конструкция турбины –

размер и количество ступеней, тип сопел и лопаток, материал, из которого изготовлена турбина.

Скорость вращения –

более высокая скорость вращения приводит к увеличению мощности, но при этом необходимо учитывать допустимые пределы прочности материалов и механические ограничения.

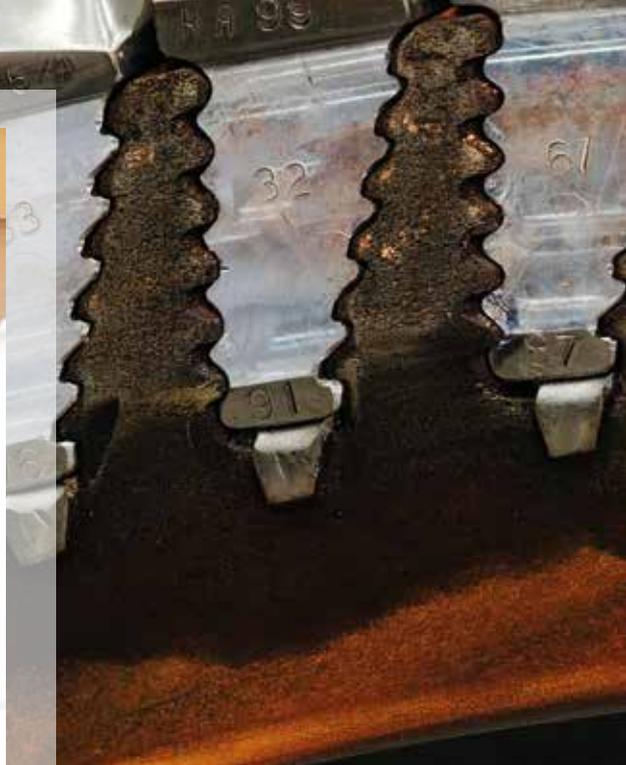


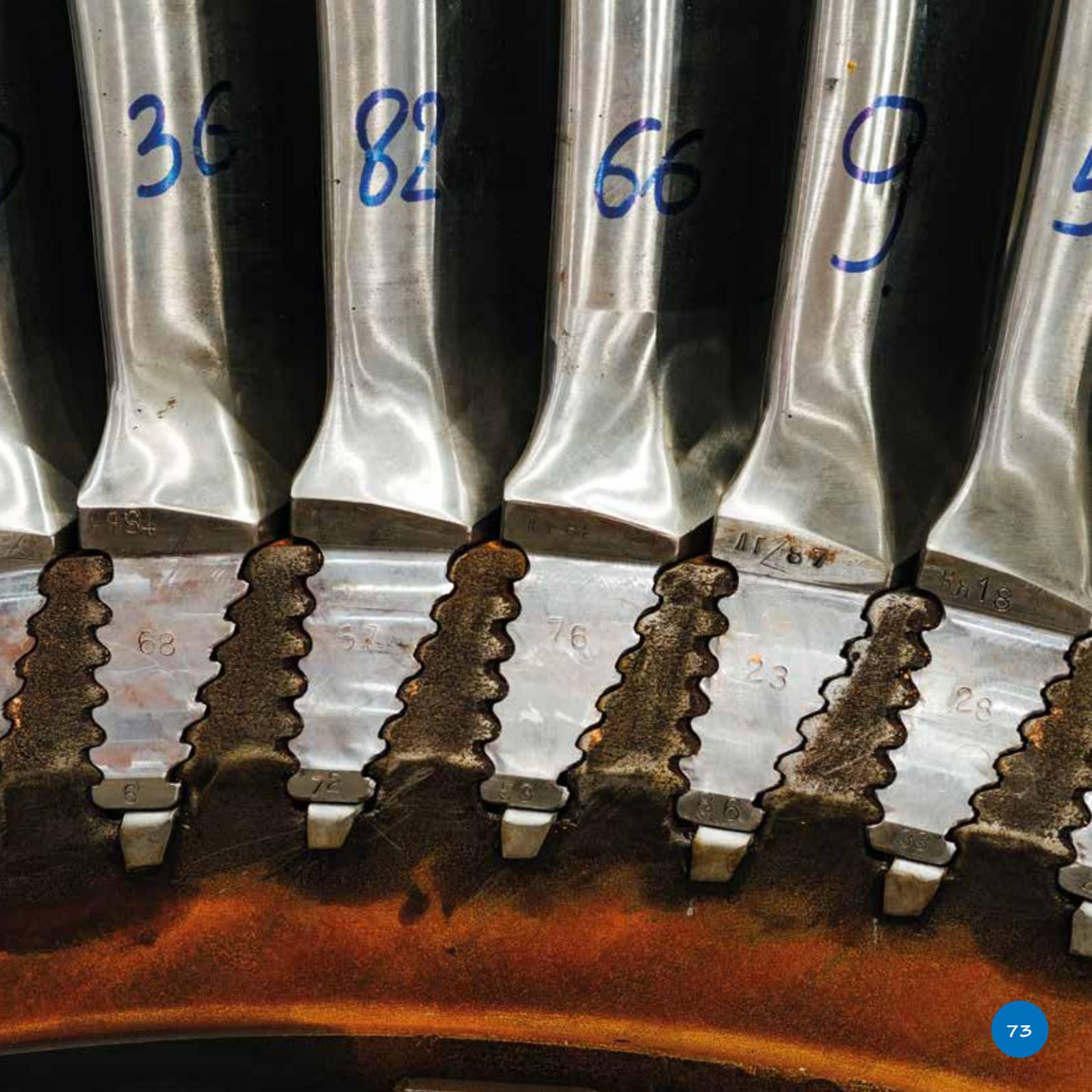
Паровые турбины оснащены

рабочими и направляющими лопатками, которые превращают энергию пара в работу на валу.

Лопатки расположены ступенчато вдоль оси ротора, направляющие лопатки при этом неподвижно закреплены в корпусе, а рабочие лопатки вращаются вместе с валом.

Размеры лопаток паровых турбин зависят от мощности самой турбины, при этом их длина увеличивается от первой ступени к последней, а на каждой ступени лопатки одинаковой длины размещаются радиально оси ротора.





ЛОПАТКИ ТУРБИНЫ



*Длина самой
маленькой лопатки – 20 мм.*

*В компании Джeneral Электрик
в 2021 году заявили, что сделали
самую длинную в мире лопатку
190,5 см.*



Увидеть турбину
в разборе можно только
при монтаже или
проведении ремонтных
работ





Для эффективной работы турбины необходима смазка – **масло** создаёт масляную плёнку между движущимися частями турбины, уменьшая трение и износ.

Масло подаётся насосами из масляного бака, установленного на нижней отметке конденсационного помещения.

Оно помогает отводить тепло, образующееся при работе турбины, предотвращая перегрев и повреждение.

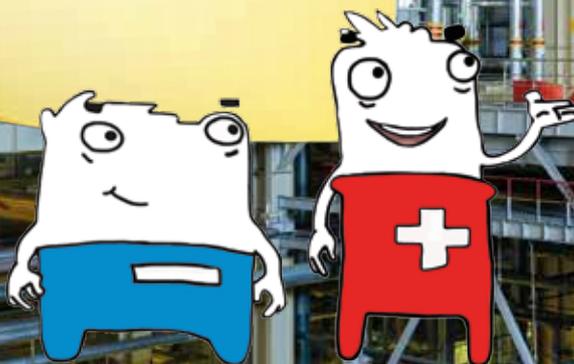
Масло защищает металл от коррозии.







Машинный зал –
сердце
электростанции





Машинный зал –

одно из самых больших помещений ТЭЦ.

Машинные залы тепловых электростанций могут быть закрытыми, полукрытыми или открытыми в зависимости от степени закрытия основных агрегатов (турбин и котлов).

Тип компоновки зависит от вида топлива, способов его подачи и подготовки.

Восхищают размер машинного зала, высота потолка и количество разного оборудования.

Внутри машинного зала достаточно шумно, чувствуется вибрация оборудования.



TG-5
T-105/110-130.7

Хорошо там,
где следят
за техникой

Забывая о пожарной
безопасности,
ты играешь с огнем



Тех. ошибок
не прощает

ТЭЦ-8

На ТЭЦ можно увидеть
много приборов.
Операторы следят
за их показаниями.







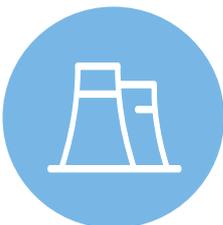
Первое, что слышишь,
подходя к градирням, –
шум воды, а потом, через
жалюзи, видишь
«водопад». Тонны воды
падают вниз.

ГРАДИРНЯ



Градирня –

это установка для охлаждения воды, используемой для отведения тепла от технологического оборудования в системах оборотного водоснабжения.



Отработавший в турбине пар направляется в **конденсатор**.

Внутри конденсатора непрерывно циркулирует холодная вода, которая охлаждает пар и превращает его в конденсат. Охлаждающая вода за счёт тепла пара нагревается.



Нагретая вода идёт на градирню, где охлаждается. Вода под напором поднимается вверх, водопадом падает вниз в аванкамеру и возвращается в конденсатор для охлаждения пара.



Вода в башенных градирнях охлаждается атмосферным воздухом. В результате выделяются мелкие капли, которые мы и видим над градирней в виде облаков. Для снижения капельного уноса градирни оснащены **водоуловителями**.

На ТЭЦ используются **башенные, вентиляторные** и **сухие** градирни.

При высокой температуре
и низкой влажности процесс
охлаждения проходит
медленнее.

В холодное время года
эффективность охлаждения
высокая.

Так выглядит
башенная
градирня снизу

Башенные градирни

работают на естественной тяге, не требуют электроэнергии для создания воздушного потока. Высота таких градирен – от 50 до 200 метров.

Вентиляторные градирни (вентиляторы)

используют принудительную тягу, более компактны. Типичная высота таких градирен – от 8 до 25 метров.

Сухие градирни –

это устройство для отвода тепла от жидкости в окружающий воздух без использования испарения.



ТЭЦ-26 Мосэнерго

Самая высокая градирня в мире высотой 202 метра построена для индийской ТЭС Калисиндх



Сухая градирня на ТЭЦ-12 Мосэнерго



СХЕМА РАБОТЫ БАШЕННОЙ ГРАДИРНИ

Градиря имеет:

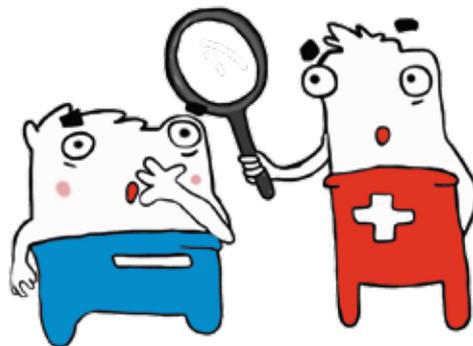
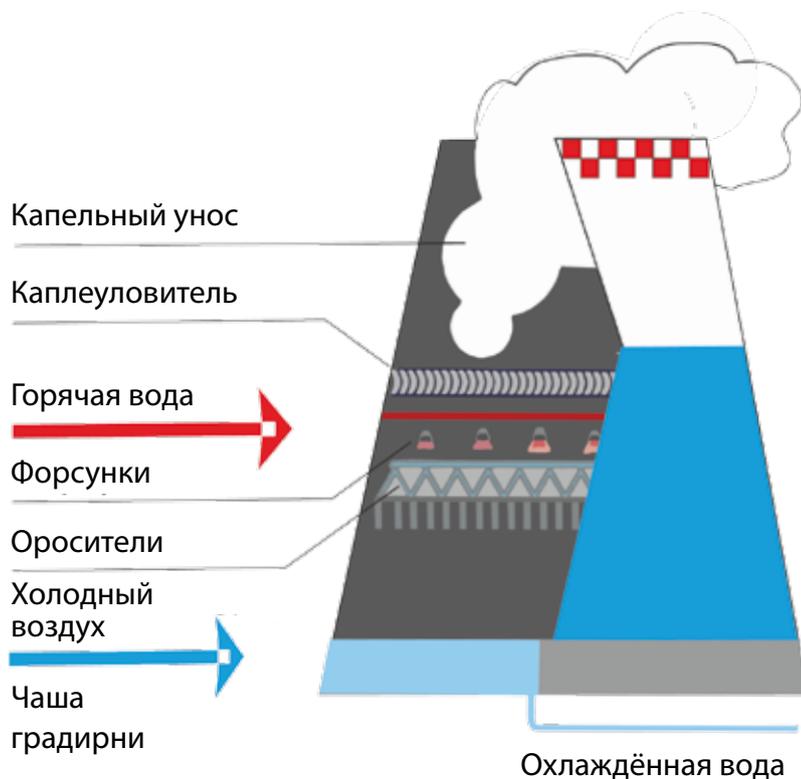
Корпус – чаще всего изготавливается из стали или железобетона, обеспечивает устойчивость конструкции.

Воздухозаборные жалюзи – регулируют поток воздуха.

Оросители – равномерно распределяют воду для эффективного охлаждения.

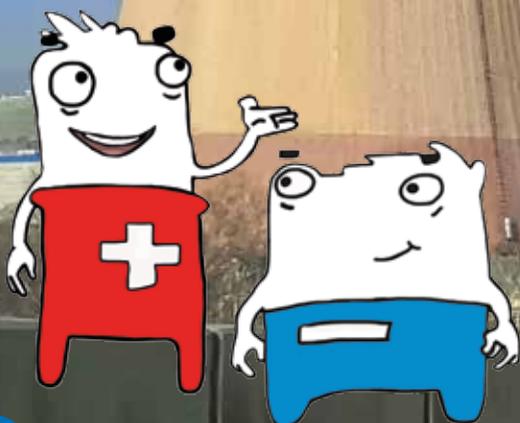
Каплеуловители – предотвращают вынос капель воды с воздушным потоком.

Бассейн сбора воды – в основании градирни, куда поступает охлаждённая вода перед возвращением в технологический цикл.



Количество градирен (охладительных башен) на ТЭЦ зависит от технико-экономического расчёта, учёта климатических условий и особенностей эксплуатации.

На ТЭЦ-21 Мосэнерго 10 градирен, это самое большое количество на ТЭЦ Москвы.





Здесь
рождаются
облака!



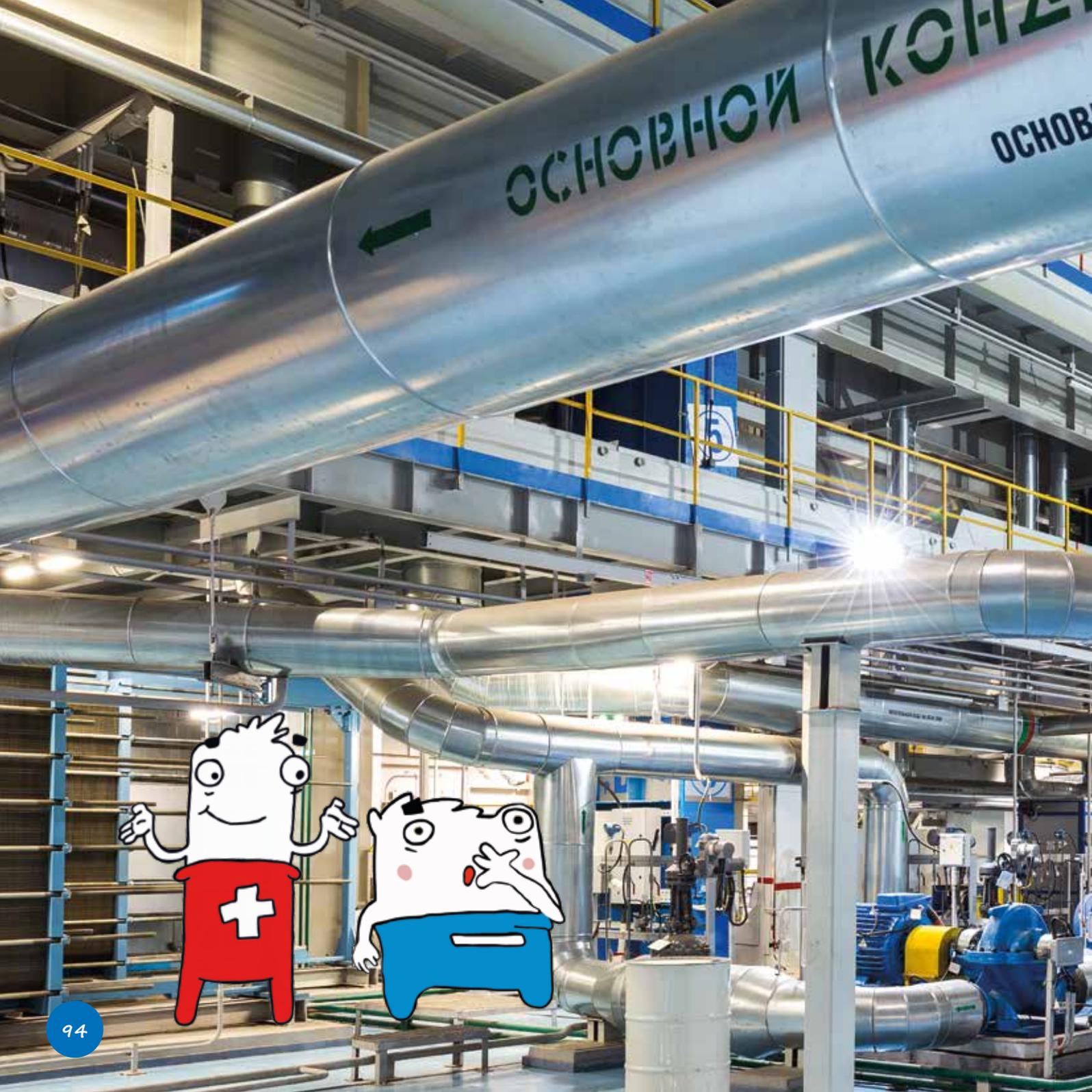
Почему облака
не падают?

Потому что водяной пар
легче воздуха?

Это так, но облака не состоят
из водяного пара.
Водяной пар бесцветный.

Облака белые – они состоят
из воды в раздробленном
состоянии – из капелек
диаметром 0,001 мм.

Облака не плавают,
а очень-очень медленно
падают на землю.



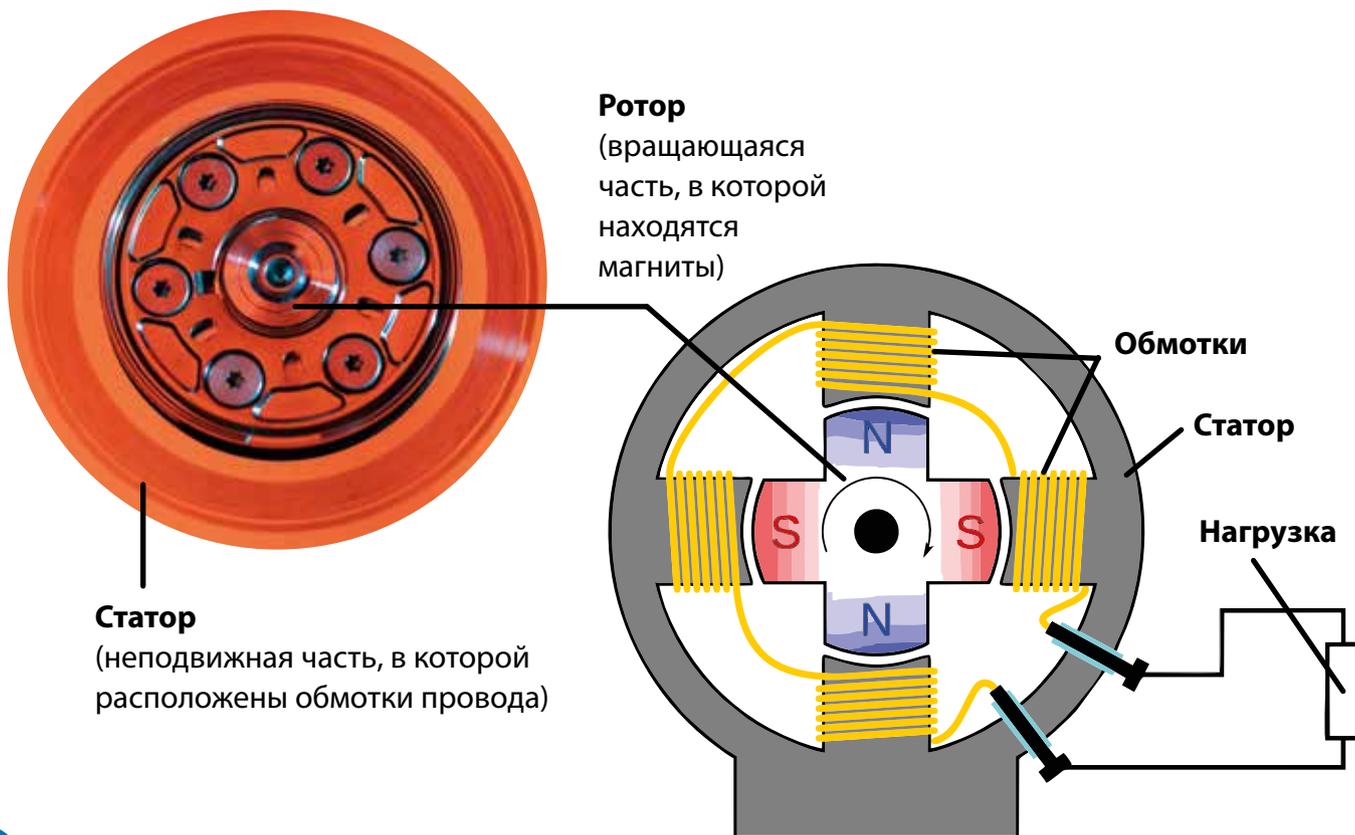
ной конденсат до т

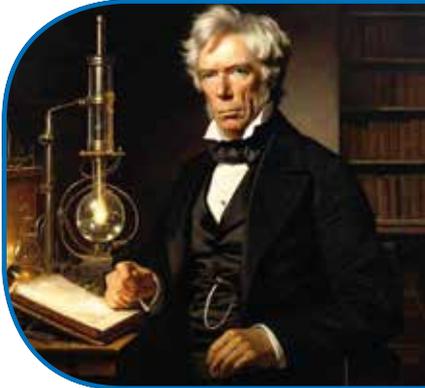


ГЕНЕРАТОР

КАК РОЖДАЕТСЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ?

Генератор – это установка по выработке электрического тока путём преобразования механической энергии в электрическую





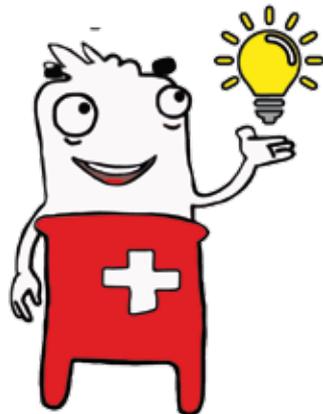
Майкл Фарадей

Процесс выработки электричества в генераторе основан на законе электромагнитной индукции, открытом Майклом Фарадеем.

Закон гласит, что при изменении магнитного поля в проводнике возникает электрический ток.



Как заставить магнитное поле оставаться в движении и какую силу использовать?

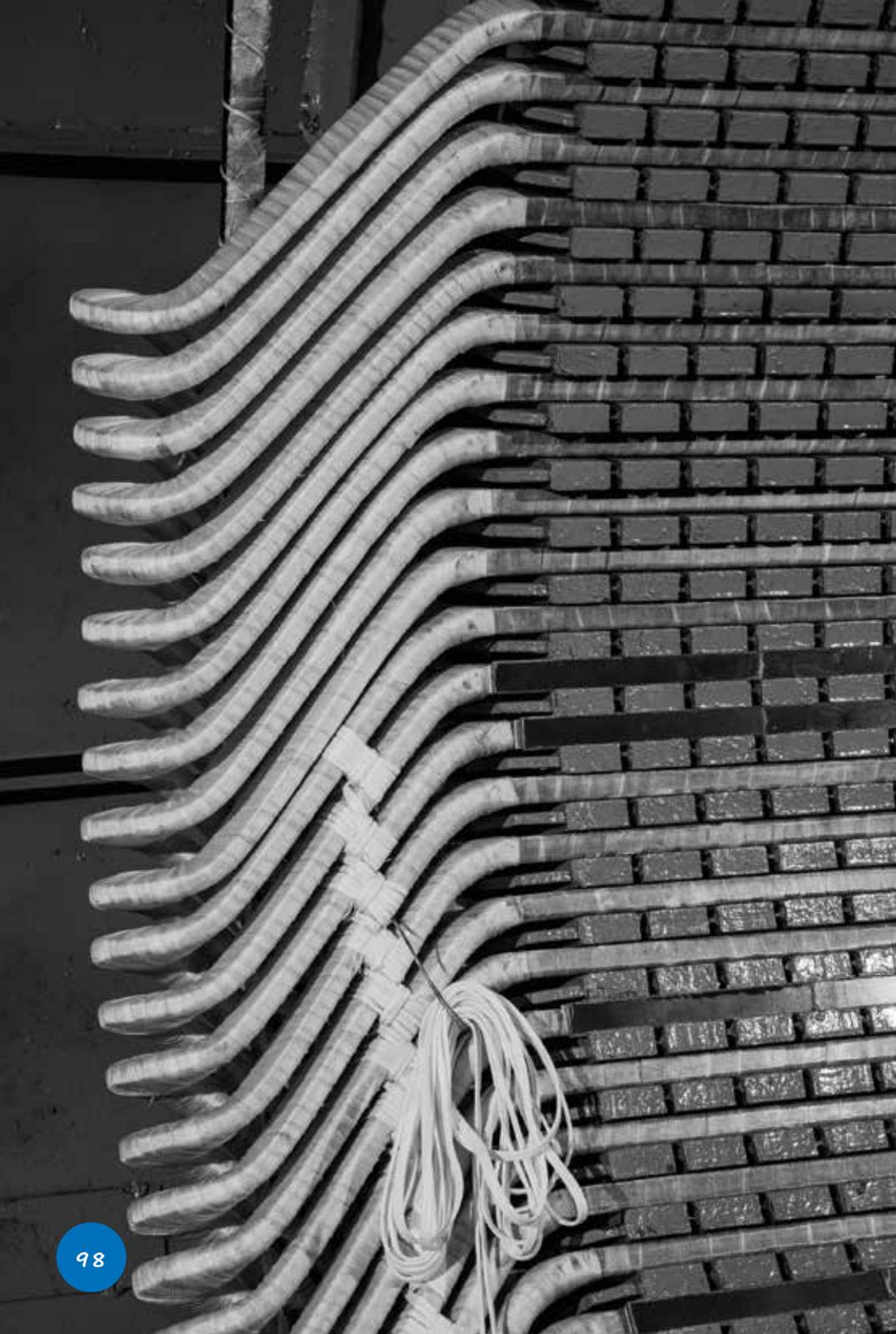


Ток (движение электронов) увидеть невозможно, но можно наблюдать его проявления: нагрев проводника, свечение лампы, искрение при разрыве цепи.

Вал ротора приводится во вращение – образуется переменное магнитное поле.

Проникая в неподвижную статорную обмотку, оно создаёт электродвижущую силу.

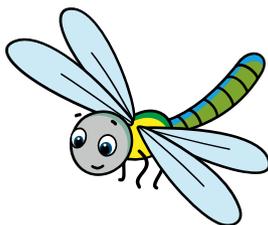
В результате на выходах из статора **возникает переменный электрический ток** частотой 50 Гц.



A large industrial generator stator is shown from a low-angle perspective, looking down its length. The stator consists of numerous radial slots, each containing a coil of copper wire. The coils are arranged in a repeating pattern, creating a dense, textured appearance. The metal is a reddish-brown color, likely due to oxidation or paint. At the bottom center, a circular opening reveals the rotor assembly, which is a complex of metal parts with a central hub and several bolts. A yellow sticky note is pinned to the stator with two red pushpins. The note contains text in Russian. The background is a dark, slightly blurred industrial setting.

Обмотки (катушки)
генератора обычно
наматывают вручную.
Процесс требует
аккуратности
и соблюдения схемы
намотки.

ОРУ



Открытое распределительное устройство (ОРУ) –

это измерительные приборы, выключатели, разъединители и др., соединённые между собой сборными шинами. Используется на ТЭС для приёма, распределения и безопасной передачи электроэнергии от генераторов к потребителям.

Выключатели –

для включения и отключения токов в нормальных и аварийных режимах.

Разъединители –

создают видимый разрыв цепи при отсутствии тока, обеспечивают безопасность при ремонтных работах.

Измерительные трансформаторы –

преобразуют высокие напряжения и токи в более низкие для измерения и защиты.

Сборные шины –

проводники, по которым электрическая энергия передаётся между различными элементами ОРУ.

Ограничители перенапряжений –

защищают оборудование от грозовых и коммутационных перенапряжений.









ТРАНСФОРМАТОР



Повышающий трансформатор – повышает напряжение на вторичной стороне (выход) по сравнению с первичной стороной (вход).

Понижающий трансформатор – понижает напряжение в сети до нужного значения, оставляя частоту неизменной.

Через повышающий трансформатор и понижающую трансформаторную подстанцию электроэнергия по линиям электропередач (ЛЭП) поступает потребителям.

Материал, по которому движется электрический ток, называют **проводником**. Для проводов чаще используются медь и алюминий.

Ток бежит по проводам со скоростью света (около 300 000 км/ч). Поэтому электричество оказывается в наших домах практически мгновенно.

Трансформаторы используются на теплоэлектростанциях (ТЭС) для преобразования электрической энергии, вырабатываемой генераторами, и передачи её в энергосистему.



ЛЭП

Передача электричества производится с помощью линий электропередач (ЛЭП).

Линия электропередачи (ЛЭП)

предназначена для передачи электроэнергии на расстояния от источников генерации (ТЭЦ) к конечным потребителям.

Протяжённость сетей в Москве – **более 50 000 км.**

Воздушные
линии (ВЛ)

ВЛ

10 кВ

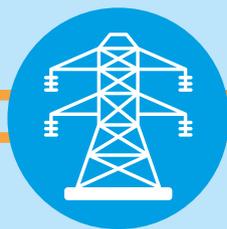


ТЭС

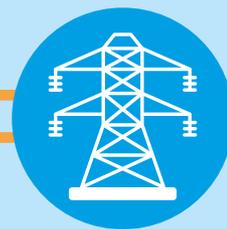


**Подстанция.
Повышающий
трансформатор**

500 кВ



**Высоковольтная
линия передачи**



Кабельные
линии (КЛ)

КЛ

Особенность Москвы –
развитая сеть
подземных кабелей.



Кабели в разрезе

Воздушная линия электропередачи (ВЛ) –

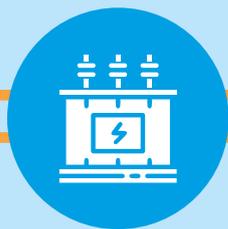
устройство, предназначенное для передачи электрической энергии по проводам, находящимся на открытом воздухе и прикрепленным с помощью **траверс** (кронштейнов), **изоляторов** и арматуры **к опорам**.

По уровню напряжения

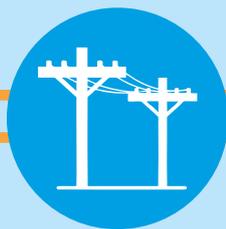
ВЛ до 1 кВ
ВЛ 1–35 кВ
ВЛ 110–220 кВ
ВЛ 330–750 кВ
ВЛ выше 750 кВ

10 кВ

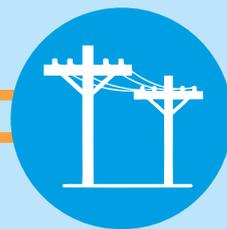
220 В



**Подстанция.
Понижающий
трансформатор**



**Низковольтная
линия передачи**



Потребитель

В отличие от **ВЛ**, которые используют провода, подвешенные на опорах, **кабельные линии (КЛ)** прокладывают под землёй, в кабельных каналах, тоннелях или по стенам зданий.

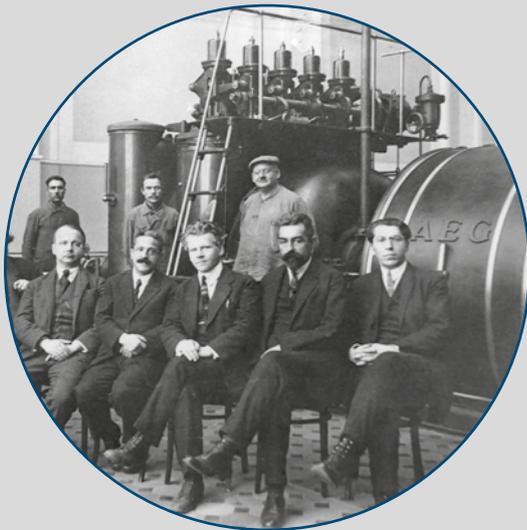
КЛ включает в себя сам кабель, муфты, концевые заделки, трассу прокладки.

ТЕПЛОФИКАЦИЯ



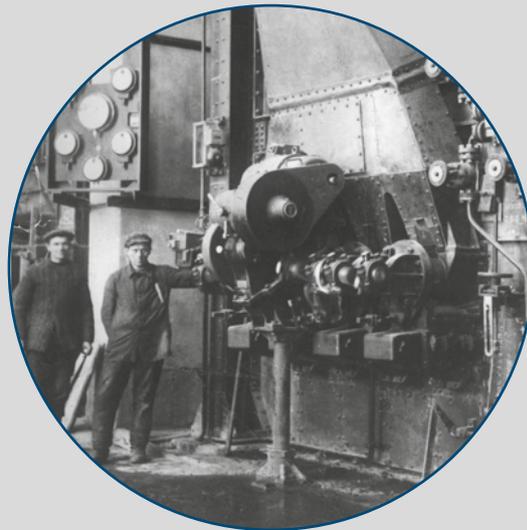
Что
такое
теплофикация?

это централизованное
теплоснабжение на базе
комбинированной выработки
тепла и электроэнергии



1928 год

Начало
теплофикации Москвы.
От ТЭЦ ВТИ был подан пар
давлением 4 ат
на заводы «Динамо»
и «Парострой».



1929 год

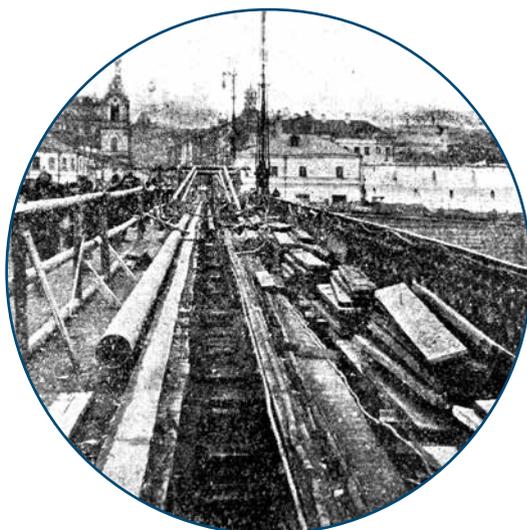
Введена Первая
опытная ТЭЦ (ТЭЦ-8)
треста «Жиркость»
высокого давления,
от которой подали пар
на заводы треста.

В централизованных системах теплоснабжения источником тепла служат ТЭЦ и котельные. Тепловая энергия отпускается потребителям в виде горячей воды или водяного пара.



В 1876 году в Локпорте (Нью-Йорк, США), была разработана первая система централизованного теплоснабжения в мире.

25 ноября 1924 года — начало теплофикации в СССР



1931 год

От ГЭС-1 проложили первые в столице тепломагистрали. Так было положено начало централизованного теплоснабжения Москвы.



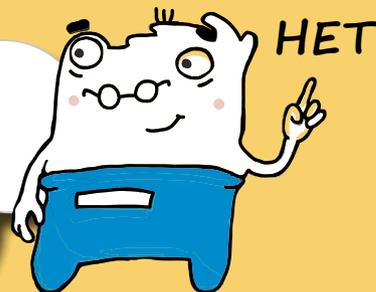
2025 год

В Москве – уникальная система централизованного теплоснабжения, самая крупная в мире. Протяженность тепловых сетей – свыше 19 000 км.





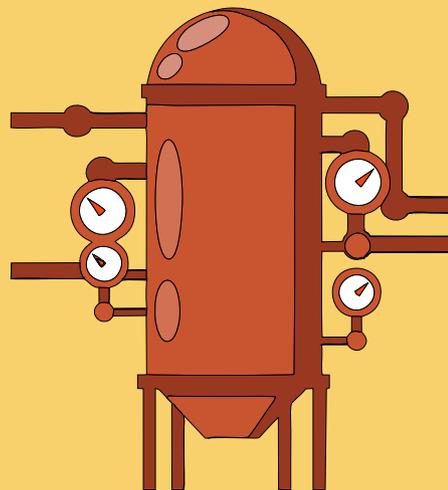
Попадает ли вода
ТЭЦ в наши дома?



Отработавший в турбине пар направляется в **конденсатор**, где превращается обратно в воду и возвращается в котёл.

Часть пара из паровой турбины идёт в **водонагреватели (бойлеры)**.

Температура горячей воды в системе может варьироваться в зависимости от времени года и температуры на улице, составляя от 75 °С летом и доходя до 130 °С зимой.



Есть бойлерные установки вне ТЭЦ – это **центральные тепловые пункты (ЦТП)**.

По тепломагистралям горячая вода (130–150 °С) поступает в теплообменники ЦТП, расположенные в жилых кварталах.

Происходит **теплообмен** – горячая вода отдаёт тепло воде, поступающей из системы отопления дома.



Горячая вода, используемая в жилых домах, нагревается в теплообменнике до $t 60^{\circ}\text{C}$.

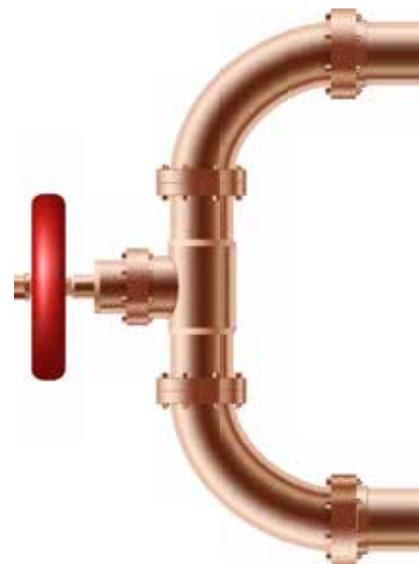
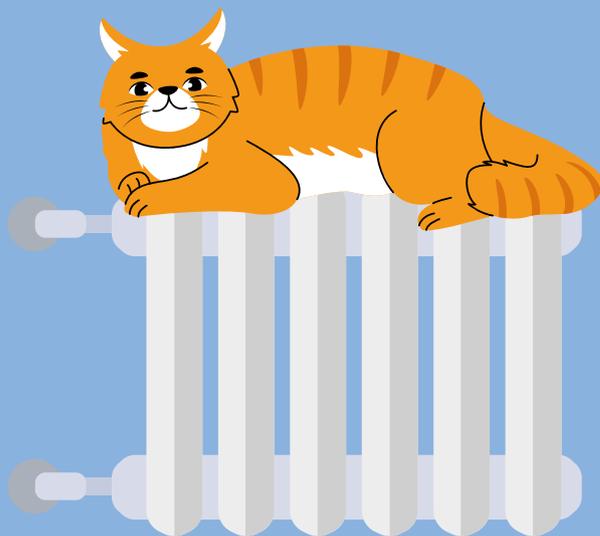
Отопление

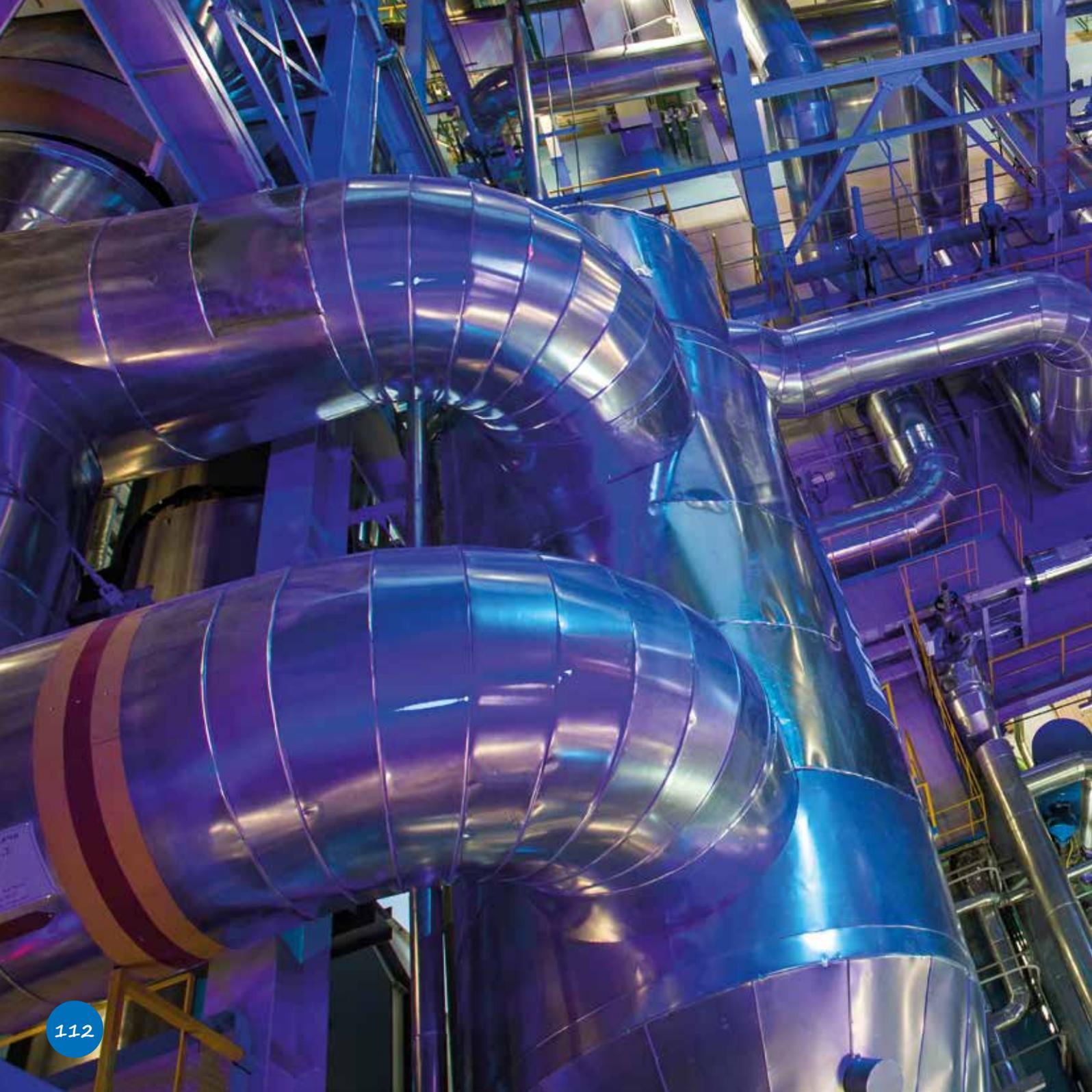
Распределение тепла происходит по вертикальным стоякам, которые проходят через все этажи здания.

Теплосчётчики фиксируют потребление.

Автоматика корректирует подачу в зависимости от погоды и нагрузки. От каждого стояка отходят горизонтальные подводы к отопительным приборам – **радиаторам**.

Вода с ТЭЦ, прошедшая через систему ЦТП, возвращается обратно на ТЭЦ. Там её вновь нагревают до нужной температуры и запускают новый цикл.





ПСГ-8А

ТЭЦ – это
еще и красиво!



ТЕПЛООБМЕН

Тепло –

это энергия, которая создаётся беспорядочным движением частиц (атомов). Чем быстрее они двигаются, тем больше энергии и тем теплее тело.

Теплообмен –

это процесс передачи энергии в форме тепла от более нагретого тела к менее нагретому. Он всегда происходит от горячего тела к холодному и никогда наоборот.

Теплоотдача

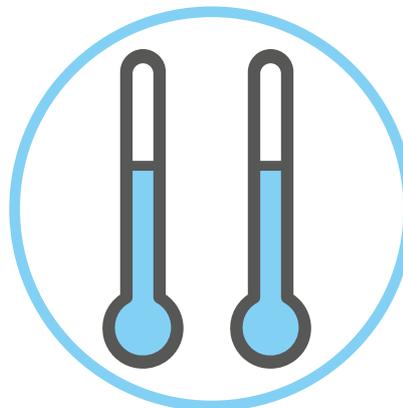
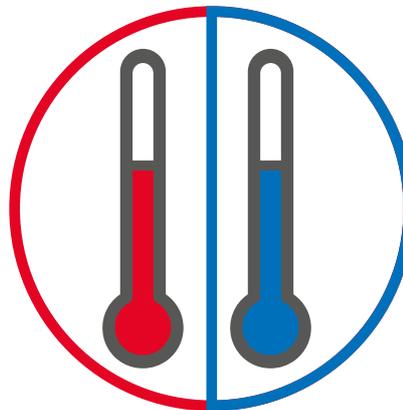
Если твёрдое тело отдаёт тепло газу или жидкости – этот процесс называется теплоотдачей.

Теплоноситель –

это вода. Она используется в централизованных системах теплоснабжения для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов.

Теплопроводность –

это способность тел передавать энергию (тепло) от более нагретого к менее нагретому. Чем выше плотность вещества, тем быстрее его атомы могут «обмениваться» энергией. Теплопроводность активно используют на ТЭЦ.



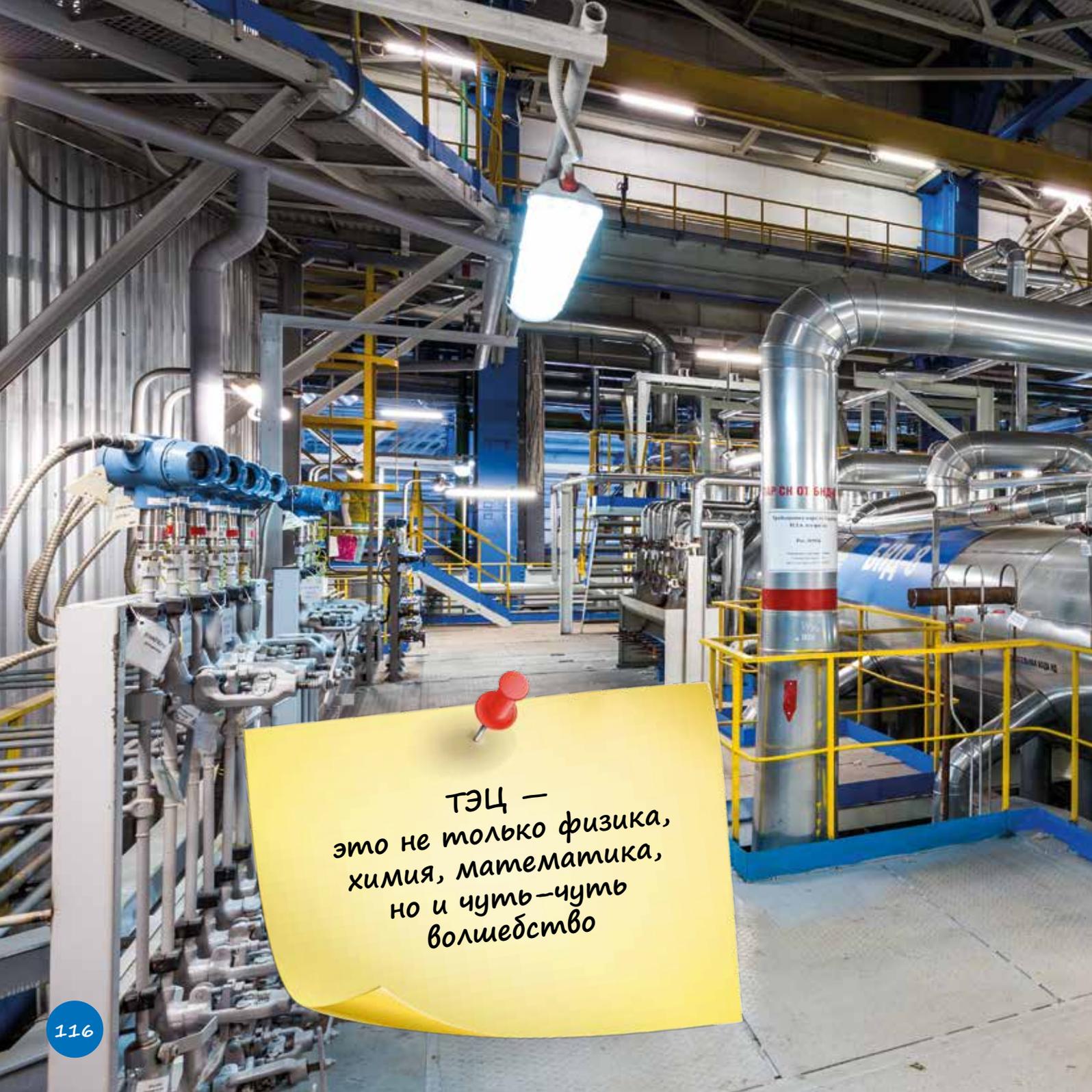


Михаил Ломоносов

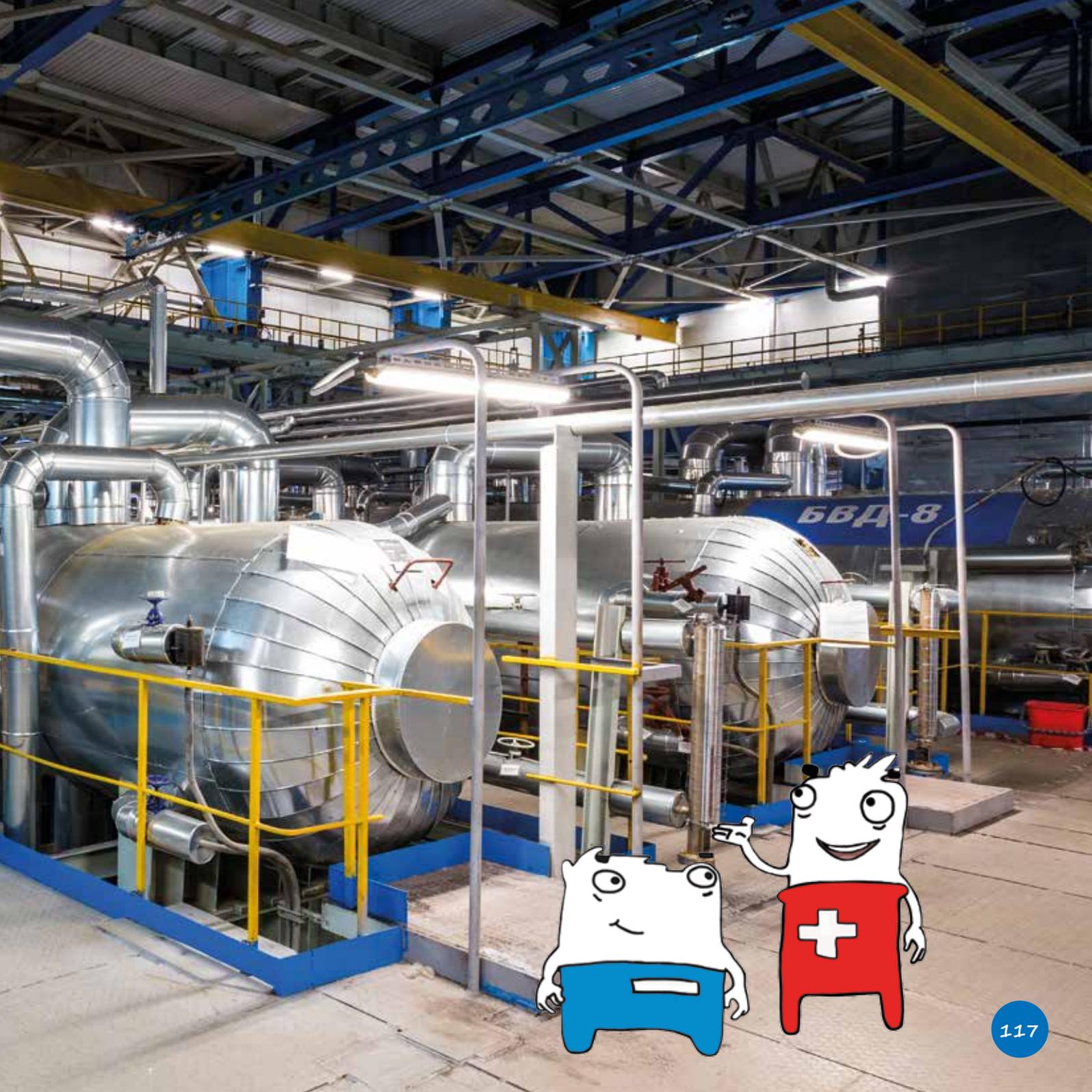
в 1749 году написал в своей работе «Размышления о природе теплоты и холода», что теплота – это движение крошечных частиц, из которых состоит всякое вещество.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ

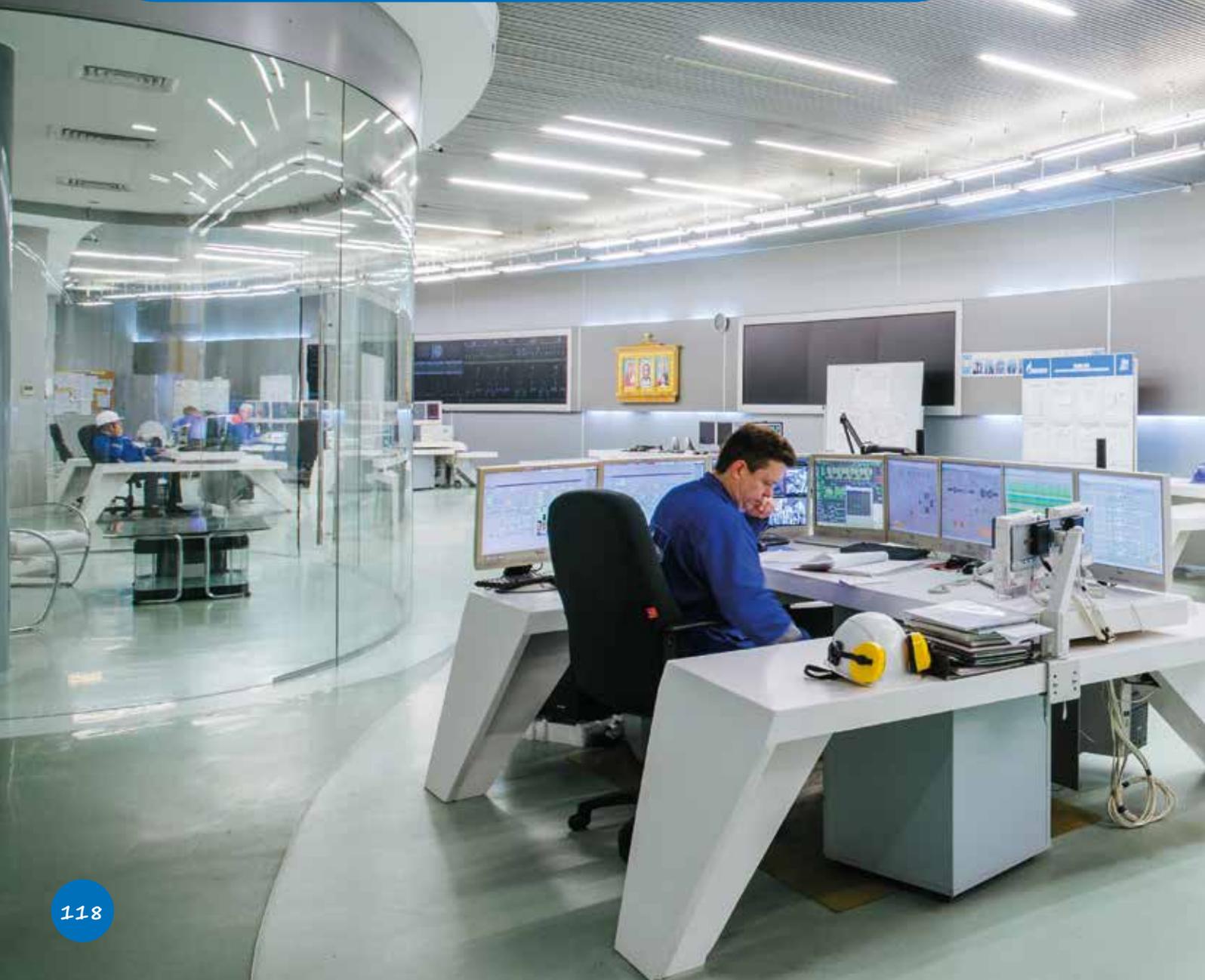




ТЭЦ —
это не только физика,
химия, математика,
но и чуть-чуть
волшебство



УПРАВЛЕНИЕ ТЭЦ





Энергия



Управление процессами на ТЭЦ осуществляется с помощью **автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП)**.





ГЩУ

**Главный щит
управления (ГЩУ) –**
это место, куда
стекается информация
о работе всего
оборудования ТЭЦ.



К СВЕТУ, ТЕПЛУ И ЧИСТОМУ ВОЗДУХУ!



Малотоксичные выбросы

Постоянная работа по снижению выбросов в атмосферу – использование парогазовых технологий, внедрение технологий ступенчатого сжигания топлива, рециркуляции дымовых газов, малотоксичных горелок.



Экологический мониторинг

Котлы электростанций оснащены системами экологического мониторинга выбросов. Информация о выбросах в режиме реального времени передаётся в город.



Сохранение экосистем водоёмов

Внедрение технологий, направленных на сохранение экосистем водоёмов Московского региона. На водозаборных сооружениях ТЭЦ внедряются эффективные средства рыбозащиты.



Шумоглушители

Основные источники шума ТЭЦ снабжены специальными устройствами – шумоглушителями.

САМОЕ ГЛАВНОЕ

Когда мы говорим о Мосэнерго, многие сразу представляют себе мощное оборудование ТЭЦ, которое неустанно трудится, чтобы в домах миллионов москвичей всегда было светло и тепло.

Но за этой надёжной работой стоит нечто гораздо более важное – люди. Сотрудники Мосэнерго – это настоящая гордость компании, её главная ценность.

Наши специалисты каждый день делают всё возможное, чтобы обеспечить комфорт и безопасность каждого из нас.

24 ЧАСА В СУТКИ
365 ДНЕЙ В ГОДУ



Волшебник





МОСЭНЕРГО – ЭТО МЫ!



ОСТАЛИСЬ ВОПРОСЫ?



ГЭС-1 Мосэнерго им. П.Г. Смидовича

ОТВЕЧАЕМ!



ВОПРОСЫ



**Почему над лампами
накаливания чернеют
абжур или потолок?**

От ламп накаливания поднимаются конвекционные потоки воздуха, увлекающие за собой частички пыли, которые затем оседают на абжуре или потолке.



**Можно ли с помощью
вентилятора
сохранить
мороженое?**

Нет, нельзя, т. к. поток воздуха, идущий от вентилятора, будет всё время уносить холодный воздух, образующийся вокруг мороженого, тем самым ускоряя процесс обмена воздуха, и мороженое будет таять быстрее.



**Почему снег в городе
тает быстрее, чем
за городом?**

Снег в городе более грязный, поэтому он лучше поглощает энергию и тает.



**В каком из двух
сосудов закипит
быстрее вода –
в светлом
или закопчённом?**

В закопчённом, так как эта поверхность будет лучше поглощать энергию.

Для каких лампочек многократное включение может быть вредно?



Лампы накаливания

В момент включения лампы (нить накаливания ещё холодная) тока значительно больше, чем в рабочем состоянии лампы (нить уже нагрелась). При частом включении пусковой ток приводит к перегоранию нити накаливания.



Люминесцентные лампы

При каждом цикле запуска покрытие электродов несколько изнашивается из-за высокого напряжения, необходимого для зажигания дуги. Частые включения и выключения такой лампы сокращают срок её службы.



Для светодиодных ламп

частое включение и выключение не оказывает негативного влияния. «Перегореть» такой источник света может только в двух случаях: напряжение превышает рабочее в несколько раз либо отвод тепла недостаточный (это характерно только для сверхярких светодиодов).

ОТВЕТЫ

ВОПРОСЫ



Почему нагревается телефон при зарядке?

В электронике предусмотрены преобразователи, которые превращают переменный ток в постоянный. У телефона это адаптеры зарядки. В момент зарядки телефон подключён к цепи, и часть энергии бегущих электронов нагревает его.



Старейшая электростанция Москвы?

Старейшая в России действующая электростанция – ГЭС-1 им. П.Г. Смидовича Мосэнерго. Это первая электростанция в Москве, вырабатывающая переменный ток.



Как работают электрические приборы?

Электростанция создаёт мощное электрическое поле, электроны бегут по проводам – образуется электрическая цепь. Когда мы включаем электроприборы – добавляем их в эту цепь, и электрончики присоединяются к движению – приборы начинают работать.



Что такое молния?

Электричество существует в нашем мире естественным образом – его можно увидеть во время грозы, когда в небе сверкает молния. Искра статического электричества может достигать 3 000 В. Удар молнии – 3 000 000 В. Скорость молнии 100 000 км/с. Температура молнии может быть более 20 000 °С.



Откуда
появились миньоны,
тролли?



УЗНАЁТЕ?

ВОПРОСЫ



Можете ли вы одним пальцем произвести давление в 1 000 ат?

Втыкая иглу в ткань, мы производим давление около 1 000 ат.



Какой воздух богаче кислородом – тот, которым мы дышим, или тот, которым дышат рыбы?

В воздухе, которым мы дышим, кислород составляет 21%. Воздух, растворённый в воде, содержит 34% кислорода.



Сравните давление, производимое ураганом, и рабочее давление пара в цилиндре паровой машины. Во сколько раз одно больше другого?

Самый опустошительный ураган, вырывающий с корнем деревья и опрокидывающий дома, во много раз слабее пара в турбине.



Сравните напор воздуха, выдуваемого ртом, с тягой 40-метровой трубы.

Тяга трубы в разы меньше, чем выдуваемый изо рта воздух. Мы дуем в несколько раз быстрее сильнее урагана, только у нас слишком маленькое количество выдыхаемого воздуха.



Красота
в деталях



НА ЧТО ПОХОЖЕ?

ВОПРОСЫ



В стакане холодной воды, внесённом в теплую комнату, появляются пузырьки. Что это за явление?

Пузырьки в холодной воде – это воздух. При нагревании вода не может удерживать прежнее количество воздуха, избыток газа выделяется в виде пузырьков.



Какое твердое тело при нагревании сжимается, а при охлаждении расширяется?

Вы скажете – лёд? Нет. Лёд при охлаждении сжимается. А вот алмаз расширяется, но для этого температура должна быть ниже $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$.



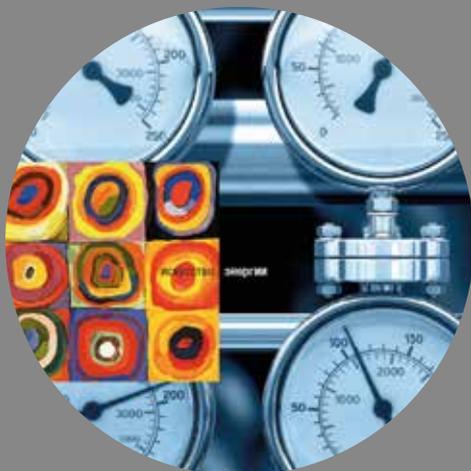
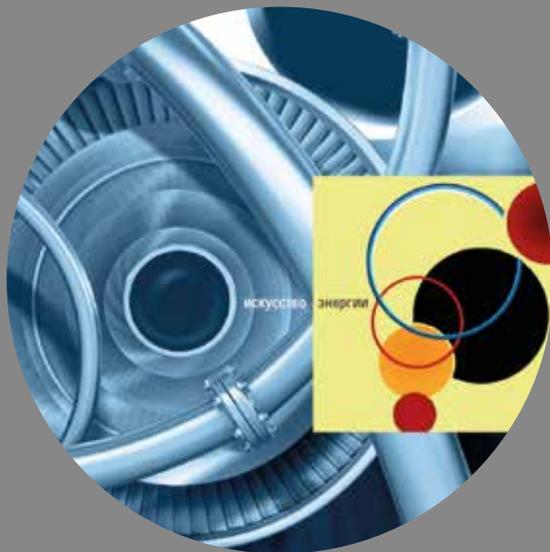
Почему не всегда виден дым из дымовой трубы?

При высокой температуре (более $20\text{ }^{\circ}\text{C}$) дым из трубы незаметен – вместо него виден пар. Это связано с тем, что в составе дыма содержится водяной пар, который на морозе становится более плотным и заметным для глаз.



Проводит ли стекло электрический ток?

Твёрдое стекло не проводит электрический ток. Оно считается диэлектриком – веществом, в котором нет свободных зарядов. Однако в расплавленном состоянии стекло проводит электрический ток. Чем сильнее нагревается стекло, тем лучше оно начинает проводить ток.



ИСКУССТВО



ЭНЕРГЕТИКА – ЭТО:



черчение



математика



химия



физика



информатика

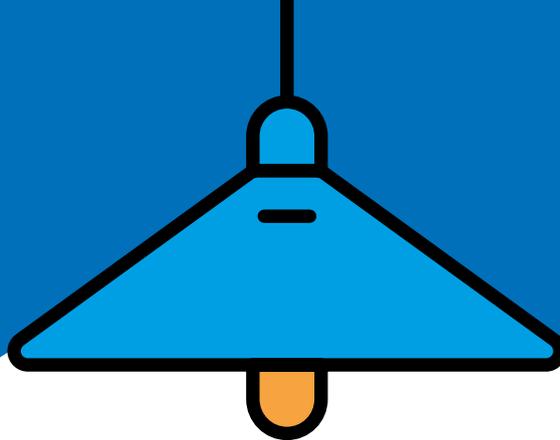


история



ИЗО





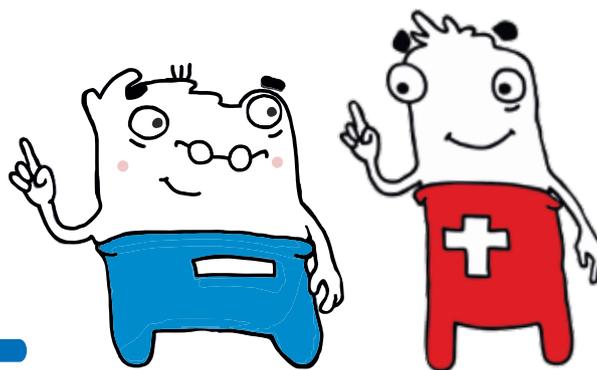
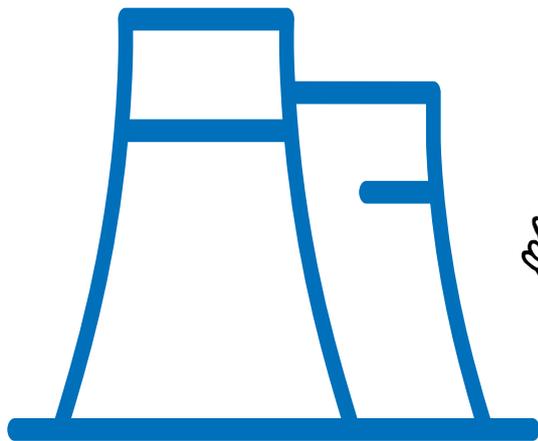
Вот и подошла к концу наша экскурсия на ТЭЦ.

А теперь тест на внимательность –
что обозначают значки
на страницах нашего путеводителя?

*Я знаю, где
рождаются
облака!*

Энергетика –
это междисциплинарная
инженерная наука.

А главное –
Мосэнерго несёт
энергию наших сердец
в ваши дома.



СОДЕРЖАНИЕ

Энергетика – это интересно!.....	1
Электричество	4
Что такое Мосэнерго	12
Топливо	30
Паровой котёл	40
Вода для ТЭЦ.....	54
Турбина	68
Градирня	86
Генератор	96
Передача энергии	100
Теплоснабжение	108
Управление ТЭЦ.....	118
Самое главное.....	124
Вопросы – ответы.....	126





ГДЕ РОЖДАЮТСЯ ОБЛАКА?

Книжка для больших детей
и маленьких взрослых

Автор-составитель: Е.Н. Кошелева

Редакционная коллегия: Е.В. Лушпаева, С.С. Шандаров,
Я.Р. Каспаров, Т.Р. Осипова, М.С. Панова

Дизайн и вёрстка: Е.В. Апраксина

Рисунки: М.П. Хоменко

Фотографии и документы:

Музей Мосэнерго и энергетики Москвы,
открытые источники

Подписано в печать с готовых монтажей 15.11.2025

Формат 10,67 п.л. 1/12 70×100.

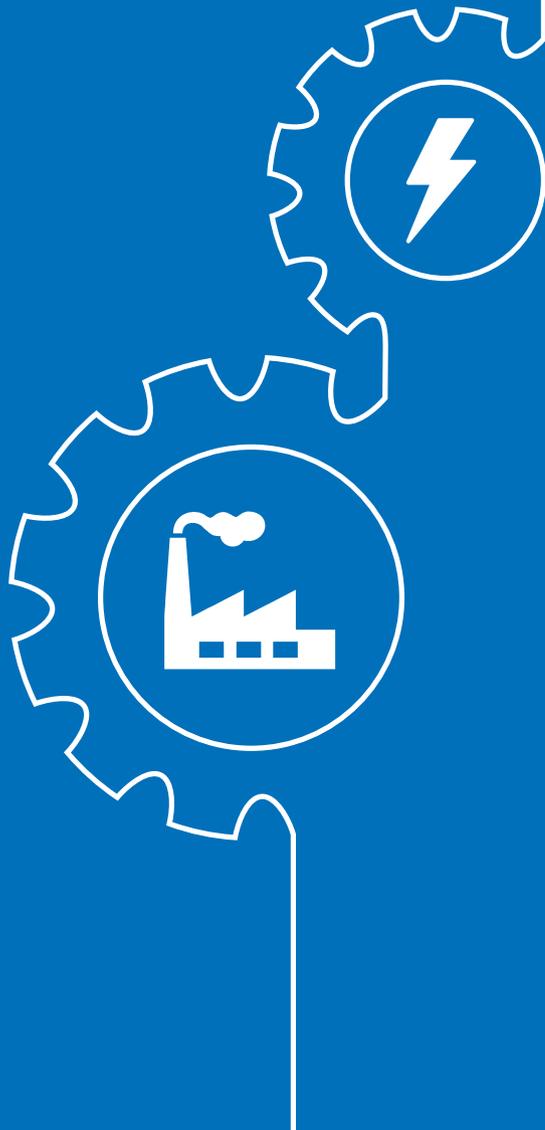
Гарнитура Myrid Pro Бум. 130 гр/м, мелованная матовая.

Тираж 1 100 экз.

ООО «ТИПОГРАФИЯ»

Москва, ул. Кантемировская, д. 60

Москва, 2025





**Музей Мосэнерго
и энергетики Москвы**
www.mosenergo-museum.ru



**Группа
ВКонтакте**
vk.com/mosenergo_2015



**Телеграм,
группа Мосэнерго**
t.me/mosenergo_news

ISBN 978-5-6051638-2-4



9 785605 163824 >

