МОУ «Лицей № 43»

(естественно-технический)

**АВТОНОМНОЕ ОТОПЛЕНИЕ И ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛЫХ ДОМОВ**

Золотов Дмитрий

Никитин Владислав

11 “В” класс

Саранск

2012

# ОГЛАВЛЕНИЕ

[ОГЛАВЛЕНИЕ 2](#_Toc318041350)

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc318041351)

[ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ 4](#_Toc318041352)

[История отопления 4](#_Toc318041353)

[Почему газ? 5](#_Toc318041354)

[Отопление при помощи газового котла 6](#_Toc318041355)

[Общая информация 6](#_Toc318041356)

[Расчёт стоимости для конкретного здания 7](#_Toc318041357)

[Электроснабжение при помощи газового генератора 8](#_Toc318041358)

[Общая информация 8](#_Toc318041359)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 9](#_Toc318041360)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 10](#_Toc318041361)

[ГЛОССАРИЙ 11](#_Toc318041362)

[Источники информации для глоссария 13](#_Toc318041363)

# ВВЕДЕНИЕ

Автономное отопление - замкнутая система индивидуального обеспечения теплом и горячей водой отдельно взятой квартиры в многоквартирном жилом доме.

На сегодняшний день самыми популярными стали индивидуальные системы отопления на природном газе, что характеризуются относительной дешевизной и безопасностью для окружающей среды. Мода на автономное отопления пришла на постсоветские просторы из Западной Европы, где оно очень развито. По статистике, в Италии около 20 миллионов домовладений оснащено этим видом отопления, в т. ч. более 14 миллионов квартир. Применяется этот вид отопления и в северных регионах континента, а именно – в Германии и Скандинавских странах. Впечатляющий опыт применения поквартирного отопления накоплен в Южной Корее и Японии.

В течение последних лет западный опыт внедряется и в Российской Федерации. С 1999 года Госстроем РФ успешно проводится масштабный эксперимент по строительству и эксплуатации многоквартирных жилищных комплексов с автономным отоплением в каждой отдельной квартире. Экспериментальные новостройки выросли в разных уголках нашей страны: в Брянске, Екатеринбурге, Калининграде, Смоленске, Санкт-Петербурге и других крупных городах. С каждым днем количество домов с поквартирным отоплением растет немалыми темпами, что доказывает его перспективность и эффективность в решении жилищно-коммунальных проблем. На основании обобщенных результатов опыта автономного поквартирного отопления разработаны соответствующие СНиПы.[[[1]](#endnote-1)]

Что касается автономного электроснабжения – здесь всё гораздо скромнее. Оно получило небольшое распространение среди жителей некоторых загородных домов, у которых отсутствовало электроснабжение как таковое. Конкретно генерация электричества с использованием газа как топлива имеет ещё более узкое распространение, хотя обладает рядом преимуществ по отношению к другим источникам электроэнергии. Обо всём этом речь пойдёт далее.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## История отопления

История отопления неразрывно связана с историей человечества. Первые отопительные устройства, а это были обыкновенные костры, разведенные непосредственно в жилище, были известны еще в каменном веке.

Приблизительно за пару веков до нашей эры появились первые отопительные печи с отводом продуктов горения через дымовые трубы. Эти печи, постоянно совершенствуясь, долгое время служили (и служат по наше время) основным способом отопления. За все время использования печей их эффективность сильно увеличилась. Так, например, КПД классической двухъярусной русской печи (самый высокий КПД среди всех известных) составляет от 60 % до 80 % - то есть приближается к КПД современных твердотопливных котлов.

Особый вклад в историю отопления внесли инженеры Римской Империи. Именно здесь зародились системы центрального отопления и теплого пола. Эти системы работали благодаря сети специальных каналов, размещенных под полом и в стенах, по которым пропускались горячие дымовые газы из печи. Вместо того, чтобы строить печь для каждого отдельного помещения, римские инженеры использовали одно специализированное помещение и сеть каналов. Это был важный этап в истории отопления.

С XV в. уже применялось воздушное отопление с подачей в помещение горячего воздуха, нагревавшегося при соприкосновении с поверхностями печи. В XVIII веке появились системы водяного и парового отопления. Первые примеры применения водяного пара для обогрева помещений в России приводятся в книге Николая Львова «Русская пиростатика», вышедшей в 1799 году. С начала XIX века пар находит все большее применение как для отопления помещений, так и для обогрева теплиц. Но широкое распространение они находят лишь во второй половине XIX в. В это же время, приблизительно в 1855 году, был изобретен первый отопительный радиатор. Выглядел первый радиатор как прямоугольная коробка из толстых металлических труб с вертикальными дисками. Изобретателем был русский немец итальянского происхождения Франц Карлович Сан-Галли, проживавший в то время в Санкт-Петербурге.

К началу XX века относится создание лучистого и панельного отопления. Но основное направление в развитии отопительных систем было направлено на усовершенствование котлов, печей и радиаторов. Получают свое развитие системы центрального отопления, теплофикации и централизованного теплоснабжения. К концу XX века особую популярность получает новый вид топлива – природный газ.

**История электроснабжения**

История российской, да и, пожалуй, мировой электроэнергетики, берет начало в 1891 году, когда выдающийся ученый Михаил Осипович Доливо-Добровольский осуществил практическую передачу электрической мощности около 220 кВт на расстояние 175 км. Результирующий КПД линии электропередачи, равный 77,4 %, оказался сенсационно высоким для такой сложной многоэлементной конструкции. Такого высокого КПД удалось достичь благодаря использованию трехфазной системы, изобретенной самим учёным.

В дореволюционной России, мощность всех электростанций составляла лишь 1,1 млн кВт, а годовая выработка электроэнергии равнялась 1,9 млрд кВт\*ч. После революции, по предложению В. И. Ленина был развернут знаменитый план электрификации России ГОЭЛРО. Он предусматривал возведение 30 электростанций суммарной мощностью 1,5 млн кВт, что и было реализовано к 1931 году, а к 1935 году он был перевыполнен в 3 раза.

В 1940 году суммарная мощность советских электростанций составила 10,7 млн кВт, а годовая выработка электроэнергии превысила 50 млрд кВт\*ч, что в 25 раз превышало соответствующие показатели 1913 года. После перерыва, вызванного Великой Отечественной войной, электрификация СССР возобновилась, достигнув в 1950 году уровня выработки 90 млрд кВт\*ч.

В 50-е годы XX века, в ход были пущены такие электростанции, как Цимлянская, Гюмушская, Верхне-Свирская, Мингечаурская и другие. С середины 60-х годов СССР занимал второе место в мире по выработке электроэнергии после США.[[[2]](#endnote-2)]

**Проблемы современного центрального отопления и электроснабжения**

На сегодняшний день почти у каждого из нас дом обеспечен услугами ЖКХ, в которые входят отопление и электроснабжение. Но у данного способа снабжения этими видами услуг существует множество проблем.

Для центрального отопления это:

* Возможные аварии на теплотрассах, которые становятся причиной приостановки отопления дома
* Тепловой режим, не устраивающий часть потребителей; следствием превышения может вдобавок к некомфортному самоощущению стать переплата за соответствующую услугу ЖКХ
* Необходимость платить за потери тепла в сетях и изношенном оборудовании

Для электроснабжения – также возможные аварии, вследствие которых происходят приостановки обеспечения данной услугой.

Перечисленные проблемы и являются причиной актуальности на сегодняшний день автономного отопления и электроснабжения. Для этих целей можно использовать газовый котёл и газовый генератор.[[[3]](#endnote-3), [[4]](#endnote-4), [[5]](#endnote-5), [[6]](#endnote-6)]

## Почему газ?

Преимущества газа как топлива по отношению к другим видам несомненны. К ним можно отнести:

* Экологичнось. В отличие от бензина, дизеля и твёрдых видов топлива (уголь, древесина), при сжигании газа в атмосферу выделяется меньше вредных веществ, т.к. состоит из углеводородов с минимальным количеством примесей.
* Экономичность. Газ – относительно дешёвое топливо. К этому можно добавить скорость сгорания газа: она меньше, чем, например, у бензина.
* Износостойкость оборудования, использующего газ. При сгорании газа не остаётся нагара на стенках оборудования, что значительно увеличивает его срок службы и упрощает его эксплуатацию.
* Высокий КПД газа как топлива.
* Возможность подключения к магистральному газопроводу. При этом отпадает потребность постоянно заправлять баллоны сжиженным газом и значительно удешевляет получаемую энергию.

Для газового генератора можно также выделить относительно невысокий фоновый шум, создаваемый им, по сравнению с дизельным топливом/бензином, что обеспечивается легким смешиванием газа с воздухом и равномерным наполнением камеры сгорания однородной смесью.[[[7]](#endnote-7), [[8]](#endnote-8), [[9]](#endnote-9), [[10]](#endnote-10)]

## Отопление при помощи газового котла

### Общая информация

При подаче газа к котлу включают пьезо- или электронный розжиг. От искры зажигается запальник, который всегда горит. Подача газа к горелке при не горящем запальнике недопустима из-за возможности взрыва газа. От запальника загорается основная горелка, она греет теплоноситель в котле до заданной термостатом температуры, после чего автоматика отключает горелку. При падении температуры в котле, термодатчик (термопара) дает команду клапану на открытие подачи газа, и горелка зажигается снова.[[[11]](#endnote-11)]

Существует несколько условных классификаций газовых котлов. Вот некоторые из них.

По месту размещения:

* Напольные – размещаются на полу или специальной платформе.
* Настенные – размещаются на стене или специальной раме, компактные, маломощные (до 100 кВт), с трубчатой горелкой и медным либо стальным теплообменником.

По функциональным возможностям:

* Одноконтурные – котлы, способные в стандартной комплектации работать лишь на обеспечение отопления.
* Двухконтурные – котлы, способные обеспечивать и отопление, и нагрев горячей воды.

По типу тяги:

* С естественной тягой (с атмосферной горелкой, с открытой камерой сгорания)- котлы, в которых забор воздуха для горения осуществляется из помещения, где расположен котел (котельная), а продуктов горения происходит за счёт естественной тяги.
* С принудительной тягой (наддувные, турбо, с закрытой камерой сгорания) – котлы, в которых забор воздуха для горения и отвод продуктов сгорания производится с улицы или, реже, другого помещения, при помощи встроенного вентилятора через особые воздуховоды малого диаметра.

По типу розжига:

* Котлы с пьезорозжигом включают вручную, нажатием кнопки. Они энергонезависимы, поэтому незаменимы там, где имеются перебои со светом.
* Котёл с электронным розжигом запускается сам, автоматически. Плюс – экономия газа, так как запальник не горит постоянно.

По полноте использования энергии топлива:

* Конвекционные (традиционные) – используют лишь низшую теплоту сгорания. Главным принципом при проектировании системы отопления с традиционным котлом является недопущение конденсации водяных паров с растворенными в них кислотами на стенках теплообменника, топки и дымохода. Для этого необходимо, чтобы температура подающей и обратной линий различалась незначительно. Лучше всего использовать радиаторное отопление с температурными параметрами не ниже 80 °C (подающая линия) / 60 °C (обратная линия). Это гарантированно предотвратит конденсацию, которая для воды начинается при температуре 55-57 °C. Можно также использовать четырёхходовой смеситель для подмешивания теплоносителя из подающего в обратную линию котельного контура.
* Конденсационные – используют высшую теплоту сгорания топлива путем конденсации продуктов сгорания на стенках экономайзера. Для полноценной реализации эффекта конденсации необходимо добиться понижения температуры подающей, а особенно обратной линии до точки росы. Идеальным вариантом является низкотемпературное отопление типа «тёплый пол». Можно также использовать устройства, понижающие температуру обратной линии, например, использование обратного теплоносителя радиаторного контура в качестве подающего теплоносителя для контура «тёплый пол».

### Расчёт стоимости для конкретного здания

Рассчитаем затраты на отопление для лицея.

При сравнении затрат на отопление будем исходить из условия, что котел находится в работе примерно 50% общего времени, а отопительный сезон длится 7 месяцев[14].

Для производства 1 кВт/ч тепловой энергии расходуется примерно 0,1м3/ч. Стоимость производства 1 кВт/час тепловой энергии при использовании природного газа равна примерно 0,44 руб.

Ориентировочно, для отопления 10 м2 (до 30 м3) хорошо утепленного помещения требуется примерно 1 кВт мощности. Т.к. площадь лицея 4056 м2, следовательно для отопления помещения понадобится несколько котлов общей мощностью 405,6 кВт. И, если взять котел средней мощности, то нам понадобится 12 котлов, общей стоимостью

410 тыс рублей, или два очень мощных, но общей стоимостью почти 22000 евро, что в переводе на наши деньги 869 тыс рублей.

Если бы котел работал непрерывно, то в месяц понадобилось бы:

405,6 кВт х 24 часа х 30 дней = 292кВт/ч.

Принимая во внимание, что котел будет работать примерно 50% всего времени (или на половину максимальной мощности), делим на 2 и получаем 146 кВт/час. Это затраты в среднестатический месяц отопительного сезона.

Умножаем на 7 месяцев отопительного сезона, и получаем1,02 млн кВт/час.

Теперь умножаем затраты энергии за сезон на стоимость 1 кВт/ч при использовании магистрального газа (0,44 руб.) и получаем затраты на отопление за весь отопительный сезон 450 тыс руб.

За один месяц затраты на отопление получим 60 тыс рублей. Существующие затраты лицея: примерно 100 тыс рублей. Итого – 40 тыс рублей экономии.

Рассчитаем, за сколько лицею окупятся котлы, благодаря такой экономии. Для этого мы возьмем стоимость всех котлов и разделим ее на сумму месячной экономии. 410 тыс рублей/40 тыс рублей/месяц=11месяцев. То есть все затраты окупятся примерно через год использования котлов.

## **Электроснабжение при помощи газового генератора**

### Общая информация

Применение газовых генараторов широко распространенно как в больших, так и в малых помещениях – на производстве и в быту. Предприятия при использовании этого агрегата выигрывают в том, что снижают риск простоя или поломки дорогого оборудования, которые могут возникнуть из-за отключения или перебоя в напряжении на городской энергосети. На даче, в коттедже, гараже прибор также может стать источником основного или аварийного питания.[[[12]](#endnote-12)]

Принцип работы газовых генераторов по сути тот же, что и других видов электростанций – газ сжигается в камере сгорания и приводит в движение поршни, затем, полученная энергия передается генератору при помощи коленвала. Отличительная особенность именно газовых генераторов заключается в том, что они являются когенерационными установками, то есть оборудованием способным одновременно производить и электрическую и тепловую энергию.

Различают газовые генераторы для постоянной работы, для периодичной работы или для аварийного электроснабжения. Кроме того, существуют так называемые тригенераторы, которые наряду с выработкой электричества являются генераторами холода. По виду используемого в качестве топлива газа различают газовые генераторы работающие на природном газе, пропан бутане, пропане, газовой смеси с низкой детонацией, газовой смеси с повышенной выработкой тепла и т.д.[[[13]](#endnote-13)]

**Расчёт стоимости**

Для начала, рассчитаем стоимость электроэнергии при использовании в качестве топлива СУГ (сжиженного углеводородного газа):

Стоимость СУГ: около 12 рублей за литр.

Плотность СУГ: около 0,5 кг/литр.

Стоимость 1 кВт СУГ-электроэнергии: 10-12 рублей (расход 400-500 г на кВт) для любого газового генератора в пределах 50000 рублей, что гораздо дороже обычного кВт (2,37 рублей).

Из расчётов видно, что использование СУГ для автономного электроснабжения может иметь место лишь при отсутствии центрального электроснабжения и газопровода в жилом помещении.

Рассчитаем стоимость электроэнергии при использовании в качестве топлива магистрального газа:

Стоимость магистрального газа: (4,40 рублей за м3).

Стоимость 1 кВт электроэнергии, полученной с помощью магистрального газа: 1,54 рублей.

Таким образом, кВт такой электроэнергии будет на треть дешевле обычного. Но, с учётом стоимости газового генератора, самый дешёвый (около 10000 рублей) окупиться за 6,5 лет (при потреблении в среднем 5 кВт в день), без учёта стоимости обслуживания.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективы автономного отопления и электроснабжения довольно туманны. С одной стороны – это возрастающая популярность такого способа получения электрической и тепловой энергии – всё больше людей переводят свои жилища/помещения/фирмы на автономное обеспечение теплом и электричеством. С другой – постоянно растущие цены на газ; в некоторых случаях огромные проблемы, возникающие при попытке добиться разрешения на монтирование газового котла (для жителей многоквартирных домов), при его непосредственной установке, трудность расчёта реально необходимого количества тепла квартире/помещению/зданию, с учётом возможных потерь из-за недостаточной утеплённости.

Всё это, казалось бы, должно отпугивать людей, желающих установить приборы для автономного обеспечения теплом и электричеством. Но, к счастью или нет, с каждым годом становится всё больше людей не желающих мириться с не устраивающим их порядком вещей, готовых бороться за комфортность своей будущей жизни.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

# ГЛОССАРИЙ

**Высшая теплота сгорания** – то количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании вещества, включая теплоту конденсации водяных паров при охлаждении продуктов сгорания.[[[14]](#endnote-14)]

**Газовый генератор** – устройство для преобразования энергии, полученной при сжигании природного газа, в электроэнергию.[[[15]](#endnote-15)]

**Газовый котёл** – устройство для получения тепловой энергии в целях, главным образом, отопления помещений (объектов) различного назначения, нагрева воды для хозяйственных и иных целей, путем сгорания газообразного топлив.[[[16]](#endnote-16)]

**Горелка** – устройство для поддержания процесса горения жидкого, газообразного или пылеобразного топлива.[[[17]](#endnote-17)]

**Детонация** – процесс химического превращения взрывчатого вещества, сопровождающийся освобождением энергии и распространяющийся по веществу в виде волны от одного слоя к другому со сверхзвуковой скоростью.[[[18]](#endnote-18)]

**Котёл отопительный** – это устройство на основе закрытого сосуда, в котором теплоноситель (чаще всего вода или пар) нагревается до заданной температуры и служит для обеспечения потребителей теплом и (или) горячей водой.[[[19]](#endnote-19)]

**КПД** (коэффициент полезного действия) – характеристика эффективности системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии. Определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой.[[[20]](#endnote-20)]

**Линия электропередачи** – сооружение, состоящее из проводов и вспомогательных устройств, предназначенное для передачи или распределения электрической энергии.[[[21]](#endnote-21)]

**Лучистое отопление** – вид отопления, при котором большая часть тепла в помещении передается излучением и частично конвекцией.[[[22]](#endnote-22)]

**Магистральный газопровод** – трубопровод, предназначенный для транспортирования природного газа из района добычи или производства к пунктам потребления.[[[23]](#endnote-23)]

**Низшая теплота сгорания** – то количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании, без учёта теплоты конденсации водяного пара.[[[24]](#endnote-24)]

**Панельное отопление** – вид отопления, при котором тепло в отапливаемое помещение передаётся от нагреваемых плоских поверхностей отопительных панелей, располагаемых в стенах и перегородках (иногда в полу).[[[25]](#endnote-25)]

**Природный газ** – образующиеся в земной коре газообразные полезные ископаемые преимущественно углеводородного состава. Основной компонент горючих природных газов – метан (до 98%).[[[26]](#endnote-26)]

**Радиатор** – конвективно-радиационный отопительный прибор, состоящий из отдельных, обычно колончатых элементов – секций – с внутренними каналами, внутри которых циркулирует теплоноситель (обычно – вода).[[[27]](#endnote-27)]

**СНиП** (строительные нормы и правила) – свод основных нормативных требований и положений, регламентирующих проектирование и строительство во всех областях экономики России.[[[28]](#endnote-28)]

**Тепловой режим здания** – заданные условия микроклимата в помещениях здания.[[[29]](#endnote-29)]

**Теплоноситель** – жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии.[[[30]](#endnote-30)]

**Теплообменник** – устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодному (нагреваемому).[[[31]](#endnote-31)]

**Теплотрасса** – элемент ряда систем теплоснабжения, расположенный между источником тепла и его потребителем и представляющий собой подземный или надземный трубопровод.[[[32]](#endnote-32)]

**Термопара** – устройство для измерения температуры, состоящее из двух разнородных металлических проводников, соединенных концами. На одном конце проводников поддерживается постоянная температура. Другой конец - место спайки - погружается в вещество, температуру которого требуется измерить. Возникает электродвижущая сила, которую измеряют милливольтметром и переводят в единицы измерения тепла.[[[33]](#endnote-33)]

**Трёхфазная система** – совокупность трёх однофазных электрических цепей переменного тока (называемых фазами), в которых действуют три переменных напряжения одинаковой частоты, сдвинутых по фазе друг относительно друга.[[[34]](#endnote-34)]

**Центральное отопление** – отопление, при котором от источника тепла (котельной, ТЭЦ), расположенного в отапливаемом здании или вне его, вырабатываемое тепло транспортируется в помещения здания по трубопроводам (или воздуховодам).[[[35]](#endnote-35)]

**Экономайзер** – агрегат котельной установки для подогрева питательной воды перед её поступлением в котёл за счёт тепла уходящих газов из топки.[[[36]](#endnote-36)]

**Электростанция** – электрическая станция, совокупность установок, оборудования и аппаратуры, используемых непосредственно для производства электрической энергии, а также необходимые для этого сооружения и здания, расположенные на определённой территории.[[[37]](#endnote-37)]

## Источники информации для глоссария

1. . <http://youhouse.ru/resursu_snab/pokvartirnoe_otoplenie.php> [↑](#endnote-ref-1)
2. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0#.D0.98.D1.81.D1.82.D0.BE.D1.80.D0.B8.D1.8F_.D1.80.D0.BE.D1.81.D1.81.D0.B8.D0.B9.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B9_.D1.8D.D0.BB.D0.B5.D0.BA.D1.82.D1.80.D0.BE.D1.8D.D0.BD.D0.B5.D1.80.D0.B3.D0.B5.D1.82.D0.B8.D0.BA.D0.B8> [↑](#endnote-ref-2)
3. . <http://airs.ru/articles/heating/teplo> [↑](#endnote-ref-3)
4. . <http://www.teplounas.ru/otopleniye-mnogoetazhnogo-doma.html> [↑](#endnote-ref-4)
5. . <http://forum.potrebitel.net/showthread.php?t=37420> [↑](#endnote-ref-5)
6. . <http://www.servicetec.ru/press_center/articles/detail.php?ID=71> [↑](#endnote-ref-6)
7. . <http://www.auto-gas.ru/mode/questions/> [↑](#endnote-ref-7)
8. . <http://avtonomotoplen.ru/art-priemushesvta_gazovogo_otoplenia.html> [↑](#endnote-ref-8)
9. . <http://www.gazg.ru/?part=9> [↑](#endnote-ref-9)
10. . <http://budetteplo.ru/preimuschestva_gazovyh_g> [↑](#endnote-ref-10)
11. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%82%D1%91%D0%BB> [↑](#endnote-ref-11)
12. . <http://domenergo.ru/gas-generatory.php> [↑](#endnote-ref-12)
13. . <http://diensystems.ru/useful/352/>

14. <http://www.irc-saransk.ru/tariff_src.html>

15. [↑](#endnote-ref-13)
14. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F> [↑](#endnote-ref-14)
15. . <http://www.all-generator.ru/gazogenerator/> [↑](#endnote-ref-15)
16. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%82%D1%91%D0%BB> [↑](#endnote-ref-16)
17. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BA%D0%B0> [↑](#endnote-ref-17)
18. .<http://slovari.yandex.ru/%D0%B4%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%94%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F/> [↑](#endnote-ref-18)
19. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D1%82%D1%91%D0%BB> [↑](#endnote-ref-19)
20. . <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%9F%D0%94> [↑](#endnote-ref-20)
21. .<http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%9B%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8/> [↑](#endnote-ref-21)
22. . <http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/183754> [↑](#endnote-ref-22)
23. .<http://neft.academic.ru/73/%D0%93%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9> [↑](#endnote-ref-23)
24. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D1%81%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F> [↑](#endnote-ref-24)
25. .<http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/118235/%D0%9F%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5> [↑](#endnote-ref-25)
26. .<http://slovari.yandex.ru/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%B3%D0%B0%D0%B7/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%8B/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D1%8B/> [↑](#endnote-ref-26)
27. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F> [↑](#endnote-ref-27)
28. .<http://dic.academic.ru/dic.nsf/emergency/2877/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5> [↑](#endnote-ref-28)
29. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B8%D0%BC_%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F> [↑](#endnote-ref-29)
30. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C> [↑](#endnote-ref-30)
31. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA> [↑](#endnote-ref-31)
32. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0> [↑](#endnote-ref-32)
33. .<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ntes/4777/%D0%A2%D0%95%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%9F%D0%90%D0%A0%D0%90> [↑](#endnote-ref-33)
34. .<http://slovari.yandex.ru/%D1%82%D1%80%D1%91%D1%85%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%8C/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%A2%D1%80%D1%91%D1%85%D1%84%D0%B0%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%8C/> [↑](#endnote-ref-34)
35. .<http://slovari.yandex.ru/%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%A6%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/> [↑](#endnote-ref-35)
36. .<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B9%D0%B7%D0%B5%D1%80_%28%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29> [↑](#endnote-ref-36)
37. .<http://slovari.yandex.ru/%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F/%D0%91%D0%A1%D0%AD/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F/> [↑](#endnote-ref-37)