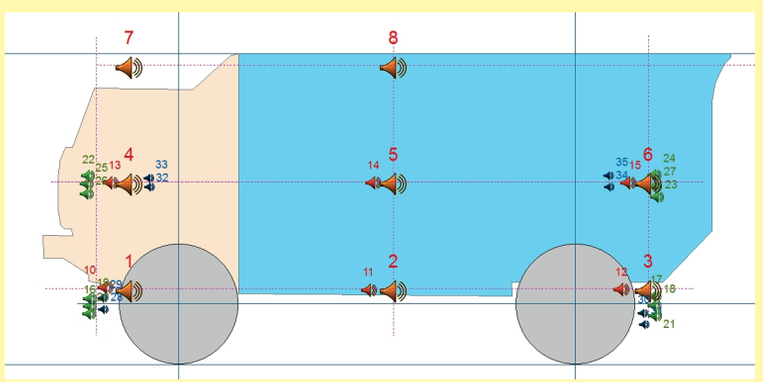
Ю. Г. Котиков

ЭНЕРГЕТИКА ТРАНСПОРТА

Ю. Г. КОТИКОВ

ЭНЕРГЕТИКА ТРАНСПОРТА



Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

Ю. Г. КОТИКОВ

ЭНЕРГЕТИКА ТРАНСПОРТА

Монография

Санкт-Петербург
2018

УДК 656.13:658.56:347.76

Рецензенты:
д-р техн. наук, профессор Е. Д. Соложенцев
(Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург);
д-р техн. наук, профессор Г. П. Поршнев
(кафедра инжиниринга силовых установок и транспортных средств
Санкт-Петербургского Политехнического университета, Санкт-Петербург);
д-р техн. наук, профессор А. А. Капустин
(«НИК-Гидравлик», Санкт-Петербург)

Котиков, Ю. Г.
Энергетика транспорта: моногр. / Ю. Г. Котиков; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 206 с.

ISBN 978-5-9227-0935-4

Освещены аспекты развития транспортной энергетики на основе последних достижений физики и бестопливной энергетики. Затронут механизм автотермии – горения азота воздуха в ДВС. Подробно рассмотрен механизм монотермии – использования энергии физического вакуума в транспортном квантовом двигателе (КвД).

Исходя из условия возможного освоения названного механизма монотермии представлены свойства автомобиля с КвД – квантомобиля. Рассмотрены схема формирования тяговой силы (траста) квантомобиля и реализация его силового баланса. Приведен численный пример энергозатрат грузового автомобиля и квантомобиля-аналога. Изучена стратегия НИОКР по формированию концепций квантомобиля и подготовке автомобильной отрасли к соответствующей перестройке.

Существенной составляющей монографии является формирование методики использования *LT*-системы физических сущностей Р. Бартини для оценки энергоэффективности транспортного обслуживания 1D-, 2D- и 3D-хозяйственных объектов. Даются численные примеры.

Книга предназначена для специалистов транспортной сферы и может быть использована студентами вузов транспортного профиля.

Табл. 24. Ил. 70. Библиогр.: 236 назв.

ISBN 978-5-9227-0935-4

© Ю. Г. Котиков, 2018
© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2018

ПРЕДИСЛОВИЕ

Замысел этой книги навеян впечатлениями автора от достижений теоретической физики последних десятилетий и практических изобретений в области вечных двигателей второго рода (ВД2). Представляется, что эти направления творческой деятельности сольются в единое целое, сформировав единую исследовательскую платформу. И тогда, с одной стороны, ВД2 получат возможность убедительного теоретического обоснования реализуемых эффектов, а также «разрешение» на свое существование. С другой стороны, физика (под давлением критической массы ВД2) наконец преодолеет ограниченность второго начала термодинамики (2НТ) и предоставит теоретическую базу для моделирования открытых монотермических систем.

Другой впечатляющий факт – это формирование и постепенное признание научным сообществом *LT*-системы (таблицы Бартини) физических сущностей, в матрице которой находят свое место и упорядочиваются все физические величины и законы сохранения этих сущностей – как известных, так и нет.

Понятие КПД, привлеченное около двух столетий тому назад создателями термодинамики для оценки энергоэффективности рабочих процессов замкнутых систем, в случае открытых систем (с вовлечением потоков мощности из окружающей среды и/или физического вакуума) не вполне приемлемо. В этом плане, по мнению автора, названная *LT*-система способна составить базис алгоритмов оценки эффективности не только объемов затрачиваемой энергии, но и потоков мощности, а в будущем (для динамически разворачиваемых систем) – и динамики роста потоков мощности (мобильности по Бартини).

Принципы действия квантовых двигателей (КвД), использующих входные потоки мощности физического вакуума, уже рассматриваются исследовательскими коллективами на теоретическом и лабораторном уровнях, что предвещает приближение эры бестопливной энергетики и нового технологического уклада.

Автомобили с КвД – квантомобили – пока что кажутся фантастикой. Тем не менее, независимо от реальности перспектив их внедрения, имеет смысл оценить аспекты формирования этого типа транспортных средств на концептуальном уровне.

Автор рассматривает данную монографию как скромный вклад в решение обозначенной проблемы развития транспортной энергетики.

Замечания и пожелания, возникшие при прочтении книги, просьба присылать по адресу: 198103, Санкт-Петербург, Курляндская ул., д. 2/5, АДФ СПбГАСУ, кафедра транспортных систем, либо по адресу электронной почты cotikov@mail.ru.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

1НТ – первое начало термодинамики
2НТ – второе начало термодинамики
АБЗ – асфальтобетонный завод
АБС – асфальтобетонная смесь
АД – автомобильная дорога
АП – автомобильные перевозки
АРЗ – авторемонтные заводы
АТ – автомобильный транспорт
АТП – автотранспортное предприятие
АТС – автотранспортное средство
ВД2 – вечный двигатель второго рода
ВПР – вещественно-полевой ресурс
ВРТ – виброрезонансные технологии
ВСХ – внешняя скоростная характеристика
ВФИ – всеобщий физический инвариант
ГТД – газотурбинный двигатель
ГТУ – газотурбинная установка
ДВС – двигатель внутреннего сгорания
ЖДТ – железнодорожный транспорт
ЖЦ – жизненный цикл
КП – коэффициент преобразования
КПВ – квантованное пространство-время
КПД – коэффициент полезного действия
КПП – коробка перемены передач
МЛТ – магнитолевитационный транспорт
МПХ – многопараметровая характеристика
НУР – неустановившийся режим
НЧ – несущая часть (конструкции АТС)

ОГ – отработавший газ
ОЖЦ – оценка жизненного цикла
ОКС – открытая квантовая система
ОС – окружающая среда
ОТО – общая теория относительности
ПДУ – предельно допустимый уровень
ПРиТСР – погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы
ПРР – погрузочно-разгрузочные работы
ПрХХ – принудительный холостой ход
СВЧ – сверхвысокая частота
СТО – специальная теория относительности
СУ – силовая установка
СЭВ – сверхсильное электромагнитное взаимодействие
ТА – топливная аппаратура
ТД – торможение двигателем
ТНВД – топливный насос высокого давления
ТО – техническое обслуживание
ТР – текущий ремонт
ТС – транспортное средство
ТСВ – тепловая смерть Вселенной
ТСР – транспортно-складские работы
ТСТ – теплотворная способность топлива
ТЭБ – топливно-энергетический баланс
ТЭХ – топливно-экономическая характеристика
УДС – улично-дорожная сеть
УКС – упругая квантованная среда
ФВ – физическая величина
ФПВР – фазовый переход высшего рода
ХХ – холостой ход
ХХХ – характеристика холостого хода
ЧВКВ – частота вращения коленчатого вала
ЭМИ – электромагнитное излучение
ЭПС – эффект полостных структур
ЭСЭ – энергосиловой элемент
ЭУ – энергетическая установка

ВВЕДЕНИЕ

Источником жизни на Земле, а также энергии для всей техноструктуры и жизнеобеспечения является Солнце.

Потребление энергии всегда было условием существования человечества. История цивилизации – это история освоения новых источников энергии, изобретения методов ее преобразования, увеличения ее потребления. Первый скачок в росте энергопотребления произошел, когда человек научился добывать огонь и использовать его для приготовления пищи и обогрева. Следующий этап связан с созданием орудий труда. В XV в. человек уже потреблял энергии в 10 раз больше, а к концу XX в. – в 100 раз больше, чем его первобытный предок. Темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей.

Транспорт, будучи одним из основных элементов экономики и жизнедеятельности, требует для своей работы более четверти всех используемых человечеством энергоресурсов.

Трансформация энергии на пути от первичных источников через множество различных преобразователей и до парка транспортных машин – весьма затратный процесс, вовлекающий значительные материальные и людские ресурсы.

Преобладающим способом получения энергии в настоящее время является сжигание углеводородного топлива. Аккумулированная в веществе энергия высвобождается в результате частичного распада вещества на элементарные частицы. При этом приобретаемый дефект массы ничтожен.

КПД двигателей внутреннего сгорания (ДВС), газотурбинных установок (ГТУ), ракетных двигателей (РД) подошли к своим верхним пределам совершенства термодинамических циклов.

Некоторые резервы, вероятно, имеются в автотермии – реализации горения азота воздуха в камере сгорания.

В то же время свободную энергию, распределенную в окружающем пространстве, согласно результатам множества исследований, можно

преобразовать в механическую, тепловую, электрическую или в иную энергию с помощью виброрезонансных, электростатических, электромагнитных установок и установок других типов. Примерами установок, использующих свободную энергию, могут послужить генераторы и двигатели Шойера, Сёрла, Кушелева и других изобретателей.

Основные же перспективы совершенствования силовых установок связаны с созданием бестопливных квантовых двигателей (Квд), черпающих энергию из физического вакуума, пронизывающего всё и вся. Формирование этим двигателем вектора тяговой силы (траста), прикладываемой непосредственно к корпусу экипажа, позволило бы убрать из конструкции КПП редукторы, валопроводы, ведущие мосты, улучшить за этот счет аэродинамику экипажа и тем самым повысить энергоэффективность ТС в целом.

Целью книги является рассмотрение некоторого множества аспектов, приводящих в совокупности к концепции автомобиля с гипотетическим пока квантовым двигателем (КвД).

Нам представляется следующий сценарий разворачивания повествования по главам.

Глава 1 посвящена рассмотрению аспектов развития физики и энергетики в целом.

В главе 2 освещается *LT*-система физических сущностей Бартини; затем осуществляется разработка методики оценки энергоэффективности транспортного обслуживания 1D-, 2D-, 3D-хозяйственных объектов на базе сущностей таблицы Бартини.

Глава 3 посвящена основам бестопливной квантовой энергетики, а именно: переходу от термодинамики к монотермии; концепции открытых систем и обобщенной машины; теории эфира и физического вакуума; вопросам безопасности бестопливной энергетики.

В главе 4 рассматриваются концепции квантомобиля: теория суперобъединения В. С. Леонова (как научная база квантовой энергетики); принцип действия КвД; отличия, возникающие при переходе с традиционных ДВС, ГТУ и РД на КвД. Приводится пример оценки энергоэффективности квантомобиля на фоне автомобиля-аналога. Прогнозируются этапы проведения расчетно-экспериментальных работ по созданию квантомобилей.

Общий характер книги – сослагательный, условный. Гипотетический образ квантомобиля строится на предположениях, кажущихся фантастическими.

Но как же тут не вспомнить Жюля Верна, а ещё лучше – Циолковского!

Pourqoui pas? Почему бы и нет?

Глава 1. АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Энергетика обеспечивает реализацию производительных сил и трудовых ресурсов общества, благосостояние членов этого общества. Энергетика – весьма расточительная область деятельности [2, 142 и др.]. Вместе с тем процессы извлечения, преобразования и утилизации энергоресурсов, в первую очередь сгораемых топлив, наносят ущерб окружающей среде. Эти проблемы требуют соблюдения некоего баланса, закладываемого в основу устойчивого развития общества [218, 232, 234].

1.1. Проблема устойчивого развития общества

1.1.1. Сопоставление и взвешивание эффектов, результатов человеческой деятельности, с одной стороны, и необходимых затрат на эту деятельность – с другой, является непростым делом. Необходимо привлекать некие методики, которые позволят сопоставить и оценить целесообразность и эффективность этой деятельности.

Такие методики следует формировать, используя противоречие в соизмерении затрат и результатов. Данное противоречие имеется в *категории всеобщего труда*, лежащей в основе процессов развития общества [63].

Мерой всеобщего труда может являться *темп роста полезной мощности*. Этот показатель измеряется временем, затрачиваемым на реализацию идей, способствующих, с одной стороны, росту возможностей (то есть мощности), а с другой – удовлетворению потребности (то есть возрастанию мощности). Иными словами, если по результатам применения идей общество сможет реализовать возрастающий темп роста эффективности привлечения полной мощности не только для текущего времени, но и в перспективе, то оно сохранит свое развитие не только в настоящем, но и в будущем [63].

«Целостный процесс сохранения развития в исторической перспективе есть *устойчивое развитие общества*» [63].

1.1.2. Далее, науке известны два фундаментальных принципа изменения. Если согласно первому принципу мир движется к хаосу, то другой гласит, что цель движения – ноосфера, Разум [66]. Противопоставление этих принципов отражено на рис. 1.1. Какой же закон природы нужно использовать, чтобы ответить на этот вопрос [66]?

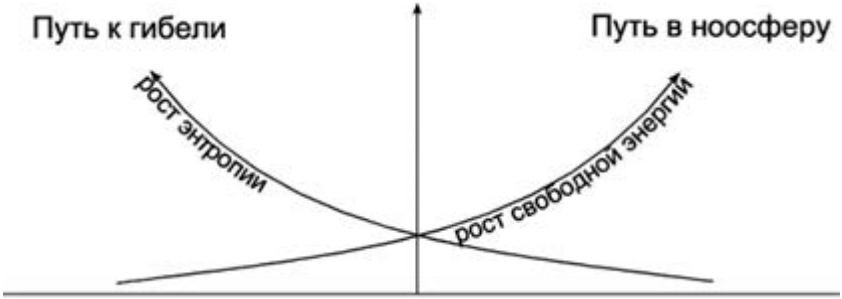


Рис. 1.1. Два крайних варианта движения энергетики мирового сообщества [66]

Данный вопрос можно сформулировать иначе: «Существует ли фундаментальный закон, из которого следуют указанные два принципа?» [66].

Компетентный научный коллектив из Дубны и МГУ заявляет: «Если собрать все учебники высшей школы – от философии, математики, физики и до экономики и права, – то обнаруживается удивительная вещь: законов природы, с которыми нужно согласовывать практическую деятельность, чтобы обеспечить устойчивое развитие общества во взаимодействии с окружающей средой, [там просто не представлено]. Все хорошо известные законы сохранения справедливы для замкнутых систем. Однако наш мир живой природы, включая… человечество в целом, – явно открытая система» [66].

Земля, ее объекты, в том числе живые многообразия – открытые системы, непрерывно обменивающиеся с внешней средой потоками энергии. Тем не менее в основе всех прогнозов лежат модели, описывающие глобальную систему как замкнутую. Естественно, что на этих моделях всегда будет формироваться предел роста.

Как следствие, при принятии модели замкнутой глобальной системы предел роста неизбежен. В данном случае предел роста есть следствие аксиомы замкнутости математической теории, использованной для построения глобальных моделей [66].

1.1.3. Земля ограничена в пространстве и времени, поэтому имеет ограниченные энергоресурсы.

В ситуации ускоренного роста потребления энергоресурсов и сравнительного постоянства потока энергии, «падающей» на Землю из космоса, неизбежна критическая ситуация, последствия которой могут оказаться катастрофичными для жизни на Земле (рис. 1.2) [66].

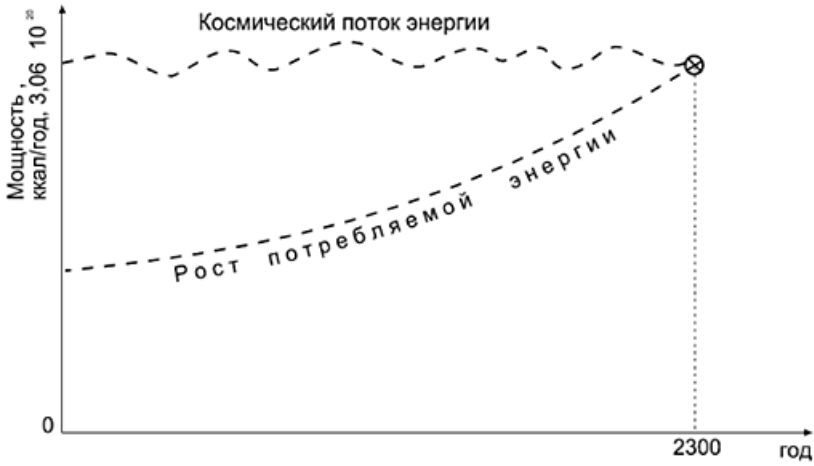


Рис. 1.2. Прогноз возникновения планетарно-космической критической ситуации [66]

Естественно, необходимо отслеживать «расстояние» до этой «критической точки сходимости» (точки конвергенции) и на этой основе выстраивать стратегию развития цивилизации в целом.

Проблема не под силу одной стране или их группе. Это проблема человечества в целом. Для ее решения необходим научный инструментарий проектирования будущего, который давал бы возможность оценивать последствия вариантов решений с позиций их влияния на «расстояние» до точки конвергенции, а также возможность сохранения развития цивилизации. Причем этот научный инструмент должен быть построен на естественнонаучных принципах и моделях открытых систем [66].

График на рис. 1.2 сформирован для существующего технологического уклада. Очевидно, что отдалить (а то и вовсе устранить) «критическую точку» удастся путем освоения перспективных источников и принципов бестопливной квантовой энергетики, реализации соответствующих конструктивных решений машин и оборудования, то есть через переход к новому технологическому укладу мирового хозяйства. На рис. 1.2 это отразилось бы увеличением космического потока энергии и подъемом ограничения по доступной суммарной энергии.

1.2. Аспекты развития физики

Физика – весьма объемная, многогранная наука. Мы затронем лишь те аспекты ее состояния и перспектив развития, которые прямо определяют развитие энергетики, в том числе транспортной – главным образом в расчете на будущее.

В многополярной для физики ситуации, которая сейчас наблюдается, мы будем в последующей обзорной части по возможности освещать взгляды представителей разных научных школ и течений. Это предпочтительно не в плане сравнительного анализа основных парадигм в области естественных наук (оставим это специалистам-физикам), а для формирования необходимого слоя знаний о новой физике на инженерном уровне деятельности транспортной отрасли.

1.2.1. Распространение второго начала термодинамики (2НТ) на всю Вселенную приводит к *термодинамическому парадоксу* [8]. 2НТ – это начало, устанавливающее необратимость макроскопических процессов, реализуемых с конечной скоростью. Первую формулировку этого принципа сформировал Р. Клаузиус (1850 г.): «Не существует процессов, в которых тепло самопроизвольно переходит от тел холодных к телам более горячим» [175]. В классической термодинамике 2НТ формулируется как закон возрастания энтропии. Применение 2НТ ко Вселенной привело Р. Клаузиуса к выводу о неотвратимости тепловой смерти Вселенной (ТСВ), т. е. к такому ее состоянию, при котором все процессы в ней прекратятся из-за повсеместного уравнивания температур. Но поскольку Вселенная существует вечно, то отсюда возникает парадокс.

Термодинамический парадокс может быть подвергнут сомнениям и сам по себе, без обращения к вечности Вселенной. Ведь этот парадокс касается только совокупности случаев обмена теплом двух тел с различной температурой. Однако в нашей Вселенной существует разного рода энергообмен, причем не только на уровне обычного тепла. В 2НТ не учитываются ядерные реакции, а также неисчерпаемость познания материи вглубь – а это допускает существование еще многих, неведомых на сегодня взаимодействий.

Существует еще точка зрения, согласно которой вообще неверно утверждать о росте энтропии, а нужно говорить о наличии процессов рассеивания и концентрации энергии в пространстве. Разумеется, большинство процессов на Земле характеризуется рассеиванием энергии в пространстве, и в них энтропия возрастает. Но существуют также процессы концентрации энергии, в результате которых энтропия убывает [9, 21, 32, 99, 100 и др.].

Формирование смерча – газового вихря – может быть служить примером концентрации энергии. Смерч является природной машиной по пре-

вращению потенциальной энергии распределенной атмосферы в кинетическую энергию скручивающихся газовых потоков. При сжатии тела вихря скорость потоков растет, а их энергия увеличивается за счет перехода потенциальной энергии давления среды в кинетическую энергию движения фрагментов среды в теле вихря, т. е. энергия вихря растет [8].

Представим себе космическое пространство. Если оно пустое, то, конечно, в нем нет места для подобных процессов. Если же оно заполнено энергоемкой структурой, то подобные процессы должны иметь место [8].

1.2.2. К теориям упомянутой энергоемкой структуры в первую очередь следует отнести теорию «физического вакуума», основы которой были сформулированы Полем Дираком в 1927–1930 гг. [178, 179]. Дирак предположил, что пустое (свободное от вещества) пространство заполнено отрицательно заряженными электронами. Наличие фона электронов выявляется, когда в многообразии состояний с отрицательной энергией возникает, образно говоря, «дырка». Эта «дырка» позволяет электрону войти в состояние с отрицательной энергией, при этом излучив два-три фотона. Поглотив энергию, электрон, прежде обладавший отрицательной энергией, способен перейти в состояние с положительной энергией, образовав очередную «дырку» во фронте состояний с отрицательной энергией.

Дирак обратил также внимание на возможность существования симметричной теории, в которой электрон и «дырка» меняются местами, и тогда электрон можно рассматривать как «дырку» во фронте состояний с положительной энергией. Далее Дирак формирует инверсную интерпретацию заполненных и незаполненных мест во фронте состояний с отрицательной энергией, когда незанятое состояние (состояние с отрицательной энергией, не занятое электроном) считается заполненным, а занятое состояние, напротив, считается незаполненным.

Незаполненное состояние с отрицательной энергией проявляется как «существующее нечто» с положительной энергией, поскольку для уничтожения этого состояния, т. е. для заполнения фронта, необходимо добавить к нему электрон с отрицательной энергией. Таким образом, «существующее нечто», заполняющее состояние, рассматриваемое как незаполненное электроном, – это частица с положительным зарядом, т. е. позитрон [8, 89].

Позднее позитроны были обнаружены при транзите фотонов с большой энергией через вещество. Это истолковали в том смысле, что энергия фотона трансформируется в энергию рождающейся электронно-позитронной пары. Аннигиляция же этой пары дает обозначенные выше два-три фотона.

Несколько позже теория позитронов приобрела форму теории электронно-позитронного поля, подвергаемого квантованию. Понятие волновой функции при этом обобщилось, она стала рассматриваться как оператор поля (в смысле Хевисайда [187]).

Электронно-позитронное поле, рассматриваемое в пустоте и названное «физическим вакуумом», составилось из виртуальных частиц – электронно-позитронных пар.

Понятие флуктуации в квантовой теории поля интерпретируются как рождение-уничтожение *виртуальных* частиц, т. е. частиц, которые непрестанно рождаются и быстро уничтожаются, или представляются виртуальными квантами поля [178, 179, 224, 225].

Благодаря этим флуктуациям вакуум приобретает особые свойства, проявляющиеся в эффектах, наблюдаемых физиками; как следствие, состояние вакуума получает все права реальных физических состояний [8, 119].

Продолжим это обсуждение в подразделах 3.3 и 4.1.

1.2.3. Примером действий в таким образом представленном физическом вакууме можно назвать общую теорию относительности (ОТО), в которой проявления гравитации объясняются следствием искривления пространства-времени вблизи гравитационных масс [101, 102, 119, 152, 153]. При этом, впрочем, ОТО не объясняет, относительно чегó (какой именно системы) пространство-время искривляется, каков физический механизм этого искривления и т. п. [110] (мы коснемся этого в главе 4).

1.2.4. *Излишняя математизации физики*. В XX столетии большое значение в физике стало придаваться ее математизации, чем она стала отличаться от физики предыдущих столетий. Будем опираться в признании правоты этого тезиса на глубокое критическое исследование методологии современной физики, проведенное авторитетнейшим знатоком истории науки профессором В. А. Ацюковским [8].

Физика и ранее не обходилась без математики, но последняя была тогда для первой лишь подсобным инструментом, позволяющим проследить функциональные взаимозависимости величин и количественно представить сложные явления как комбинацию простых элементов. Однако физические законы выводились из экспериментов.

Например, Максвелл сформировал теорию электромагнетизма с опорой на механическую модель эфира. В основу использованной модели эфира были положены данные о поведении жидких сред, а также данные по электричеству и магнетизму, полученные в экспериментальных работах Фарадея. О том, что математике тогда отводилась лишь вспомогательная роль, можно судить по трудам М. Фарадея, в которых вовсе нет формул [8]. (Фарадей представлял поле и зависимости графиками с изолиниями.)

Однако к концу XIX в. математика в теоретической физике стала выдвигаться на главенствующие позиции, а собственно физика стала оттесняться на второй план. А в XX в. математика в теоретической физике стала играть главную роль [8].

Число абстрактных «многомерностей» все увеличивается (доходя до 30-мерных моделей), а выводы абстрактных формул распространяются на любые физические явления. Современные физические теории во многом утратили связь с реальностью и, насыщаясь математическими абстракциями, множат противоречия, не подтверждаемые экспериментами [8].

1.2.5. *Накануне очередной физической революции*. Естествознание в ходе своего развития претерпело пять революций в области физики [9, 68]:

1) IV в. до н. э., Аристотель, его школа и последователи: переход от природы в целом к субстанциям;

2) XVI в., Парацельс: формирование понятия вещества и идентификация его разновидностей;

3) XVIII в., Ломоносов, Лавуазье: корпускулы, элементы, молекулы;

4) XIX в., Дальтон, Вольт, Ампер, Фарадей: атом, электричество;

5) XX в., Резерфорд, Кюри и их последователи: переход к элементарным частицам и их массовое открытие, дробление атомов на всевозможные осколки.

Каждая революция в естествознании была связана с ростом противоречий – потерей способности науки к дальнейшему развитию в рамках старых парадигм, в то время как производство требовало новых идей и новых направлений, с привлечением к рассмотрению более глубокого уровня организации материи. Переход теории в новое качество означал революцию в естествознании, которая открывала новые стратегии исследований, позволяя создавать на основе новых знаний новые технологии [68].

Современный кризис в естествознании имеет все черты предыдущих предреволюционных кризисов: накоплено значительное количество структурных образований материи на актуальном освоенном уровне – уровне элементарных частиц вещества [8]. Противоречия между новой физикой и стандартной моделью, не учитывающей гравитацию, всё усиливаются.

Наблюдается исчерпание достижений пятой естественнонаучной революции. Элементарные частицы, как оказалось, вовсе не конечны. Их число составляет от 200 до 2000, при их способности трансформироваться друг в друга. Физический вакуум способен извлекать такие частицы из полей. А это значит, что все эти сотни частиц состоят из одного и того же конструктивного материала (минимальных кирпичиков – кварков), который заполняет всё мировое пространство. Выявление этого строительного материала и использование его свойств – актуальная задача современной физики [8].

1.2.6. Представления об эфире как среде, заполняющей космическое пространство, сопровождали развитие естествознания с древнейших времен до XX столетия. Анаксимандр, Р. Декарт, И. Ньютон, М. В. Ломоносов, М. Фарадей, Дж. Максвелл, Д. И. Менделеев и многие другие уделяли

внимание этой проблеме. Максвелл вывел свои уравнения электродинамики, опираясь на модель эфира. У Менделеева эфир числился в самой первой («нулевой») строке начального варианта его Периодической таблицы [9, 33].

Этим и многим другим ученым не удалось создать стройную теорию эфира: еще не был наработан необходимый базовый материал. А когда наконец этот материал появился, в научном сознании уже окрепла мысль о том, что эфиром заниматься не стоит, так как специальная теория относительности (СТО) 1905 г. Эйнштейна обошлась без эфира [8]. В общей теории относительности (ОТО) 1915 г. Эйнштейн все же признал необходимость всепроникающей среды. А с подачи Дирака (1930) эта всепроникающая среда обрела облик энергоемкого физического вакуума.

Историю и использование понятий эфира и физического вакуума мы затронем в главах 3 и 4. Здесь же заметим лишь, что, отдавая предпочтение термину «физический вакуум», мы до главы 3 будем использовать каждый из этих двух терминов – в зависимости от варианта, используемого цитируемым автором.

1.2.7. Начиная с Николы Теслы, особенно с середины XX в., в мире появляются всё новые устройства, способы, патенты на них, использующие бестопливную энергию вакуума, не укладывающиеся во второе начало термодинамики [46]. Традиционная наука относит их к вечным двигателям второго рода (ВД2), не имеющим права на признание (хотя множество этих устройств и способов успешно запатентовано). В мире накопилась критическая масса и практических реализаций, и теоретических разработок – и эта масса объективно требует осмысления, расширения фронта экспериментальных работ и теоретического обобщения этих знаний.

1.2.8. Кризис второго начала термодинамики, затронутый в п. 1.2.1, стал тормозом на пути продвижения новых способов энергообеспечения стационарных объектов и мобильных машин. Во-первых, 2НТ предназначено для замкнутых систем, тогда как перспективные машины и способы относятся к открытым системам. Во-вторых, классическую термодинамику должна сменить монотермия, в которую термодинамика будет входить как частный случай. Этому уделим внимание в разделах 3.1–3.2.

1.2.9. Подобное положение с отсутствием адекватной физико-теоретической базы было терпимо до недавних времен, но на данный момент возникли качественно новые проблемы, связанные с энергетикой и экологией, геологией и астрономией, а также с транспортными задачами. Однако современная господствующая физическая теория продемонстрировала слабость перед постановкой и решением современных прикладных задач и перед необходимостью осмысления растущей массы новых физических

феноменов – НЛО, телепатии, полтергейста, даже такого частого явления, как шаровая молния [8].

1.2.10. Назрела необходимость создания новой физической теории. Ее задачей должно стать не описание уже установленных фактов, а актуальное понимание процессов, проникновение в физическую сущность явлений на современном уровне. Это можно осуществить только на основе проникновения далее в глубины материи – в суть физического вакуума, в более глубокую сущность устройства вещества, в его структуру, топологию физических взаимодействий и явлений [8].

В противовес феноменологическому (фиксирующему) подходу, необходим динамический подход, предполагающий наличие структур и механизмов взаимодействий на всех иерархических уровнях организации материи, во всей связи уровней между собой. Это требует признания существования среды, непрерывно заполняющей мировое пространство, являющейся основой структуры всех видов вещества. А движения внутри этой среды проявляются в виде силовых физических полей [9, 134, 147, 148].

1.2.11. Многие ученые и научные школы интенсивно работают над этим вопросом. Концепция физического вакуума как источника энергии находит все больше сторонников. Опубликованы работы академика А. Д. Сахарова [119] и других авторов [9, 18, 20, 24, 32, 38, 40, 46, 47, 70, 71, 81, 134, 138, 139, 147, 157, 173, 177, 183, 201, 211, 215, 224, 225, 226, 228, 231, 235] о природе энергии «нулевой точки» (Zero Point Energy (ZEP) – так именуется физический вакуум в англоязычной литературе). Подробный математический анализ проблемы сделан профессором Л. Г. Сапогиным, МАДИ [118]. В США известны работы Гарольда Путхоффа [224, 225]. В Европе темой новых источников энергии занимаются десятки ученых, из числа которых можно выделить профессора Джозефа Грубера, Германия [186].

Особое место в этой плеяде занимает российский ученый Леонов Владимир Семенович. Ему удалось осуществить мечту Эйнштейна – создать теорию Суперобъединения (объединяющую электромагнитные, гравитационные, слабые и сильные ядерные силы), запатентовать способы извлечения энергии из физического вакуума и динамично развивать экспериментально-лабораторную базу по верификации своей теории и реализации запатентованных методов [70–81, 211]. Уделим этому внимание в главе 4.

1.2.12. Потребность в разработке всеобщих физических инвариантов (ВФИ) назрела давно. Любая физическая методология базируется на инвариантных категориях, т. е. физических величинах, признаваемых неизменными для всех структур и явлений, охватываемых этой методологией

и соответствующей теорией. Недоработкой современной физики является то, что до сих пор не придавалось должного значению выбору и обоснованию всеобщих физических инвариантов. Да и понятие ВФИ до сих пор не было сформулировано [8]. Свидетельством этого, например, является наличие нескольких систем физических величин (ФВ).

Известно, что результат любого наблюдения и/или эксперимента – это устанавливаемые соотношения между физическими величинами. В зависимости от выбора совокупности величин, полагаемых постоянными, независимыми инвариантами, т. е. величинами, никак не зависящими от условий эксперимента и/или явления, остальные физические величины оказываются переменными и/или функциями от этих аргументальных инвариантов. Выводы из выявляемых соотношений могут быть важными настолько, что могут оказать существенное влияние на развитие исследуемого объекта, вплоть до масштабов естествознания в целом [8].

Понятно, что на роль ВФИ могут претендовать лишь те ФВ, которые присущи всем исследуемым физическим явлениям и каким-то образом проявляются в любых формах строения материи, на любом уровне материи и при любых видах взаимодействий [8].

Всеобщие инварианты – движение и его составляющие (материя, пространство и время) – обладают некоторыми основными свойствами: присутствием во всех структурах и явлениях; сохранением при любых трансформациях, неограниченной делимостью, аддитивностью, неограниченностью, отсутствием предпочтительных масштабов [8].

Существование материи в пространстве и времени суть *механическое движение.* Это сводит все процессы к механике, а точнее – к кинетической теории. Названные инварианты всегда являются исходными, первичными и не могут быть функциями чего-то [8].

Эти тезисы Ацюковского В. А., наработанные всей историей материализма, бесспорны. Однако совокупность «всеобщие инварианты – движение и три его составляющие – материя, пространство и время» [8], на наш взгляд, перенасыщена лишними сущностями и требует редукции к минимуму понятий.

Движение, Материя, Пространство, Время – из всего этого ансамбля понятий только Время может претендовать на роль аргумента. Остальные понятия требуют представления через конкретные физические величины.

Целых четыре понятия – может быть, это много? Если на место «движения», «материи», «пространства» подставить конкретные физические величины, то вместо четырех элементов инварианта может оказаться меньшее число независимых аргументов. Рассмотрим это в главе 2.

Кроме того, в свете достижений теории суперобъединения В. С. Леонова, претензии понятия «материя» (вещество) на роль аргуменальной составляющей всеобщего инварианта весьма сомнительна. Ведь, согласно

этой теории, вещество является состоянием дискретного фрагмента физического вакуума. Этому мы уделим внимание в главе 4.

1.2.13. История возникновения *мысли о минимальном составе физических инвариантов* (и поиск этих инвариантов) зародилась три столетия назад в «Форономии» Германа [188], была переосмыслена Максвеллом в середине XIX в. [85] и оформилась в виде *LT*-системы Бартини в середине XX в. [15–17]. Однако деятельность по освоению этой системы в практике исследований, внедрению в научные и инженерные проекты, по стандартизации этой новаторской системы физических величин разворачивается медленно. Уделим этому внимание в главе 3.

1.2.14. Использование в будущем новых источников энергии, в том числе энергии физического вакуума, с освоением монотермических открытых систем (с подводом энергии извне) приведет к тому, что привычный КПД (введенный С. Карно для закрытых термодинамических систем) потеряет смысл. Однако какой-то показатель энергоэффективности использования поступающего в энергетическую машину мощностного потока должен появиться. Возможно, это будет коэффициент преобразования (КП) [147, 157, 158]. По всей видимости, он будет превышать единицу, т. е. КП > 1 (уже появился термин «сверхъединичное устройство» [135, 157]).

Выступая в качестве авторской рабочей гипотезы, новые всеобщие инварианты и *LT*-система Бартини (см. раздел 2.4) должны лечь в основу исследования, проектирования, оптимизации и оценки энергоэффективности объектов будущей бестопливной энергетики и транспорта.

Работать над состоятельностью этой гипотезы мы будем в главе 2.

1.3. Проблемы развития энергетики в целом

1.3.1. Коллизии современной энергетики

Основой жизни на Земле является солнечная энергия. Она состоит на 95 % из потоков нейтрино и на 5 % – из света [2].

Науке известны лишь две формы существования материи: вещество и поле. До настоящего времени человечество использовало энергию только первого из них. Таковы внутренняя химическая энергия топлив, ядерная энергия самопроизвольно делящихся элементов, внешняя кинетическая и потенциальная энергия твердых, жидких и газообразных сред. Конечным продуктом конверсии энергии вещества является также вещество – но в измененном состоянии, что и создает угрозу нарушения экологического равновесия на планете. Что же касается невещественных форм энергии (в том числе энергии природных силовых полей – гравитационного,

электростатического и электромагнитного), то их непосредственное использование представляется противоречащим принципам вечного двигателя 1-го и 2-го рода классической термодинамики [24]. Поэтому устройства, мощность на выходе которых превышает поддающуюся измерению мощность на их входе [134, 135], называют «вечными двигателями», «генераторами избыточной мощности», «сверхъединичными устройствами» (с КПД выше 100 %), «генераторами свободной энергии» и т. п., подчеркивая тем самым их противоречие с термодинамикой [158].

Сжигание углеводородных энергоносителей чревато катастрофическими последствиями по причине глобального расхода кислорода и выброса в атмосферу множества вредных веществ: двуокиси углерода, паров кислот и многого другого.

Решение энергетической проблемы за счет использования атомных электростанций нельзя признать полностью удачным.

В области термоядерного синтеза – с надеждой на решение энергетической проблемы – сложности стабилизации высокотемпературной плазмы не были устранены за предыдущие полвека, и новые, дополнительные сроки, в отсутствие новаторских идей по стабилизации плазмы, не дают уверенности в решении этой энергетической проблемы [2].

Такое решение может полагаться на использование неисчерпаемых источников энергии. При этом следует разрабатывать и применять технологические схемы, обеспечивающие долговременную стабильность среды обитания. Эти схемы должны преобразовывать энергию окружающей среды в вид энергии, пригодный для утилизации в повседневной и долговременной практике. Они же должны обеспечить кругооборот энергии: последняя после утилизации должна быть возвращена в природу в ее первоначальном виде [40]!

1.3.2. Традиционное горение

Исторически сложившимся способом получения энергии является сжигание углеводородов. Первой в освоении этого способа значится теория флогистона – невесомой субстанции, которая инициирует горение (Бехер, 1669 г). Шталь (1703 г.), переработав теорию Бехера, дал имя горючему началу – флогистон. Выделить флогистон в чистом виде, однако, не получалось. Ломоносов (1756 г.) определил горение как реакцию горючего с воздухом, а Лавуазье (1773 г.) – как реакцию веществ с кислородом [1, 2].

С тех пор теория горения не претерпела особых изменений, хотя выполнялось и продолжает выполняться множество работ, связанных с этим вопросом. Теплотворную способность топлива (ТСТ) до сих пор считают первородным свойством. Его характеристики оценивают экспериментально [2].

Снимаемая на выходе энергия, как правило, меньше ТСТ (т. е. КПД < 1, не считая тепловых насосов, холодильников, где КПД формально несколько выше единицы) [1–4].

Существенную попытку обновить теорию горения предпринял Д. Х. Базиев [14]. Он оттолкнулся от парадокса со взрывом кислорода при наличии ничтожно малых следов смазочного масла в емкости (ничтожное количество углеводородов, и при этом – громадная энергия взрыва кислорода) [1].

По мнению Д. Х. Базиева, «когда в плазму входит свободный электрон, обладающий наибольшим среди осцилляторов электродинамическим потенциалом, то он мгновенно становится первым действующим началом в системе атомов-ионов кислорода (плазме). Вокруг него формируется электронная глобула – сфера из атомов кислорода» [14].

Отрицательно заряженный свободный электрон отбирает у атома вещества супермелкие положительно заряженные частицы – *электрино*. Электрино, двигаясь с высокой скоростью, отдают свою кинетическую энергию встречающимся атомам и частицам, сами при этом превращаясь в фотоны и исчезая из зоны реакции. Этот экзотермический процесс назван *фазовым переходом высшего рода* – ФПВР [2, 14].

Пример со следами смазочного масла и его теоретическое объяснение показывают, что в теории горения еще могут быть «белые пятна», требующие прояснения, так что перспективы развития теории горения представляются достаточно многообещающими.

1.3.3. Усовершенствование теории горения и способов его реализации (выход на бестопливное горение)

Два вида энергии – аккумулированная и свободная – рассматриваются как неисчерпаемый источник экологически чистой, возобновляемой естественной энергии, предоставляемой природой [2].

В XXI веке «вызревает» новая физика, в которой рассматриваются круговорот и превращения энергии и вещества, а также вводится некий единый механизм получения энергии (например, ФПВР по Базиеву). ФПВР заключается в распаде вещества на элементарные частицы, кинетическая энергия которых превращается в тепловую и другие виды энергии. Эти реакции могут протекать вплоть до полного распада вещества [2, 4, 14].

Нет ни одного вещества, которое невозможно было бы расщепить. Особый интерес представляют вода и воздух – как наиболее распространенные, к тому же возобновляемые природой вещества. Основанную на них энергетику называют естественной, природной, натуральной [2].

Затронем ДВС. Снижение расхода топлива можно осуществить за счет вовлечения в горение азота. Для этого необходимо разрушить молекулу

азота на фрагменты. Этого можно достигнуть, например, взрывом, электрическим разрядом, магнитным потоком [2, 4].

1.3.3.1. Функция топлива в процессе горения

То, что горит не топливо, а кислород, стало ясно давно [2]. Функция топлива как донора электронов утверждается в теории Д. Х. Базиева [14]. На базе этой теории было установлено, что горит не топливо, а в основном кислород воздуха.

Но если горит не топливо, то от него можно избавиться [2]!

Е. И. Андреевым был разработан способ исключения топлива как компонента горения – путем использования электронов связи самого воздуха. Это стало задумкой *автотермии* – самогорения воздуха [2, 4].

Весьма значимой является и вторая функция топлива – как «врага» и гасителя автотермической реакции горения. Речь идет о том, что переизбыток электронов в топливе приводит к нейтрализации положительных зарядов и излучений в камере сгорания. Такой процесс является обратным процессу до- и внутрицилиндровой обработки воздуха, а это препятствует автотермии, т. е. непосредственному самогорению воздуха. Только исключение топлива в совокупности с обработкой воздуха и создает эффект автотермии. Понимание этого факта продвинуло вперед исследования по бестопливному горению [2, 4].

Имеются примеры работы энергоустановок с ФПВР, реализующим частичное расщепление воздуха и воды. Был реализован такой режим работы ДВС, в котором при снижении расхода топлива мощность возрастает. В составе выхлопных газов ДВС обнаружено повышенное содержание водяного пара, кислорода и углерода, но пониженное содержание азота и углекислого газа. Результаты пока нестабильны, но, по утверждению Е. И. Андреева, они есть [2, 4].

Судя по результатам практических исследований, в будущем возможно получение энергии за счет расщепления нетрадиционных видов топлива, которыми станут воздух и вода, возобновляемые природой [2, 4].

1.3.3.2. Горение воды с привлечением катализаторов

Действие катализаторов, в том числе металлов, в основе своей имеет два механизма: магнитный и вихревой. Магнитный (омагничивание воды) заключается в нейтрализации и ослаблении межмолекулярных и межатомных связей. Схема вихревого способа такова: вокруг атомов кристаллической решетки металлов по орбите вращается вихрь электрино со скоростью 10^{21} м/с. Этой скорости достаточно, чтобы разрушить молекулы (например, воды) или нейтрализовать и ослабить межмолекулярные и межатомные связи до такой

степени, что указанные объекты будут разрушаться в горелке-реакторе при некотором внешнем воздействии. Далее возникает горение воды как процесс взаимодействия свободных электронов с положительными ионами среды [2, 4].

1.3.3.3. Предельные возможности совершенствования термодинамического цикла

В природе не существует замкнутых термодинамических систем. Термодинамические процессы непременно сопровождаются фазовыми переходами вещества. Наличие фазовых переходов формирует две особенности: 1) небезразлично, каким путем система переходит из одного состояния в другое; 2) система теряет замкнутость [2].

Неравновесность системы определяется градиентом значений частоты ее осцилляторов: система стремится к равновесию – равенству частот. Энергия распространяется от большей частоты к меньшей. Обратный процесс возможен только через третье тело, испытывающее фазовый переход [14].

Теплопроводность представляет собой энергопроводность, когда осцилляторы с большей частотой передают ее осцилляторам с меньшей частотой [2].

Работы по совершенствованию термодинамического цикла, энергоустановок, процессов сгорания топлива, технологии изготовления дают уже весьма низкий эффект: 1…5 %. В настоящее время уже исчерпаны все технические и физические резервы. Новые возможности могут быть предоставлены последними достижениями физики [2].

1.3.4. Необходимость перехода на новые источники энергии

Беспокойство за будущее топливно-энергетического обеспечения доставляют даже не теоретическое совершенствование теории горения и внедрение новых технологий, а рост себестоимости добычи нефти и других видов традиционного энергетического сырья, а также исчерпание их запасов [136].

Кинг Хуберт еще в 1950-х гг. разработал «теорию пика Хуберта». Исходя из запросов рынка и реального поступления на него ресурсов, этот автор показал, что объем добычи любых ограниченных ресурсов выглядит как симметричный колокол. Данная теория работает и для нефти, несмотря на качественные изменения технических методов, таких как совершенствование геологоразведки и способов шельфовой добычи. Теория подтверждается, а рост спроса на нефть уже снижается [134].

«Использование ископаемого топлива основано только на нашем незнании», – заявлял К. Э. Циолковский более столетия тому назад, призывая к поиску методов бестопливной энергетики [99].

Менделеев говорил: «Топить нефтью – это все равно, что топить ассигнациями», т. е. бросать деньги в огонь [100].

Тесла настаивал: «Мы не должны довольствоваться усовершенствованием паровых двигателей или изобретением новых аккумуляторов, но должны изыскивать возможности получения энергии из неисчерпаемых запасов, разрабатывать методы, которые не предполагают расходование и потери какого-либо вещества» [128].

Массовое сжигание ископаемых энергоносителей может привести к катастрофическим последствиям по причине большого расхода кислорода и выброса в атмосферу углекислого газа, а также паров кислот и других вредных веществ.

В подразделе 1.3.1 утверждалась необходимость применения неисчерпаемых источников энергии с использованием устройств, способных преобразовывать энергию окружающей среды в тот ее вид, что пригоден для практической деятельности и комфортной жизни. И такие устройства изобретаются, их появляется все больше.

Но на пути реализации этой перспективной идеи стоят препятствия в виде установленных наукой положений классической термодинамики – первого и второго начал [9].

Однако современная ситуация для внедрения этих технологий сложилась благоприятной благодаря кризису, который возник в начале XX в. и продолжает усугубляться. Одна из причин кризисного состояния современной мировой экономики – искусственная монополия на топливные технологии в транспорте и энергоснабжении [134]. Радикальное решение – это замена топливной концепции принципиально новыми техническими решениями, отказ от использования топлива. Современные технологии уже позволяют получать энергию без топлива, без солнца и ветра. В результате применения новых технологий все производства могут снизить свои затраты и повысить рентабельность, в том числе и на транспорте [134].

Вывести экономику стран на новый уровень развития и снизить накал борьбы за сырьевые ресурсы может только смена устаревшей топливной концепции энергетики.

По мнению редактора журнала «Новая энергетика» и руководителя «Лаборатории новых технологий “Фарадей”» А. В. Фролова, производители автомобилей и топливных автономных электростанций в переходный период развития новых технологий будут модернизировать конструкции генераторов для работы на воде (водороде). ДВС (приводы электрогенераторов) не выдержат конкуренции по себестоимости с автономными электрическими приводами. Позже, при развитии других (электронных, твердотельных) преобразователей энергии, как роторные системы, так и системы на воде (водороде) станут неконкурентоспособными [134].

И хотя мировая потребность в энергии является острой, цивилизация не торопится радикально улучшать даже существующую энергетику и ее преобразовательную технику. В настоящее время обобщенный КПД использования энергоносителей и топлив всех энергоустановок находится на уровне 10–15 %. КПД современных тепловых машин, включая и ДВС, составляет не более 30 %, а приведенный КПД теплоэлектростанций при выработке электроэнергии – не более 40 %. КПД устройств систем электроосвещения тоже крайне низок (у лампочки накаливания он всего 5–7 %). КПД централизованных систем выработки и распределения тепла в городах составляет не более 50 % при их низкой надежности [38].

Поиск новых способов получения энергии перемещается на область физического вакуума. Имеется множество сведений о физических феноменах, которые, по мнению их авторов, не имеют объяснения, хотя демонстрируют возможности физического вакуума. Возникает ситуация, когда экспериментальные результаты опережают теорию. Экспериментальные достижения показывают, что мир подходит к практической реализации новейших способов получения экологически чистой энергии [49].

Традиционные способы получения энергии характеризуются одной общей закономерностью. Конечным продуктом цепи энергетических преобразований является вещество. Причем это конечное вещество становится опаснее для биосферы, чем исходный энергоноситель. Такой путь считается чуть ли не единственно возможным. Но это не так. Исследуются новые способы получения энергии, уходящие от традиционной схемы «вещество в начале – вещество в конце» [49].

Альтернативой существующим способам получения энергии могут стать такие способы, в которых на конечной стадии энергопреобразований не будет появляться опасное для биосферы вещество или вещество вовсе будет отсутствовать. Такое решение дает физический вакуум. Уже изобретены генераторы на принципах использования энергии физического вакуума и превращения ее в нужную форму. В разных странах накоплено изрядное количество экспериментальных фактов, подтверждающих реальность получения уровней энергии, превышающих энергию, затраченную первичным источником [38, 48, 49, 134, 149].

1.3.5. Перспективные источники природной энергии

В природе имеется два вида источников энергии, существенно отличающихся друг от друга по физическим свойствам: вещество и эфир (физический вакуум). Энергию вещества называют аккумулированной энергией, энергию эфира – свободной энергией. Встречаются также комбинированные случаи, процессы и проявления двух названных основных источников [2, 3].

Классификация новых перспективных природных источников энергии приведена на рис. 1.3. Все они взаимосвязаны, поэтому отнесение их к первому или второму видам основных источников энергии является условным [3]. Рассмотрение свойств этих источников энергии можно найти, например, в работах [3, 134].

Рис. 1.3. Новые перспективные источники природной энергии [3]

1.3.6. Классификация существующих и перспективных энергоустановок

Классификация энергоустановок, построенная Е. И. Андреевым, приведена на рис. 1.4 [2, 4].

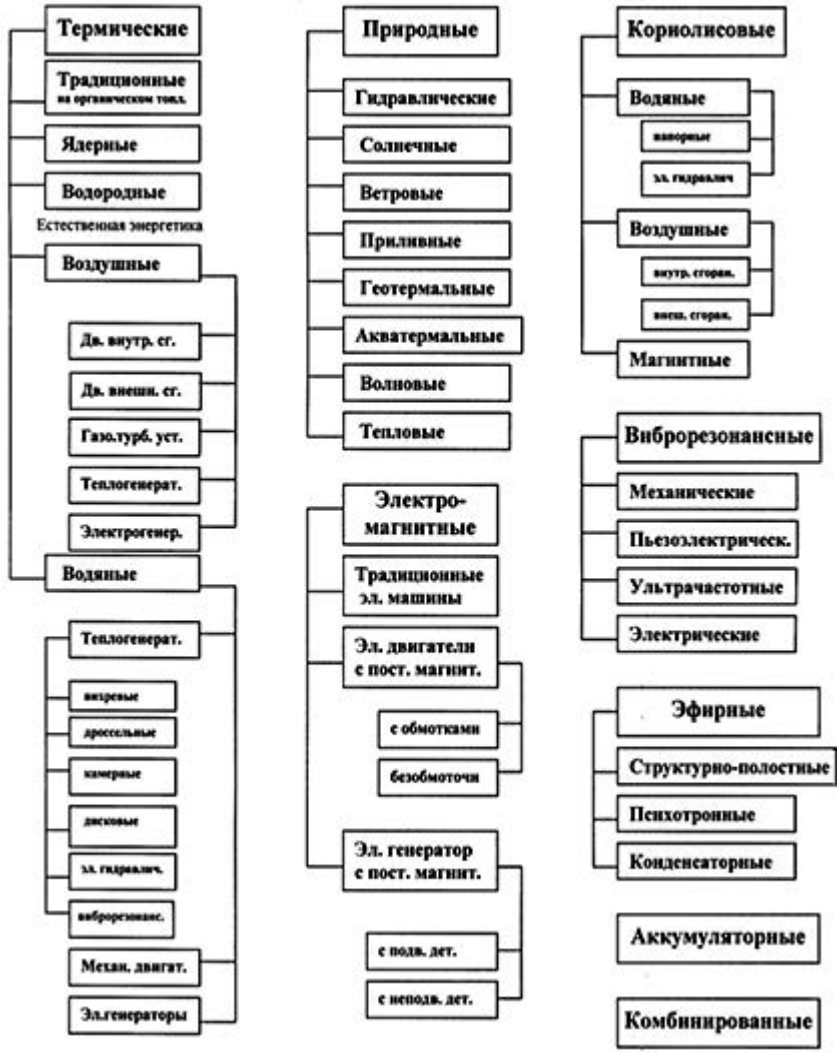


Рис. 1.4. Классификация существующих и перспективных энергоустановок [2, 4]

Подпитка энергией процессов образования нового вещества, поддержания его функционирования (например, колебаний атомов кристаллической решетки) происходит путем энергообмена с окружающей средой. По Базиеву [14], в окружающей среде находится эфир, состоящий из электрино. Они и являются носителями зарядов, переток которых обеспечивает энергообмен. Такая энергетика называется естественной [2, 3].

Свободную энергию, содержащуюся в окружающем пространстве (точнее, физическом вакууме), можно преобразовать в механическую, электрическую или в иной ее вид с помощью виброрезонансных, электромагнитных энергоустановок и т. д. Описание множества энергоустановок, использующих свободную энергию, можно найти, например, в работах [2, 134, 147–149, 229].

1.4. Проблемы развития транспортной энергетики

1.4.1. Совершенствование процесса горения в ДВС

1.4.1.1. Элементы теории азотного горения

Возможность обойтись без топлива при азотной реакции горения проясняется нижеследующей доктриной Е. И. Андреева [2–4]:

1. Для собственно азотной реакции в ДВС топливо не нужно [2–4].
2. Для пуска ДВС топливо необходимо (в малом количестве); для пуска ДВС на азотном цикле требуется модернизировать пусковые устройства, и тогда для пуска топливо будет не нужно [2–4].
3. В азотном цикле воспламенение в цилиндре ДВС как такового вообще нет: необходима только плазма – как раздробленное состояние воздуха. Этого можно достигнуть усиленной искрой или другим инициирующим возбуждением [2–4].
4. В азотном цикле топливо (как донор) не нужно, поскольку количества электронов вполне достаточно для обеспечения всех атомов в плазме [2–4].
5. Топливо тормозит азотную реакцию вследствие нейтрализации его электронами всех избыточных положительно заряженных частиц в излучениях, необходимых для разрушения молекул азота [2–4].
6. В отсутствие топлива конструкция и управление двигателем упрощаются. Регулировка частоты вращения производится одной заслонкой в системе впуска двигателя [2–4].
7. При азотной реакции мощность двигателя возрастает в несколько раз. Во столько же раз можно уменьшить расход воздуха или количество цилиндров, оставив требуемую мощность прежней [2–4].
8. Отсутствие расхода топлива и вредных веществ на выходе ДВС улучшает экологию (по сравнению с традиционными двигателями) [2–4].
9. При азотной реакции нет необходимости совершенствовать термодинамический цикл утилизации органического топлива в ДВС, поскольку КПД не будет иметь особого значения, ибо энергия извлекается из воздуха как своеобразного энергоносителя [2–4].

Как показывают эти девять пунктов доктрины азотного горения, отказ от органического топлива возможен. Отсутствие топлива сделает двигатель проще и экономичнее [2–4].

1.4.1.2. Азотный термодинамический цикл работы ДВС (по Андрееву Е. И.)

Для автомобильного ДВС Е. И. Андреевым были получены режимы работы, соответствующие азотной реакции. Это были двигатели гоночных машин и мотоциклов, на которых мощность (и скорость) существенно росла при том же (или даже меньшем) расходе топлива. На выхлопе содержание азота и углекислого газа было снижено, а доля водяного пара существенно повышена [2].

Однако, несмотря на двадцатилетний период индивидуальной настройки серийных легковых автомобилей на азотную реакцию, Андреев не подготовил демонстрационного образца, а результаты, экстраполированные на несколько десятков машин, были весьма нестабильны. Это можно объяснить отсутствием завершенной теории и сложностями практики [2].

Около двухсот автомобильных двигателей, как информировал Андреев, реально работали на азотном цикле [2]. Практически были реализованы режимы работы карбюраторного ДВС без топлива. Основные технологические операции процесса энерговыделения заключаются в том, что поступающий в двигатель воздух для нейтрализации и ослабления межатомных связей обрабатывается сначала магнитным облучением. Затем в цилиндре ДВС воздух получает энерговозбуждающий импульс, который окончательно разрушает молекулы воздуха, в том числе азота. Атомы азота и кислорода в плазме претерпевают ФПВР с выделением энергии. При этом топливо (бензин) не потребляется [2–4].

Перевод массовых двигателей на воздушный бестопливный цикл, по мнению Андреева, позволил бы улучшить эффективность использования этой техники и экологию среды обитания в целом [2].

1.4.1.3. Практическая реализация автотермии в ДВС

Явление автотермии впервые было осуществлено в 2001 г. на карбюраторном двигателе автомобиля ВАЗ-2106 [2].

При автотермическом, бестопливном режиме горения воздуха в цилиндрах ДВС максимальная температура в камере сгорания снижается с 1800…2000 °С до 600…700 °С. В соответствии с понятием цикла Карно и его КПД следовало ожидать снижения полезной мощности. Однако в цикле Карно теплоемкость и газовая постоянная рабочего тела должны

быть неизменными (из-за наличия замкнутой системы), чем и отличается идеальный цикл Карно от практически реализованного [2].

В 2002 г. на автомобиле ВАЗ-2106 был реализован бестопливный режим самогорения воздуха в двигателе при движении автомобиля на различных скоростях до 120 км/ч [2]. Расход топлива в установившемся движении отсутствовал вовсе. При пуске и прогреве двигателя, а также на переходных режимах имел место кратковременный расход топлива – такой, что в среднем при общем пробеге более 7000 км он составлял 1,0…1,5 л/100 км пути [2].

Способ и устройство подготовки и обработки топливовоздушной смеси было защищено Е. И. Андреевым двумя патентами [5, 6].

Теоретические исследования и практические работы Андреева, проводившиеся им с огромным энтузиазмом и результативностью, были прерваны, к сожалению, его внезапной кончиной.

Исследования в направлении внедрения автотермии, однако, должны быть подхвачены, поскольку обладают определенной перспективой внедрения в широкую практику использования ДВС.

1.4.2. Перспективные движители транспортных средств

1.4.2.1. Транспорт на магнитном подвесе

В истории совершенствования видов транспорта основной тенденцией является повышение скоростей (движения, перемещения, доставки). В публикациях для широкого круга читателей сообщается о достижении максимальной скорости и описывается подвижной состав, но игнорируются, как правило, такие темы, как конструкция пути, системы управления, обеспечение безопасности, надежность, технические ограничения и т. п. А ведь эти, на первый взгляд теневые, факторы могут стоять на пути прогресса вида транспорта.

Возьмем, например, железнодорожный транспорт. Весь мир в свое время восхищался зарегистрированными рекордами скорости: 300, 400, 500 и более км/ч! Однако в информационной тени остаются, к примеру, следующие факты: надежного токосъема для этих скоростей добиться не удается; съем электрической мощности на пантограф происходит «на дуге» (аналогично электрической дуге при электросварке); следующие поезда в этих условиях не пройдут, так как контактный провод обречен на разрыв, а пантограф – на разрушение [41, 42].

Поэтому на смену классической высокоскоростной технологии на принципе «колесо – рельс» с электрическим приводом и токосъемом из контактной сети приходит новая технология с использованием эффекта магнитной левитации с линейным тяговым двигателем [7].

Эта технология имеет существенные преимущества перед классической схемой «колесо – рельс» [7]:

- крейсерская скорость может достигать 1000 км/ч;
- быстрое ускорение и короткий тормозной путь;
- эстакадная бесперекрестная путевая структура;
- бесконтактная магнитная левитация, увеличивающая ресурс и подвижного состава, и пути.

Магнитолевитационное транспортное средство, благодаря изложенным выше достоинствам, потребляет электроэнергии в 1,5 раза меньше, чем высокоскоростной рельсовый поезд. Например, для проекта ПГУПС «Царкосельский Маглев» сравнительная картина оценки энергоэффективности, представленная рис. 1.5, отражает для «Маглева» с ростом скорости всё большее преимущество в сравнении с «Сапсаном» [7].

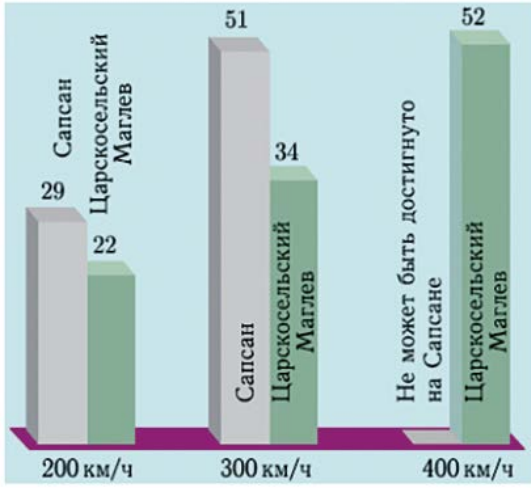


Рис. 1.5. Удельные эксплуатационные затраты
в расчете на пассажиро-километр [7]

Магнитолевитационный принцип движения использует эффект взаимодействия полюсов магнита (электромагнита). Совокупность магнитов, расположенных в путевой структуре и в подвижном составе, может обеспечить «левитацию» – парение. Ходовая часть подвижного состава оказывается подвешенной в пространстве относительно путевой части [7].

Если эту пару – ходовую часть и путевую структуру – снабдить развернутым электродвигателем, то можно реализовать перемещение ходовой части относительно путевой структуры [7].

Магнитолевитационный транспорт (МЛТ) не является конкурентом существующим видам транспорта. Он служит дополнением к ним и расширяет диапазон возможностей совокупности наземных видов транспорта.

Прежде всего, это касается устойчивых высоких скоростей (от 450 км/ч и выше) на больших расстояниях [7].

Действующие системы железнодорожного и автомобильного транспорта в России, по прогнозам экспертов [7], в ближайшем будущем могут потерять способность справляться с растущими грузовыми потоками. Проблему может решить развитие транспорта на основе магнитной левитации.

Магнитная левитация может прийти на смену классическим видам транспорта, но ее оптимально использовать только там, где привычные виды транспорта становятся сдерживающим фактором развития.

МЛТ воздвигается на опорах, что невозможно для колесного транспорта на больших расстояниях, и этим улучшает условия землепользования. Опоры эстакад занимают меньше площади, чем автострады, железнодорожные пути и аэропорты. Одним из существенных достоинств этого вида транспорта станет отсутствие пересечения с другими коммуникациями.

Стремительными темпами развиваются центры промышленного производства в Азии и Юго-Восточной Азии – в Китае, Индии, Индонезии, Малайзии, Таиланде и т. д. В этой связи повышается роль транспортных связей, которые должны обеспечивать быструю и своевременную доставку продукции в различные уголки мира, что повышает роль МЛТ [41, 42].

Вместе с тем, есть и другая сторона медали: этот вид транспорта приведет к росту электромагнитных полей и магнитных воздействий на людей и окружающую среду. Нелишне вспомнить о существовании СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» [115]. Выдержка из СанПиН 2.2.4.3359-16 приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Предельно допустимые уровни магнитных полей (МП)

Время пребывания, ч	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / В [мкТл] при воздействии	
	общем	локальном
1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Примечание: Н– напряженность магнитного поля (МП), А/м; В – индукция МП, мкТл.

Об этих правилах и нормах мы еще напомним в главе 3.

На рис. 1.6 приведен график предельно допустимого уровня (ПДУ) производственных воздействий магнитных полей промышленной частоты

в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего воздействия [7].

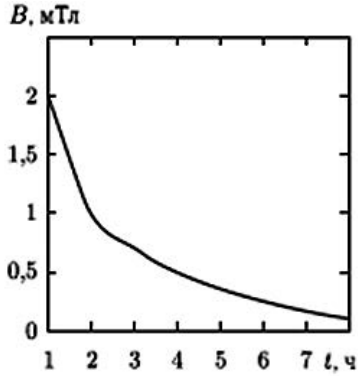


Рис. 1.6. Предельно допустимый уровень (ПДУ) производственных воздействий магнитных полей промышленной частоты в зависимости от времени пребывания персонала для условий общего воздействия [7]

1.4.2.2. Вакуумный поезд

Принцип левитации получает свое развитие и в концепции трубного вакуумного поезда [25].

Существует два типа магнитной левитации: активная и пассивная [193]. До сих пор при строительстве высокоскоростных транспортных систем в Японии, Китае и Германии использовали технологию активной магнитной левитации (в том числе в разрекламированном «Маглеве» между Шанхаем и аэропортом), потому что она, в отличие от пассивной, может обеспечить бóльшую подъемную силу. При этом технология активной левитации требует постоянной подачи тока и охлаждения магнитов, что делает транспортную систему весьма дорогой. Поэтому она не получила широкого распространения [123].

Пассивная система левитации, использующая постоянные магниты, гораздо дешевле. После старта проектов разработки системы Hyperloop проблему пассивной левитации решила Ливерморская национальная лаборатория. По задумке конструкторов, постоянные магниты закрепляются на транспортном средстве. При их движении относительно проводящих элементов на рельсе создается электромагнитное поле, которое будет отталкивать капсулу от земли. Система будет автоматически стабилизироваться в случае, если капсула взлетит слишком высоко: тогда воздействие поля будет ослабевать.

На комбинации пассивной магнитной левитации и воздушной левитации основана система Hyperloop [193].

Проект скоростного, качественно нового вида транспорта Hyperloop был предложен в 2013 г. Илоном Маском [192].

В качестве оптимального транспортного средства для преодоления расстояний до 1500 км (для более дальних поездок сверхзвуковой самолет будет быстрее и дешевле) Маск предложил использовать трубу с разреженным воздухом, сводящим к минимуму эффект трения, с давлением в 100 Па, т. е. на уровне давления земной атмосфере на высоте 45 км. Проект капсулы Hyperloop с приложением скоростных диапазонов основных видов транспортных средств представлен на рис. 1.7 [192].

Рис. 1.7. Капсула Hyperloop и диапазоны скоростей [192]

В начале 2015 г. были объявлены планы строительства первой восьмикилометровой трассы в экологическом городе Quay Valley, возведение которого началось в 2016 г. в округе Кингс штата Калифорния [25].

Китай готовит к осуществлению проект рельсового поезда в подземном тоннеле с пониженным давлением воздуха. Проект намечен к реализации к 2020 г. Как предполагается, поезд будет способен развивать скорость около 1000 км/ч. Стоимость одного километра такой подземной дороги оценивается в 2,9 млн долл. [25].

В России в 2015 г. на заседании Объединенного ученого совета ОАО «РЖД», посвященном вопросу применения вакуумной среды для создания скоростных железнодорожных систем, было принято решение об ор-

ганизации рабочей группы по вопросу применения вакуумной среды для создания скоростных транспортных систем [107]. Один из вариантов концепт-проекта последующих работ приведен на рис. 1.8.

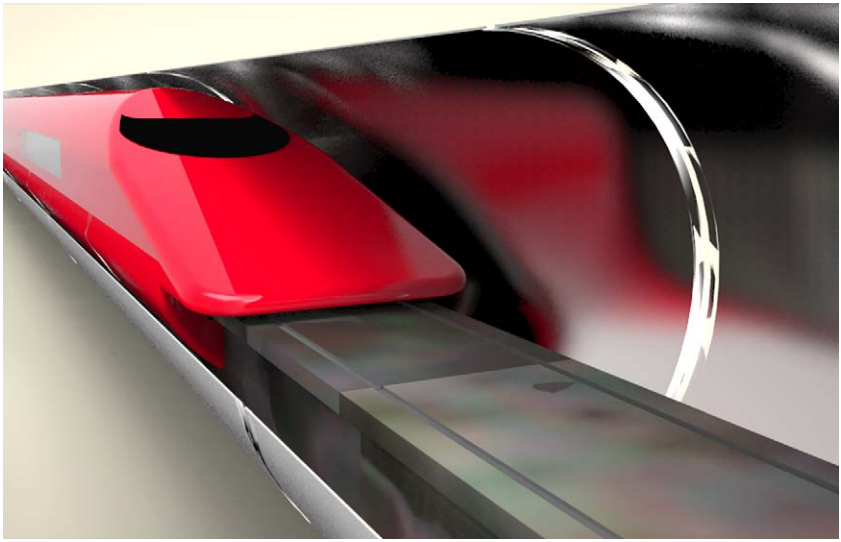


Рис. 1.8. Дизайн российского вакуумного поезда [97]

Кратко обрисуем вопросы экономической и энергетической эффективности будущего МЛТ. Как сказал основатель Hyperloop Transportation Technologies Дирк Алборн [123]: «Сейчас в мире нет ни одной транспортной железнодорожной или подземной системы, которая приносила бы прибыль или могла бы содержать себя сама: все транспортные системы субсидируют государства. В частности, подземка Нью-Йорка убыточна на $2,2 млрд в год».

В одной из публикаций [141] приведена сравнительная оценка *энергозатрат на путешествие из Лос-Анджелеса в Сан-Франциско различным транспортом* (рис. 1.9).

Совершенствование двигателей и движителей транспортных средств, проектирование и внедрение этих объектов на новых принципах действия и использования энергии и потоков мощности требуют разработки системы оценок энергоэффективности, соответствующих концепциям утверждающейся Новой физики, признающей энергетику физического вакуума, монотермию, принципы и технологии открытых систем, бестопливную энергетику.

Более детальному освещению этих аспектов и решению отдельных задач, в какой-то мере в русле этой совокупности идей, посвящены следующие главы.

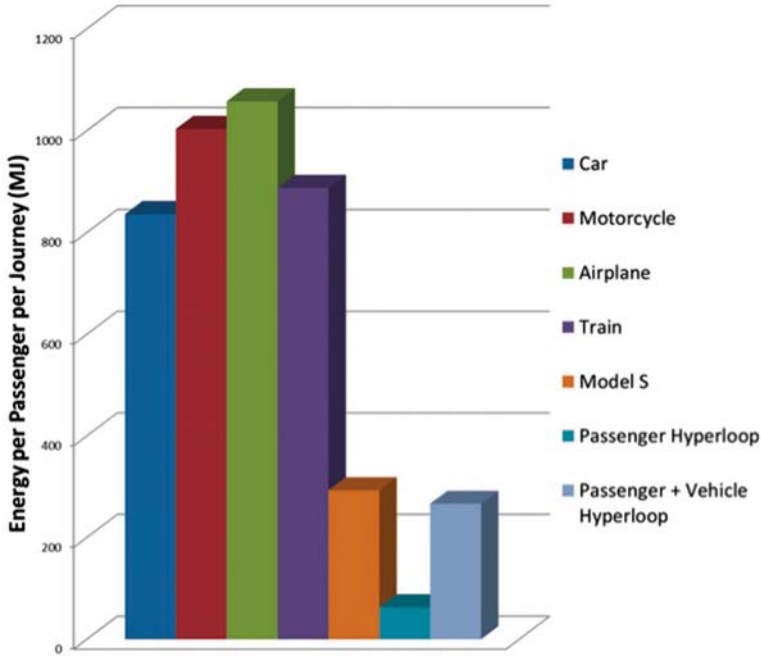


Рис. 1.9. Процент затраты энергии на путешествие
из Лос-Анджелеса в Сан-Франциско различным транспортом [141]

Глава 2. ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ СУЩНОСТЕЙ БАРТИНИ

2.1. Энергия как мера стоимости продуктов и услуг

В сущности, добыча ресурсов, производство и обмен благ, а также весь товарооборот суть преобразование одной формы энергии в другую. Это подводит нас к пониманию новой концепции стоимости – энергетической. Суть этой концепции состоит в том, что стоимость продукта/услуги устанавливается в зависимости от того, сколько киловатт-часов было потрачено на создание этого продукта/услуги. Иными словами, речь идет о внедрении энерговалют [62].

Энерговалюты имеют свою ценность, поскольку сами по себе представляют продукт реального ресурса. Поскольку все действия на нашей планете – это трансформация энергии, то энерговалюты не являются чем-то мнимым. Это вполне реальные сущности.

К ожидаемым достоинствам энерговалют относятся:

1) удобное хранение;
2) сверхбыстрые транзакции;
3) отсутствие трат на эмиссию;
4) новые возможности и процедуры совершения финансовых операций;
5) перспектива стать уникальным платежным, обменным и накопительным финансовым инструментом.

Идея энерговалют связана с именем Побиска Кузнецова. Публикации на тему энергоденег появились в прессе в 1980-х гг. В 1995 г. П. Кузнецов обратился в ООН с просьбой рассмотреть его идею. Кузнецов предлагал введение новой валюты и считал ее внедрение неизбежным: «В ближайшем будущем на смену крашеной бумаге придет единое правило международных

расчетов через объективный измеритель, роль которого возьмет на себя физическая величина – киловатт-час» [86]. Позже была опубликована статья Кузнецова об использовании киловатт-часа в качестве универсальной меры стоимости в мировой экономике [67]. Однако идея энерговалюты пока отторгается консервативной реальностью.

Тот факт, что цены, выраженные в денежных единицах, можно пересчитать в киловатт-часы, наводит на мысль, что и «денежный бюджет», и «бюджет в киловатт-часах» – это два способа оценки ресурсов и действий [86].

Однако денежных знаков можно напечатать и распределить столько, сколько надумает центробанк, а распределить киловатт-часы свыше фактически добываемых – невозможно.

Введение всеобщего стандарта меры стоимости в форме киловатт-часа даст возможность оторваться от произвола печатного станка, выпускающего денежную массу [86].

Результаты исследований П. Кузнецова говорят о том, что возможно не только обсуждение «денежного бюджета» страны в рублях, но и составление аналогичного бюджета страны, выраженного в киловатт-часах [67, 86].

Побиск Кузнецов был энтузиастом применения энергетических показателей при описании сложных технических систем, в частности транспортных. По мысли Кузнецова, перспективная экономика будет базироваться не на монетарных принципах, а на базисе естественнонаучного описания реальных производственно-экономических связей [37].

Издревле ценнейшим и непреходящим экономическим ресурсом является золото; в качестве мировой консервативной мерой стоимости при этом выступал золотой эквивалент. Но и на фоне золота энергоресурсы и энерговалюта должны выйти на передний план.

По мнению Б. В. Дроздова [37], новая нетоварная экономика должна отказаться от сложившейся системы измерения стоимости, на применении которой в рыночной системе отношений строились все процессы обмена и накопления. В физической экономике на ведущее место должны выходить материальные потоки (физические, технологические, производственные), а также функциональные взаимоотношения, согласовываемые посредством комплекса натуральных балансов [37].

В общем смысле изготовление некоего продукта состоит в придании определенной организации и формы необходимому количеству материи. Этот процесс требует применения некоторого количества энергии. Материя (вещества) не представляет собой самостоятельной стоимости. Уголь и золото не стоят ничего, пока лежат в земле. Стоимость они приобретают, когда к ним прикладывается труд – сначала труд поиска и определения запасов, затем труд извлечения, доставки, переработки. При этом материя перестает быть просто весомой материей: она вступает в опреде-

ленные взаимодействия, отношения с обществом, превращается из «материи в себе» в «материю для общества» [37].

По М. Сухареву [125], труд имеет две основные компоненты: физическую работу E и организацию материи – внесение информации I в материю. Стоимость труда V пропорциональна некой функции F от физической работы E и количества информации I, «внесенной в материю»: $V = K_t F(E, I)$. Функция V монотонно зависит и от E, и от I. В линейном приближении $V = K_t(k_1 E + k_2 I)$, где K_t, k_1, k_2 – эмпирические коэффициенты.

Снова отметим: как физическая работа, так и «организация материи» реализуются с непременными затратами энергии. В данном случае энергозатраты выступают на передний план.

Энергоресурсы вместо золота, энерговалюта вместо золотых и денежных эквивалентов – это перспективный путь технологического развития человечества. Введение энергоинвариантов позволит сопоставить все расчетные и реальные цены, себестоимость всех товаров в единой единице измерения – в киловатт-часах электроэнергии. В настоящее время подобные сопоставления в отдельных случаях производятся. Но поскольку ни одна из денежных валют не имеет абсолютного курса, формируются лишь искусственно выстраиваемые временны*е* соотношения между ними. Привязка средств платежа к киловатт-часу, введение энерговалюты обеспечат метрологическую состоятельность всех расчетов сложных интегрированных производственно-потребительских комплексов и создадут реальную методическую базу для эффективных взаимоприемлемых процессов [39].

2.2. Методики оценки жизненного цикла

В последние три десятилетия в научно-исследовательской практике все активнее применяются методы и инструментарий оценки жизненного цикла (ОЖЦ) (в англоязычной литературе – Life Cycle Assessment, LCA). Методы ОЖЦ используют практически во всех отраслях промышленности. Транспортная отрасль несколько отстает в этом плане.

Изобретение данного метода связано с Патриком Геддесом (Patrick Geddes), который в 1880-х гг. разработал процесс, моделирующий ЖЦ энергоснабжения при добыче каменного угля [176]. Собственно термин LCA (ОЖЦ) был впервые использован в 1984 г. Швейцарским федеральным агентством по охране окружающей среды [200]. В 1993 г. Международной организацией по стандартизации (ISO) была утверждена первая редакция методики LCA [132].

В течение последних 20 лет наблюдается бурный рост баз данных и программных продуктов, обеспечивающих расчеты ОЖЦ. Завоевали признание следующие ПО и базы данных (БД) к ним: SimaPro (Голландия); GABi, UMBERTO (Германия); EASEWASTE (Дания); Ecoinvent (Швейцария); openLCA (Германия) и др.

Для унификации методологии ОЖЦ была разработана линейка международных стандартов ISO 14040-14044, которая унифицировала форматы и шаблоны данных и предоставила возможность для сравнения результатов разных вариантов анализа [195–199].

Существует несколько определений ЖЦ и ОЖЦ. Например, Международная организация стандартов ISO определила понятие жизненного цикла таким образом: «...последовательные и взаимосвязанные стадии жизненной системы продукта или процесса, начиная с добычи природных ресурсов и заканчивая утилизацией отходов» [200]. А ОЖЦ – это «...систематизированный набор процедур по сбору и анализу всех материальных и энергетических потоков системы, включая воздействие на окружающую среду во время всего жизненного цикла продукта и/или процесса...» [200].

Следует подчеркнуть, что сам ОЖЦ не решает проблемы энергетики и экологии, а скорее предоставляет нужную информацию для их решения. Исходя из главного принципа ОЖЦ – «от колыбели до могилы» (cradle-to-grave), – рассмотрению подлежит вся продукционная цепочка – от начальных стадий производства продукции (добычи первичного сырья) до ее утилизации (или рециклинга) [132].

Для анализа используются и частичные цепочки: «от колыбели до продукта» (cradle-to-product), «от продукта до могилы» (product-to-grave), для транспорта – «от скважины до колес» (well-to-wheel). Эти цепочки определяют границы исследуемой системы.

ОЖЦ является итеративным методом, т. е. все работы выполняются перманентно, параллельно-последовательно, с непрерывным анализом полученных результатов и корректировкой предыдущих этапов.

Метод ОЖЦ представляет собой достаточно сложную процедуру, состоящую из множества этапов, выполнение которых связано с различного рода допущениями и ограничениями [132].

Согласно ISO 14040 [195], оценка жизненного цикла состоит из четырех этапов технологических действий, связанных общей терминологией и требованиями, а именно:

1) определения цели и области применения (ISO 14041 [196]);
2) инвентаризационного анализа жизненного цикла (ISO 14041 [196]);
3) оценки воздействия на протяжении ЖЦ (ISO 14042 [197]);
4) интерпретации жизненного цикла (ISO 14043 [198]).

Требования и рекомендации (ISO 14044 [199]). Стандарт нормирует терминологию, обуславливает требования и дает рекомендации относительно действий, реализуемых во всей линии стандартов ISO 14040–14044. Отметим, что термином **продукция** охватываются любые

товары или услуги. К услугам относится, например, **транспортирование**. Стандартом определено понятие **сопутствующая продукция** (сопродукция). В услуге *транспортирование (доставка)* перегрузку между видами транспорта и промежуточное хранение на складе можно отнести *к сопродукции.*

Несмотря на наличие нормативной базы (ГОСТ Р ИСО 14040–14044), методология ОЖЦ в России пока не получила такого развития и практического применения, что наблюдается во многих передовых промышленных странах. В сфере транспорта этой теме посвящены лишь немногие исследования. В то же время в вышеупомянутых иностранных БД для ОЖЦ имеются данные по сотням тысяч объектов и процессов их использования, в том числе тысячи – по транспортной сфере.

Простейшая схема ЖЦ автомобиля приведена на рис. 2.1 [185].

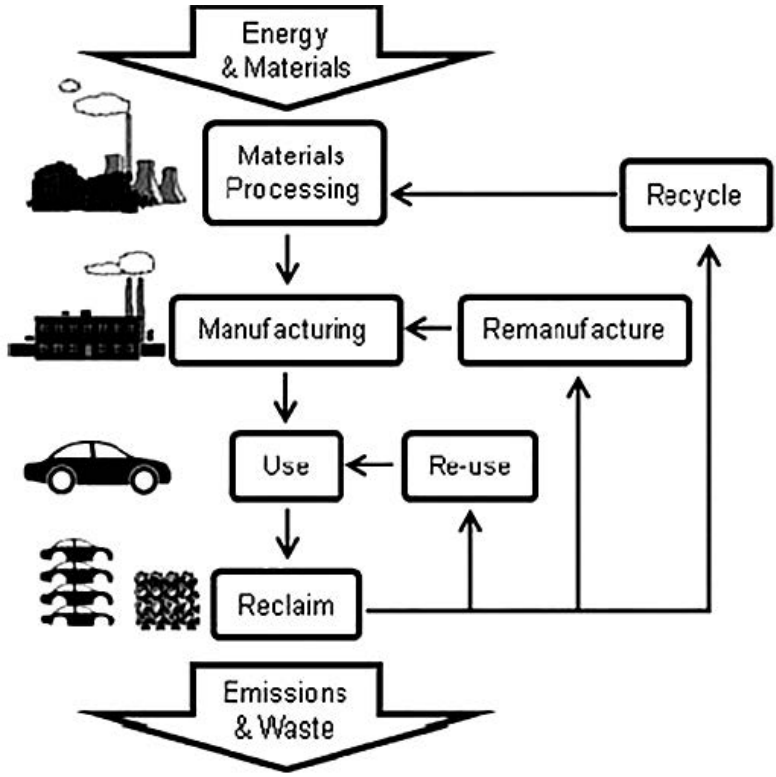


Рис. 2.1. Полный ЖЦ автомобиля [185]

По данным Лаборатории промышленных систем и автоматики, Греция [185], энергозатраты при производстве автомобилей составляют от 18 до 107 ГДж на один автомобиль.

Одним из образцовых в автомобильной отрасли является опубликованный комплекс работ по ОЖЦ электромобиля (е-автомобиля). Краткие схемные выдержки из этого комплекса приведены на рис. 2.2–2.4 [180–182].

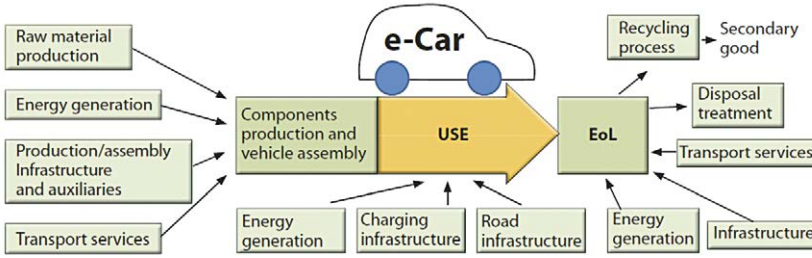


Рис. 2.2. Системные границы
ОЖЦ е-автомобиля [180]

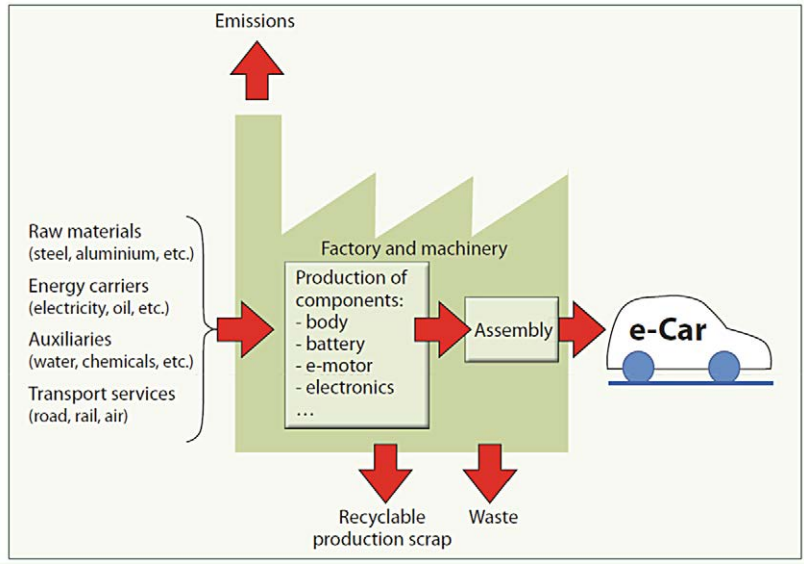


Рис. 2.3. Главные процессы производства
е-автомобиля [180, 181]

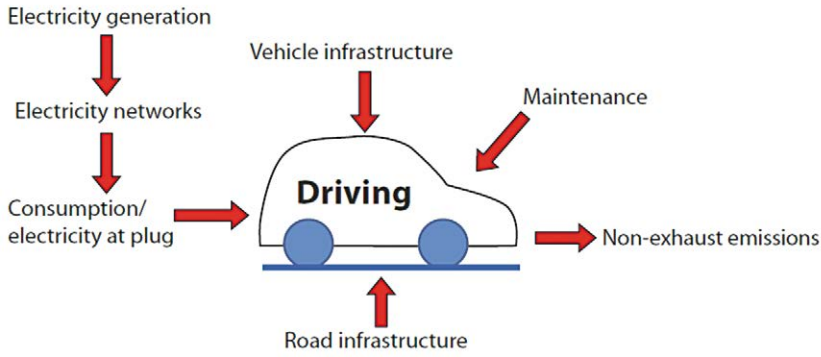


Рис. 2.4. Главные элементы фазы эксплуатации е-автомобиля [180, 182]

2.3. Накопление энергозатрат объектами транспортной сферы

2.3.1. Понятие, стандартизация и анализ накопленных энергозатрат

В ходе эволюции методологии и инструментария ОЖЦ (LCA) получил развитие метод расчета накопленных энергозатрат. Еще используют следующие выражения-синонимы: «накопленное потребление энергии», «потребность в куммулятивной энергии», «встроенные энергозатраты (embodied energy). Всё это переводы утвержденного в первичных стандартах и методиках английского термина Cumulative energy demand (CED).

Самым продвинутым стандартом CED является германский «VDI 4600. Cumulative Energy Demand 2012, 2015» [233].

Наиболее фундаментально определенный в БД Ecoinvent, CED внедрен и в несколько других ППП и БД LCA [190]: например, в openLCA. Исследование использования энергии по всему ЖЦ товара или сервиса (услуги) осуществляется посредством методики «Анализ потребной кумулятивной энергии» (CED): например, в ППП и БД Ecoinvent [184]. Методика включает как прямое использование энергии, так и ее косвенное (непрямое) расходование (например, на строительные материалы или сырье).

Метод был разработан в начале 1970-х гг. после первого кризиса цен на нефть и имеет сложившуюся традицию (Boustead&Hancock, 1979 [166]; Pimentel, 1973 [222]).

Согласно VDI [233], данные на CED формируют важное основание для указания на приоритеты потенциалов экономии энергии в их комплексном отношении между проектированием, производством, использованием и утилизацией.

CED также используется как индикатор воздействий на окружающую среду. Кроме того, значения CED могут применяться для сравнения

результатов детального изучения ОЖЦ с результатами других исследований, в которых оперировали только первичными энергетическими потребностями, выраженными в единицах массы или объема энергоносителей (Primary energy demand – PED).

Наконец, результаты CED могут использоваться для проверок правдоподобия, так как на базисе CED (т. е. на базе его калибровок и балансировок) легко судить, были ли допущены большие погрешности.

Существуют различные концепции определения первичных энергетических потребностей. Для вычислений CED каждый может выбрать нижнее или верхнее значение теплотворной способности первичных носителей энергии, где последнее включает энергию испарения водного содержания.

Кроме того, можно различить энергетические потребности возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, а в них – категории первичных источников (ископаемые, лес и биомасса, ядерные реакции, ветер, солнце, вода, геотермальные источники).

Более глубокое освещение и обсуждение достоинств индикаторов CED может быть найдено, например, в работе [184]. Мы же далее дадим представление о методических особенностях сбора информации и объеме работ по подготовке информации к дальнейшему формированию индикаторов CED на условных примерах производства и эксплуатации отечественных автомобилей, в основном семейства КамАЗ [53].

2.3.2. Энергозатраты при производстве автотранспортных средств

Автомобильная промышленность представляет собой сложный энергоемкий комплекс. Причем энергоемкость конструкции АТС определяется суммарной энергией, вложенной в нее этим комплексом на стадии изготовления.

Здесь необходимо отметить следующее. Обобщенный материал для анализа по крупномасштабной отрасли хозяйства, такой как энергетика или автомобильная индустрия страны, требует, как правило, значительных временны*х* затрат на сбор данных, их обработку, взаимоувязку по степени детализации, временно́му соответствию, уровню точности данных [194]. На удовлетворение этих требований и условий, на соответствующую работу и «созревание» информационного материала» необходимо время. Это чаще всего является причиной отставания совокупности привлекаемых статистических данных от временно́го фронта исследования. Чем крупнее исследуемая система, тем больше временна́я дистанция между данными и фронтом исследования.

Изложенное объясняет привлечение для формирования и численного обоснования критериев энергоэффективности статистического материала двух-, трехдесятилетней давности, собранного и рассмотренного в разделе 2.3. Например, есть данные по отслужившим маркам автомобилей (ЗИЛ-ММЗ-555, КрАЗ-256Б), устаревшим показателям дорожного строительства

и др. Главное для методических построений, да и численных примеров, – это принадлежность данных к одному временно́му срезу.

Теперь приступим к рассмотрению привлекаемых данных.

Энергоемкость конструкции зависит от объемов производства, характеристик оборудования и станочного парка, массы объекта, номенклатуры используемых материалов и пр. Баланс энергопотребления в автомобилестроении следующий: привод станков и оборудования – 46 %, электротермия – 19 %, получение сжатого воздуха – 16 %, электролиз – 6 %, вентиляция и кондиционирование – 6 %, освещение – 5 %, вода – 2 %. Значения КПД оборудования, машин и механизмов, участвующих в основных энергетических процессах, представлены в табл. 2.1 [30, 53].

Таблица 2.1

КПД оборудования, машин и механизмов

Наименование	Топливо		Энергия	
	твердое	жидкое и газообразное	тепловая	электрическая
Рабочие машины, механизмы и их привод	–	0,18–0,4	0,3–0,6	0,5–0,8
Транспортные средства	0,04–0,07	0,2–0,3	–	0,3–0,4
Установки для электрохимических процессов	–	–	–	0,6–0,8
Электротехнические процессы:				
освещение	–	–	–	0,03–0,05
электродуговые печи	–	–	–	0,7–0,8
индукционные печи	–	–	–	0,5–0,7
установки ТВЧ	–	–	–	0,5–0,7
сварочное оборудование	–	–	–	0,4–0,7
Теплотехнические процессы:				
водогрейные котлы	–	0,89–0,95	–	0,8–0,9
парокотельные установки	0,55–0,85	0,6–0,9	–	0,9–0,95
теплообменная аппаратура	–	–	0,95–0,98	–
холодильные установки	–	–	–	0,7–0,85
воздухонагреватели	–	0,8–0,85	–	–
отопление, горячее водоснабжение, вентиляция и кондиционирование	0,5–0,7	0,6–0,78	0,6–0,8	0,7–0,35
Печи огнетехнические:				
доменные	0,35– 0,4	–	–	0,5–0,7
коксовые	–	0,85–0,93	–	–
мартеновские	–	0,15–0,25	–	0,65–0,75
кузнечные	0,1–0,15	0,2–0,4	–	0,6–0,8
термические	–	0,2–0,4	–	0,6–0,8
обжиговые	0,1–0,65	0,05–0,65	–	0,25–0,4
Вагранки	0,13–0,4	–	–	0,5–0,6

Энергозатраты при производстве материалов, используемых в ЖЦ АТС, (кВт · ч)/кг, следующие: сталь, чугун – 15; алюминий – 58; резина – 41; пластмассы – 34; медь – 26; свинец – 23; лаки, химикаты – 7; кислоты – 0,18; бензин – 5; дизтопливо – 3,5; СНГ – 0,14; СПГ – 0,23; масло – 50; антифриз – 4. Энергоемкость АТС коррелирует с их массой. На рис. 2.5 отражено содержание материалов в конструкции АТС [83, 84].

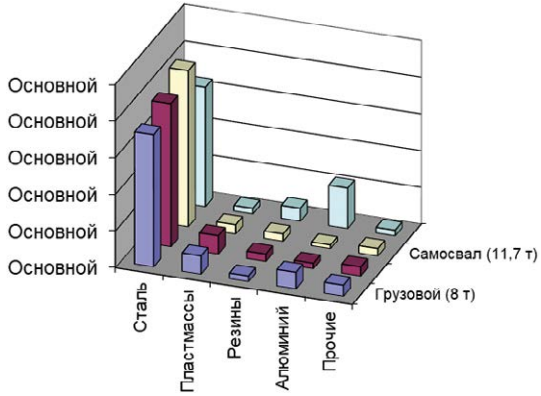


Рис. 2.5. Доля различных материалов в конструкциях автомобилей [83, 84]

Энергозатраты при изготовлении узлов и сборке легкового автомобиля массой 1,16 т и грузовика массой 18 т приведены в табл. 2.2 [84].

Таблица 2.2

Энергозатраты при изготовлении АТС

Наименование	Легковой АТС		Грузовой АТС	
	ГДж	%	ГДж	%
Общие энергозатраты	8,06	100	523	100
Ходовая часть	–	–	124	23,7
Производство металлов	3,27	40,6	–	–
Кузов	0,50	6,2	115	22
Трансмиссия	0,86	10,7	28,1	5,4
Комплект колес	2,09	25,9	68,9	13,2
Сборка, окраска	0,65	8	–	–
Кабина	–	–	47,8	9,1
Двигатель	0,32	4	57,8	11,1
Остальные	0,36	4,6	81,4	15,5

Много это или мало? Воспользуемся данными табл. 2.2: 1 млрд легковых автомобилей всего мира обладают вложенной энергией

$1 \cdot 10^9 \cdot 8{,}06$ ГДж $= 2{,}24 \cdot 10^{31}$ кВт · ч = 0,274 Гт у. т., 300 млн грузовых автомобилей – $300 \cdot 10^6 \cdot 523$ ГДж = 5,36 Гт у. т., что в сумме равно 1/5 части мирового потребления энергии за год.

2.3.3. Энергозатраты на строительство и содержание автомобильных дорог

2.3.3.1. Система производств дорожного строительства

Энергетический эквивалент 1 км автомагистрали равен расходу топлива транспортного потока интенсивностью 10 тыс. авт/сут при движении его по этому отрезку в течение 4 лет (0,1л/(км · авт.) × 10 000 авт./сут × × 365 сут/год × 4 год = 1 460 000 л × 33 МДж/л ≈ $50 \cdot 10^3$ ГДж). Немало.

Схема дорожного строительства приведена на рис. 2.6. Она включает множество стадий – от добычи сырья до утилизации отходов [53].

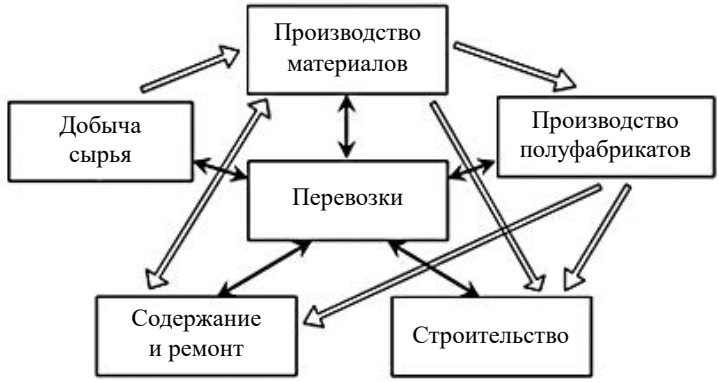


Рис. 2.6. Схема системы производств в дорожном строительстве и транспортных услуг: ↔ – поток транспортных услуг; <==> – передаваемый поток энергии, вложенной в объекты [53]

Неоднократное использование перевозок отображено на рис. 2.6 в виде двухслойной схемы взаимодействия, где жирными стрелками представлен слой потока транспортных услуг, а пустотелыми – слой передачи вложенной в объекты энергии.

Строительство АД осуществляется с неизбежными энергозатратами. АД заключает в себе вложенную энергию – суммарные энергозатраты, осуществленные на всех стадиях ЖЦ этого объекта. Энергозатраты в дорожном строительстве удобно представлять как сумму энергозатрат по видам работ, что мы далее и рассмотрим [53].

2.3.3.2. Энергия, вложенная в строительные материалы

Объемы и темпы строительства и содержания АД определяют развитие производства дорожно-строительных материалов на камнедробильных заводах, предприятиях по приготовлению вяжущих материалов, эмульсий, заводах по переработке гудрона в битум, асфальтобетонных (АБЗ) и цементобетонных (ЦБЗ) заводах, заводах железобетонных конструкций (ЖБК) [84].

Энергозатраты на исходные материалы – это то количество энергии, которое необходимо для подготовки (в карьере, на заводе) 1 т материала к использованию в дорожном строительстве. Среднее количество вложенной энергии, МДж/т, при этом следующее: природный песок, гравий – 20; щебень – 50; отходы в карьерах – 70; битум – 620; цемент – 8000 [155].

Песок и гравий. При средних значениях 20 МДж/т разброс расходов энергии на выемку и первичную обработку составляет от 4 до 45 МДж/т.

Щебень. При приготовлении щебня 17 % энергии расходуется на бурение и взрывные работы, 10 % – на погрузку и перемещение в технологическом цикле и 73 % – на дробление породы. Энергия, необходимая для производства щебня, изменяется в зависимости от типа камня, расположения, конфигурации и оснащенности карьера, положения слоев, толщины вскрыши и составляет от 40 до 80 МДж/т.

Средняя энергия для обработки 1 т заполнителя для всех типов – 60 МДж, что эквивалентно 1,5 л дизельного топлива.

Битумные материалы. Потребность в энергии для получения битума варьируется в пределах 300–700 МДж/т и зависит от качества сырья и совершенства технологических процессов.

Цемент. Энергозатраты на подготовку цемента в 10–13 раз больше, чем на битум. Источники энергии – уголь, нефть, подземный газ и электрический ток. В среднем на производство 1 т цемента требуется 8,0 ГДж энергии. Лучшие мировые показатели составляют 3,5 ГДж/т.

Стальная арматура для цементобетонных покрытий. Средний уровень энергии, необходимой в производства стали для арматуры, – 27 ГДж/т.

2.3.3.3. Энергия строительства АД

Энергопотребности собственно строительства АД включают в себя две категории: 1) энергию в виде топлива для транспортировки материалов и полуфабрикатов; 2) энергию в виде топлива для дорожно-строительных машин и оборудования. Показатели потребления топлива по видам работ приведены в табл. 2.3 [155].

Таблица 2.3

Показатели потребления топлива при строительстве АД

Вид работ	Расход дизельного топлива	Расход бензина
Земляные работы, л/м^3:		
грунт	1,34–1,49	0,54–1,04
камень	1,83–2,08	0,84–1,09
другие породы	1,63–1,88	0,74–0,89
Получение заполнителей, л/т:		
на месте	0,95–1,36	0,30–0,42
на базе с перевозкой на расстояние, км:		
0–16	0,91–1,25	0,83–1,06
16–32	1,32–2,05	1,02–1,86
Асфальтобетонная смесь, л/т:		
производство	6,62–13,25	0,26–0,68
транспортировка на расстояние, км:		
0–16	1,06–1,29	1,32–2,01
16–32	1,14–2,20	1,32–3,37
укладка	0,23–0,76	0,30–0,83
Цементобетонная смесь, л/м^3:		
производство	0,74–2,23	0,59–1,04
транспортировка	1,63–3,32	–
укладка	0,64–1,53	0,69–1,88

Земляные работы

На возведение полотна АД расходуется 50–60 % общих энергозатрат. Основные энергозатраты при возведении полотна падают на транспорт. Они зависят от дальности возки и грузоподъемности самосвалов. В табл. 2.4 приведены показатели объема земляного полотна, изъятие которого в основном осуществляется вдоль дорог [84]. При сооружении полотна в равнинной местности из выемок получают 40 % объемов насыпей, в пересеченных – 60 %, в горных условиях – 100 %. Из боковых резервов строится 20 % дорог по общей протяженности [155].

Таблица 2.4

Потребные объемы земляного полотна, тыс. м^3/км дороги

Характер рельефа	Категория дороги				
	I	II	III	IV	V
Равнинный	120	50	30	18	10
Пересеченный	190	80	50	25	15
Горный	–	160	100	50	–
В заболоченной местности	150	80	50	25	15

При проведении земляных работ важно обеспечить точность отработки геометрических параметров, что требует многократных энергоемких проходов техники – грейдеров и бульдозеров. Уплотнение грунта, щебня и асфальтобетона – главная операция в деле достижения прочности и долговечности.

При наличии нескольких видов средств грунтоуплотнения основным уплотняющим средством является самоходный одновальцовый виброкаток, шарнирно-сочлененный с пневмоколесным тягачом и имеющий в качестве рабочего органа гладкий или кулачковый валец. Уплотнение грунта происходит под воздействием двух факторов: вибраций и динамических частоударных нагружений. Развесовка этих факторов, часто́ты и амплитуды параметров колебательных процессов (виброускорения до $2g$), а также удельные давления на грунт (до 20 кгс/см^2) зависят от типа и состояния грунта. Толщина прорабатываемого слоя может достигать 2 м. Поэтому общий вес катков может достигать 25 т, вибровальцового модуля – 18 т, а требуемая мощность для их работы доходит до 200 л. с. [155].

Энергетические потребности для возведения слоев оснований

На устройство дорожной одежды приходится 15–30 % общих энергозатрат. Строительство и реконструкция дорог и инженерных сооружений на них связаны с потреблением значительных объемов не только природных строительных материалов, но и битума, металла, краски, термопласта. Удельные объемы потребления битума и металла составляют соответственно 610 и 820 кг/км [84].

Укладка слоев основания и их уплотнение могут отличаться из-за изменения состава смеси. Для связующих слоев, битумных оснований и для укладки асфальтобетонных смесей потребность в энергии составляет 18 МДж/т.

Исходные материалы для основания под дорожное покрытие доставляют на смесительный пункт, а смеси затем укладывают. Каждая операция требует расхода топлива и электричества. Энергопотребление при укладке слоя в 1 см дорожного основания с учетом работы смесителя, ТС, укладчиков и катков, МДж/м^2, следующее: из щебня – 5–8; из тощего бетона – 16; укрепленного цементом – 10–20; битумопесчаного –10; битумогравийного – 12; укрепленного золой – 5–8.

Сумма энергии строительства $E_с$ и энергии транспортирования $E_т$ определяет количество *прямой топливной энергии*. О весомости энергии транспортирования свидетельствует пример возведения основания из дробленого щебня: при расстоянии перевозки 32 км $E_т$ составляет 60 % общей энергии, а при 208 км – 89 % [155].

Асфальтобетонные покрытия

Асфальтобетонные заводы. Из энергии, затрачиваемой на приготовление и укладку асфальтобетонной смеси, на приготовление смеси на АБЗ в условиях России расходуется 38 %, на транспортирование смеси на дорогу (на расстояние 20 км) – 59,5 %, на укладку и уплотнение – 2,5 % [155].

Энергоемкость асфальтосмесителей формируется в соответствии с реализацией составляющих рабочих процессов: сушки и нагрева заполнителя; хранения и нагрева битума; транспортировки холодного заполнителя; привода сушильного барабана и отсоса пыли; перемешивания.

Сушка и нагрев заполнителя. Для снижения на 1 % влажности 1 т заполнителя требуется 29,5 МДж энергии. Для сушки 1 т заполнителя с 5%-ной влажностью с нагревом от 21 до 163 °С, с сопутствующими сушке прочими процессами, необходимо порядка 240 МДж/т.

Хранение и нагрев битума. Затраты энергии, связанные с хранением битума, составляют порядка 7 МДж/т. Затраты на поддержание температуры разогретого битума – того же порядка. Передовые технологии, при которых битум нагревают 1 раз на НПЗ и завозят на АБЗ по часовому графику, в России пока не используются повсеместно. Крайний случай – с повторным разогревом холодного битума – требует до 700 МДж/т.

Транспортировка холодного заполнителя. При расходе бензина погрузчиком 25 л/ч (при часовой подаче им в питатель 200 т заполнителя) энергоемкость этой операции составляет порядка 5 МДж/т.

Сушильный барабан и отсос пыли. Расход энергии на привод сушильного барабана и отсос пыли составляет порядка 5 МДж/т.

Приготовление смеси. Если оборудование состоит из теплого элеватора, теплого грохота, насоса подачи связующего материала, дозатора заполнителя, смесителя с принудительным перемешиванием и бункера готового материала, ее энергоемкость составляет порядка 4 МДж/т.

Таким образом, энергоемкость приготовления 1 т асфальтобетонной смеси в традиционной асфальтосмесительной установке при сухом заполнителе составляет порядка 21 МДж/т. При использовании барабанного смесителя энергоемкость на 1 т смеси будет на 16 % меньше.

В среднем расход топлива на приготовление асфальтобетонной смеси составляет 11,3 л/т, в том числе на нагревание и сушку заполнителей – 7,5 л/т, перевозку, укладку и уплотнение – 3,8 л/т.

Укладка теплой смеси. Производительность укладки асфальтобетонных смесей зависит от технологии и производительности дорожно-строительных машин. Допустим в качестве примера, что часовая производительность укладки составляет 150 т/ч. Распределение и уплотнение смеси осуществляют один асфальтоукладчик и три катка. Расход дизельного топлива каждой машиной – 17 л/ч. Тогда удельный расход энергии на укладку составит $4 \cdot 17$ л/ч $\times$ 38,7 МДж/л : 150 т = 17,5 МДж/т [155].

Поверхностная обработка. Процесс разбрызгивания битума состоит из двух операций: нагрева связующего материала и его разбрызгивания. В табл. 2.5 приведена энергоемкость рабочих операций для различных связующих материалов [155].

Таблица 2.5

Энергоемкость операций со связующими материалами

Вид работ	Энергоемкость, кДж/л		
	дорожного битума	жидкого битума	битумной эмульсии
Нагрев связующего материала	152	112	28
Разбрызгивание	8	8	8
Эксплуатация транспортного средства	5	5	5
Всего	165	125	41

Поверхностное распределение измельченного щебня. При мощности распределителя щебня 60 л. с., скорости его движения 137 м/мин, ширине разбрасывания 3,7 м энергия распределения составляет 12 кДж/м^2.

Уплотнение холодной смеси. Усредненный показатель расхода горючего укатывающими катками составляет 13–17 л/ч. При толщине слоя 2,5 см, ширине 3,7 м уплотнение обеспечивается за четыре прохода катка. При скорости катка в 4,8 км/ч его производительность будет 4440 м^2/ч. При этом удельная энергоемкость на 1 см толщины слоя равна 60 КДж/м^2.

Изготовление покрытия из 1 т смеси (распределение смеси асфальтоукладчиком и уплотнения катками) требует затрат 2 л дизельного топлива (75 МДж/т) [76]. На 1000 м^2 двухслойного асфальтобетонного покрытия с одиночной поверхностной обработкой расходуется 506–737 м^3 щебня и 36 м^3 песка при использовании в качестве материала основания щебня [84].

Цементобетонные покрытия

Затраты энергии на устройство покрытий из цементобетона в 3 раза выше, чем из асфальтобетона.

Цементобетонные заводы. Приготовление цементобетонных смесей производят на ЦБЗ. Транспортировка заполнителя на ЦБЗ по энергоемкости аналогична транспортировке на АБЗ, составляя порядка 5 МДж/т. Расход энергии при использовании бетоносмесителя производительностью 230 м^3/ч вместе с пневмотранспортером, автоматическим дозатором, погрузчиком составляет 7,3 МДж/т [155].

Изготовление покрытия. Приведем пример. Предположим, что укладка цементобетонного покрытия осуществляется с помощью бетонораспределителя и бетоноукладчика (каждый мощностью 175 л. с.,

производительностью 230 м^3/ч и расходом энергии 1,54 ГДж/ч). Две машины для отделки и выглаживания (по 10 л. с. каждая), работающие на бензине, потребляют 120 МДж/ч. Общее потребление энергии составляет 1,66 ГДж/ч. Машина для нарезки швов, с двигателем мощностью 43 л. с. и производительностью резки 3 м/мин, потребляет энергии 1 МДж/л на I пог. м шва [155].

На 1000 м^2 однослойного цементобетонного покрытия на подстилающем слое из песка расходуется 371 м^3 песка и 190 м^3 щебня; при двухслойном покрытии расход составит 280 и 208 м^3 песка и щебня соответственно [84].

Сравнение по виду покрытия показывает, что строительство дорог с цементобетонным покрытием менее энергоемко, чем с асфальтобетонным: для дороги I категории разность составляет 11,4 %, III категории – 4,7 %. При формировании дорожной одежды из асфальтобетона энергозатраты ниже, чем из цементобетона. Однако приготовление асфальтобетонных смесей более энергоемко, чем цементобетонных, что и обуславливает названную разность в общих энергозатратах.

Средние значения энергозатрат на основные разновидности дорожного покрытия при толщине слоя в 1 см, МДж/м, следующие:

Нижний слой асфальтобетонного покрытия 12–14
Асфальтобетонное покрытие на основе гравия 12
Асфальтобетонное покрытие 14
Асфальтобетонное покрытие с крупным щебнем 15
Литой асфальт 22
Шероховатое покрытие. 15
Цементобетонное покрытие. 28

Энергозатраты различных типов асфальтобетона, уплотненных катком, примерно одинаковы. Высокая энергоемкость литого асфальта по сравнению с асфальтобетоном объясняется значительно бóльшим содержанием битума и минерального порошка (в 3 раза), а также высокой температурой (220–260 °С), которую необходимо поддерживать при транспортировке в специальных асфальтовозах. Но высокие энергозатраты компенсируются бóльшим сроком службы: так, энергозатраты на строительство цементобетонного покрытия вдвое выше, чем асфальтобетонного.

Имеются значительные различия в энергообеспечинии для различных типов асфальтобетона и цементобетона (табл. 2.6). Энергия строительства на 1 см толщины асфальтобетона значительно больше, чем цементобетона [155].

Таблица 2.6

Энергозатраты строительства 1 км поверхностного слоя толщиной 1 см

Тип поверхности	Энергия, л/км · см, необходимая для					
	строительства, $E_с$	транспортирования $E_т$ на 32 (208) км	обработки $E_р$	тепловая, E_h	Всего	
					$E_с + E_т$	Все категории
Асфальтобетон	1485	625 (4260)	360	9465	2110 (5745)	11 935 (15 570)
Неармированный цементобетон	230	705 (3920)	5475	0	935 (4150)	6410 (9625)
Армированный цементобетон	230	720 (3935)	6750	0	950 (4165)	7700 (10 915)

Анализ с использованием удельных энергозатрат

Энергозатраты при строительстве участка дороги связаны с расходом как моторного топлива в двигателях строительно-дорожных машин, так и энергоресурсов в технологических процессах строительства. Удельные энергозатраты при строительстве АД зависят от вида дорожного покрытия и других факторов (табл. 2.7) [84].

Таблица 2.7

Удельные энергозатраты в дорожном строительстве, МДж/т

Вид работы с материалом	Морозозащитный слой	Укрепление земляного полотна	Щебеночный несущий слой	Гравийный несущий слой	Битумный несущий слой	Битумный связующий слой	Битумный слой		Бетонный слой
							АБ	Асфальт	
Добыча	15,9	15,9	73,9	16,0	58,1	66,2	90,2	117,7	852
Погрузка	5,03	5,03	6,6	6,6	–	–	–	–	–
Транспортировка	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5	129,3	99,5
Распределение	0,27	0,27	0,5	0,43	–	–	–	–	–
Уплотнение	0,77	0,77	1,55	1,16	–	–	–	–	–
Эксплуатация смесителей	–	–	–	–	259	255	255	286,4	6,19
Распределение и уплотнение	–	–	–	_	17,4	17,4	17,4	4,26	2,71
Перемешивание заменителя	–	49,15	–	–	–	–	–	–	–

Удельные энергозатраты в технологических процессах дорожного строительства относят к толщине соответствующего слоя покрытия в 1 см. Эти данные используются для оценок энергозатрат в строительстве дорог при известной толщине каждого из слоев покрытия. Так, расход энергоресурсов составляет около 535 МДж/м^2 для сооружения 1 м^2 дороги, имеющей следующую толщину слоев: морозозащитного слоя грунта – 25 см; укрепленного слоя грунта – 15 см; несущего слоя – 15 см; битумно-связующего слоя – 10 см; слоя асфальта – 10 см [84].

2.3.3.4. Энергия содержания и ремонта АД

Содержание АД включает обустройство и эксплуатацию инженерных объектов, средств связи, сигнализации и управления движением, средств контроля технического состояния АД и т. д. Это всё энергоемкие объекты и действия [53].

Ремонтные воздействия на АД различаются по степени регулярности, периодичности, оперативности и объему работ. В каждое воздействие вкладывается энергия. При осуществлении ремонта дороги традиционными технологическими процессами являются следующие [84]:

1. *Удаление верхнего слоя дорожного полотна фрезой.* Энергозатраты связаны с получением и расходом тепловой энергии на размягчение верхнего слоя асфальта и на привод фрезы для снятия этого слоя [84].
2. *Ремонт дорожного покрытия.* После фрезерования поверхность дорожного полотна разогревается, разрыхляется, выравнивается. Затем наносится битумная смесь, которая после уплотняется [84].
3. *Заделка швов.* Энергозатраты при заделке швов связаны с их очисткой, балластировкой и изготовлением материала для заделки [84].
4. *Транспортировка отходов до места хранения или переработки.* Энергозатраты связаны с расходом топлива в двигателях ТС [84].

В табл. 2.8 приведены энергопотребности для ремонтных работ [155].

Таблица 2.8

Энергопотребности ремонтных работ

Работы по содержанию и ремонту АД*	Энергопотребности		Доля поверхности АД, %, и другие условия (указаны в скобках)
	МДж/км	МДж/м^2	
1	2	3	4
Поверхностная обработка	2430	0,66	30
	4490	1,22	100
Профилирование	3080	0,85	25
	9440	2,59	100
Ямочный ремонт	13 770	3,77	4 (1 см толщины)

Окончание табл. 2.8

1	2	3	4
Выемка грунта и ремонт	16 390	4,49	2 (10 см толщины)
	43 150	11,8	5 (15 см толщины)
Заливка трещин	5570	1,54	
Заливка цементным раствором	6160	1,69	100
Асфальтобетонное покрытие	256 400	70,17	100 (5 см толщины)

* Верхние и нижние строки строки соответственно.

Так, например [84], при ремонте дороги замена верхнего слоя дорожного полотна толщиной 10 см сопровождается потреблением 178 МДж/м^2 энергии, удаление слоя фрезой – 85 МДж/м^2 и транспортировка отходов до места переработки – 27 МДж/м^2. В результате суммарные энергозатраты на ремонт дорожного покрытия толщиной 10 см составят 290 МДж на 1 м^2 поверхности дороги, что примерно в 2 раза меньше, чем на сооружение новой дороги.

2.3.3.5. Энергия транспортирования строительных материалов

Энергетические показатели перевозок строительных материалов обладают большим разбросом. Это обусловлено влиянием различных факторов: так, тип оборудования, нагрузка на ездке, скорость, условия местности, состояние транспорта, водительское мастерство во многом определяют количество потребляемого топлива. Зачастую перевозка материала осуществляется по дорогам без покрытий, при низких скоростях. Исключение составляют перевозки на большие расстояния при оптимальных нагрузках и скоростях. Обратные рейсы – обычно порожние, что сказывается на производительности [53].

Средние энергозатраты грузовых автомобилей, занятых в строительстве и содержании АД, приведены в табл. 2.9 [155].

Таблица 2.9

Средние энергозатраты грузовых автомобилей в строительстве

Тип автомобиля	Расход, л/(т · км)		Потребление энергии, кДж/(т · км)	
	на бензине	на дизельном топливе	на бензине	на дизельном топливе
Двухосный 6×4	0,21	–	7,95	–
Трехосный	0,08	0,065	3,09	2,75

Средний удельный расход энергии при транспортировке материалов на автомобилях на бензине составляет 4,4 МДж/(т · км), а на дизельном топливе – 2 МДж/(т · км). Потребление топлива трехосными автомобилями грузоподъемностью 10 т при перевозке смесей приведено в табл. 2.10 (машины загружены в один конец, а возвращаются порожними).

Таблица 2.10

Потребление топлива при перевозке смесей автомобилями

Перевозимый материал	Тип двигателя	Среднее потребление		
		топлива, л/км	топлива, л/(т · км)	энергии, МДж/(т · км)
Горячая асфальтобетонная смесь	Дизель	0,34	0,067	2,62
Цементобетон	Бензиновый	0,47	0,094	3,64

Основные энергозатраты на транспортирование зависят от дальности возки (возрастают с ее увеличением) и грузоподъемности автомобилей (рис. 2.7) [53]. Оптимальные энергозатраты имеют автомобили-самосвалы грузоподъемностью 12–18 т [155].

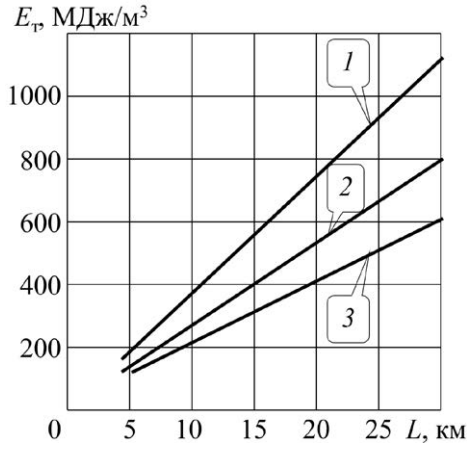


Рис. 2.7. Зависимость удельных затрат $E_т$ от дальности возки L для автомобилей-самосвалов: *1* – ЗИЛ-ММЗ-555; *2* – КрАЗ-256Б; *3* – КамАЗ-5511 [53]

В табл. 2.11 приведены характеристики автомобилей КамАЗ, используемых в строительстве АД.

Таблица 2.11

**Автомобили КамАЗ,
используемые в строительстве АД**

Марка	Колесная формула	Полная масса, т	Масса груза, т	Объем платформы, $м^3$	Мощность ДВС, л. с.	Максимальная скорость, км/ч
КамАЗ-55111	6×4	22,2	13	6,6	240	90
КамАЗ-65111	6×6	24,5	14	8,2	260	80
КамАЗ-65115	6×4	24,8	15	8,5	240	80
КамАЗ-6520	6×4	33,1	20	12	320	90
КамАЗ-6540	8×4	30,5	18,5	11	260	85

2.3.4. Поддержание работоспособности техники и персонала

Для бесперебойного осуществления перевозок необходимо поддерживать подвижной состав в работоспособном состоянии. Для этого имеются грузовые и пассажирские АТП, СТО, предприятия по ремонту подвижного состава, авторемонтные заводы, заводы по изготовлению запасных частей, подсобные предприятия.

2.3.4.1. Поддержание работоспособности подвижного состава

При восстановлении работоспособности ТС осуществляются уборочно-моечные, контрольно-регулировочные, крепежные, подъемно-транспортные, разборочно-сборочные, слесарно-механические, кузнечные, жестяницкие, сварочные, медницкие, смазочно-заправочные, аккумуляторные, окрасочные и другие работы. Они связаны с расходом материалов и энергоресурсов [53].

Удельные энергозатраты на участках и предприятиях представляют отношение годовых объемов энергопотребления к среднегодовому пробегу группы АТС. Прямые энергозатраты на постах обслуживания, ремонта и при маневрировании АТС в АТП составляют, кВт·ч/1000 км [84]: ВАЗ-1111 – 174; ГАЗ-2410 – 205; ГАЗ-5312 – 148; ЛИАЗ-6677м – 145; КамАЗ-5320 – 110; КрАЗ-260 – 220.

При ТО и ремонте используются материалы с вложенной в них энергией (табл. 2.12), а также материалы в виде запчастей (табл. 2.13) [53].

Таблица 2.12

Расход материалов на ремонтно-восстановительные нужды автомобилей (без запчастей), г/1000 км пробега

Наименование	ВАЗ-1111	ГАЗ-2410	ГАЗ-5312	ЛИАЗ-677м	КамАЗ-5320	КрАЗ-260
Сталь, чугун	362,7	400,5	1663,0	1476,0	3651,3	6330,8
Алюминий	1,04	0,8	2,5	2,9	2,6	3,9
Медь	1,51	2,0	4,9	7,4	18,0	28,7
Резина	1,78	2,2	8,1	13,5	9,1	33,9
Лаки	46,3	59,3	239,0	225,1	279,7	545,5
Химикаты	58,1	69,3	115,5	136,2	311,6	293,7
Топливо	18,5	18,5	59,2	53,3	391,7	569,6
Водопотребление	0,57	0,96	1,94	4,25	5,15	7,96

Таблица 2.13

Расход материалов в виде запчастей при выполнении ремонта АТС, г/1000 км пробега

Наименование	ВАЗ-1111	ГАЗ-2410	ГАЗ-5312	ЛИАЗ-677м	КамАЗ-5320	КрАЗ-260
Сталь, чугун	109,5	344,0	492,6	978,9	1027,4	2804,2
Алюмнний	18,5	61,1	175,0	199,0	12,0	39,0
Медь	15,8	33,0	104,0	231,0	62,0	143,0
Резина (без шин)	15,5	34,5	34,0	89,0	22,0	87,0

Доля энергозатрат при выполнении капитального ремонта в суммарном энергопотреблении мала и не превышает 0,2 % [84].

2.3.4.2. Производственно-технологические и коммунально-бытовые тепло- и топливопотребители предприятий автомобильного транспорта

Предприятия АТ потребляют теплоту на производственно-технологические и коммунально-бытовые нужды [53]. Потребители теплоты различаются по виду и температуре теплоносителя, тепловой нагрузке, режиму потребления. Основные технологические процессы – потребители, использующие теплоту пара или горячей воды, перечислены в табл. 2.14 [20]. На технологические нужды, отопление помещений расходуется около 60 % топлива, поступающего на предприятия АТ.

Таблица 2.14

Технологические процессы – потребители теплоты на предприятиях АТ

Потребители, использующие теплоту пара или воды, а также технологические процессы, требующие затрат этой теплоты	Давление пара, МПа	Примечание
Обмывка ремонтируемых деталей автомашин моющим раствором и водой температурой 80–90 °С, используемая для удаления грязи, масла, старой краски и коррозионных отложений	0,3–0,4	Можно использовать пар более низкого давления и нагретую воду
Наружная обмывка автомобилей водой с температурой 60–70 °С	0,3–0,4	То же
Подогрев смазок при хранении и раздаче	0,5–0,7	»
Сушка после пропитки обмоток ремонтируемых электромашин и электроаппаратуры в автоклавах и сушильных печах при температуре 160–180 °С	0,5–0,7	»
Подогрев нефтепродуктов при сливе из цистерн и в хранилищах топливного склада	0,5–0,6	Пар может быть заменен нагретой водой
Приготовление и подогрев воды для систем охлаждения ДВС	0,3–0,4	Приготовление дистиллята в испарителях
Промывка и выщелачивание секций водовоздушных холодильников; промывка (кипячение) секций масляных холодильников; пропарка для очистки цилиндровых блоков ДВС	0,3–0,4	Пар используется совместно с водой или специальными жидкостями
Обогрев в холодное время года автомобилей при постановке на смотровые канавы в отделениях осмотра и приемки	0,3–0,4	Душирование горячим воздухом

Опишем энергетические особенности применяемого оборудования [20, 53].

Выварочные ванны. Перед дефектацией и ремонтом детали АТС подвергаются очистке от грязи, масла, старой краски, отложений. Для это-

го используют выварочные ванны, представляющие собой металлические емкости с пароводонагревателем. В подогретый до температуры 90–95 °С специальный раствор загружают детали для очистки. Удельный расход теплоты на 1 т очищенных деталей составляет 1,07–1,2 ГДж/т.

Моечные машины. На СТО и АРЗ для очистки деталей применяются моечные машины непрерывного и периодического действия. Удаление загрязнений с деталей производится раствором каустической соды, нагретым до 80–90 °С. Раствор поступает под давлением через сопла душирующей системы. Очищенные детали обмываются в машине водой и просушиваются потоком воздуха из вентилятора. Для подогрева раствора и воды используется пар с температурой 130–150 °С. Расход теплоты на единицу массы очищаемых деталей зависит от категории, режима работы машин и соизмерим с расходом выварочных ванн.

Устройства для обмывки и очистки подвижного состава. Перед рейсом, постановкой в ремонт или поступлением на осмотр кузов и ходовые части автомашин должны быть очищены от грязи. Для обмывки и очистки применяются открытые стационарные и закрытые подвижные устройства.

Обмывка АТС производится водой, подогретой до 45–80 °С, с использованием моющих растворов, подаваемых насосами через сопла под давлением 1 МПа. После обмывки АТС подвергается сушке подогретым воздухом. Расход пара в обмывочных установках составляет 200–300 кг/ч при мощности установки до 140 кВт.

Подогрев нефтепродуктов на предприятиях АТ. Нефтепродукты хранятся в стальных наземных, бетонных или железобетонных подземных (полуподземных) резервуарах. Рекомендуемые температуры подогрева нефтепродуктов при сливе не превышают 6 °С. При очистке вязкие нефтепродукты подогревают до 50–60 °С в емкостях, в которых производят их отстаивание. Теплота, расходуемая для подогрева нефтепродуктов, уходит в окружающую среду.

2.3.5. Погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы

Погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы (ПРиТСР) являются важной и энергоемкой составляющей перевозочного процесса. В некоторых странах на эксплуатацию, например, только парка машин напольного безрельсового электротранспорта приходится около 4 % всей вырабатываемой в стране энергии.

Доля погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) в себестоимости доставки грузов может достигать 70 % (хотя это явно нерентабельно) [31].

ПРиТСР выполняются с помощью подъемно-транспортных машин (ПТМ), общая характеристика которых приведена в табл. 2.15 [53].

Таблица 2.15

Общая характеристика подъемно-транспортных машин

Класс машин	Основные типы машин	Осносная техническая характеристика
Погрузочно-разгрузочные	Инерционно-разгрузочные, ковшовые загрузчики; гидро-насосы; пневмозахватывающие устройства; погрузчики	Производительность
Грузоподъемные	Авто- и электропогрузчики, домкраты, подъемные краны, тали	Грузоподъемность
Транспортирующие	Автокары, гидротранспорт, конвейеры, робот-тележки, рольганги, тележки с подъемной платформой	Производительность
Транспортно-складские	Автоматические складские комплексы, автоматизированные стеллажные штабелеры, ручные штабелеры, механизированные стеллажные штабелеры	Темп складирования

Оценим в качестве примера долю энергозатрат на ПРР при перевозке угля, продолжив решение задачи 7.1, рассмотренной в работе [31]. Там рассчитано количество автосамосвалов МАЗ-457040 и многоковшовых погрузчиков Д-565, работающих 7 ч в сутки, необходимое для вывоза со склада ежесуточно 900 т угля. При коэффициенте использования объема ковша $k_v = 0{,}9$, коэффициенте использования погрузчика $\eta_и = 0{,}68$ требуется два погрузчика. Для бесперебойной работы погрузчиков, при протяженности маршрута с грузом $l_{с.г} = 15$ км, без груза $l_{б.г} = 15$ км, технической скорости $v_т = 30$ км/ч, времени погрузки экскаватором Д-565 одного автосамосвала $t_п = 3{,}2$ мин, времени разгрузки $t_р = 8$ мин и времени оборота автосамосвала $t_о = 1{,}18$ ч необходимо 45 автосамосвалов с объемом кузова 3,8 м^3.

Расход энергии на работу двух погрузчиков [53] составит

$$60 \text{ л/ч} \times 7 \text{ ч} \times 2 = 840 \text{ л}.$$

Расход топлива всех автосамосвалов, при расходе топлива с грузом $q_{с.г} = 0{,}4$ л/км, без груза $q_{б.г} = 0{,}15$ л/км, расходе двигателя на холостом ходу $q_{х.х} = 5$ л/ч и расходе топлива на цикл работы самосвального оборудования $q_{с.о} = 0{,}045$л/ц, составит

$$Q_\Sigma = (l_{с.г}q_{с.г} + l_{б.г}q_{б.г} + (t_п + t_р)\, q_{х.х} + q_{с.о}) \times 7 \text{ ч} / 1{,}18 \text{ ч} \times 45 =$$
$$= (15 \cdot 0{,}4 + 15 \cdot 0{,}15 + (3{,}2/60 + 8/60)5 + 0{,}045)5{,}93 \cdot 45 = 2463 \text{ л}.$$

Таким образом, доля ПРР в балансе энергозатрат перевозки составила $840/(840 + 2463) \approx 25$ %.

Характеристики грузоподъемных машин приведены в табл. 2.16 [103].

Таблица 2.16

Мощностные характеристики грузоподъемных машин

Машина	Грузоподъемность, т	Мощность, кВт
Мостовые краны общего назначения	5–16	12–120
Козловой кран с электроталью	5–12,5	15,5–27
Контейнерный козловой кран для переработки универсальных контейнеров	6,3	66
Контейнерный козловой кран для перегрузки контейнеров массой 24 и 30,5 т и автоприцепов массой 34 т	34	114
Козловой кран для лесоматериалов	16	103
Электрическая цепная таль	1	0,55
Однобалочные мостовые краны с электроталями	1–5	3–11

Для перегрузки и складирования тарно-штучных грузов и контейнеров используются электро- и автопогрузчики. Грузоподъемность автопогрузчиков варьируется от 0,9 до 40 т, а количество моделей этих универсальных машин превышает 160. Эффективность электро- и автопогрузчиков различается. Если принять стоимость потребленной энергии при выполнении определенного объема ТСР автопогрузчиком с карбюраторным двигателем за 100 %, то уровень этого показателя для аналога с дизелем составит 90 %, а электропогрузчика – 28 % [103].

По стоимости автопогрузчики дешевле электропогрузчиков примерно на 10–30 %, однако эксплуатационные расходы, зависящие от режима работы, у них выше из-за частого ремонта двигателя.

Годовая средневзвешенная по многим производствам выработка электропогрузчиков, при их односменной работе (при среднем числе рабочих циклов за смену, равном 70, и среднем пробеге за цикл 70 м), приведенная по данным ВНИИэлектротранспорта, представлена в табл. 2.17 [53].

Таблица 2.17

Годовая выработка электропогрузчиков

Грузоподъемность, т	Коэффициент использования грузоподъемности погрузчика	Годовая выработка, т
0,8	0,75	10 500
1,0	0,7	12 250
1,6	0,69	19 320
2,0	0,75	26 250
3,0	0,7	36 750
5,0	0,6	52 500

Показатели энергозатрат, затрачиваемые на функционирование объектов транспортной сферы и сведенные в подраздел 2.3, относятся к временно́му слою 1990–2000 гг., носят условный характер и нацелены на использование при построении методики оценки энергоэффективности на базе сущности Transfer Бартини, а также демонстрации решения соответствующих численных примеров, приведенных в подразделе 2.5.

Однако перед рассмотрением обозначенных методических построений и решением численных примеров нужно изложить пока малоизвестную *LT*-систему физических сущностей Бартини и предоставить ее табличное представление, чему посвящен подраздел 2.4.

2.4. Таблица *LT*-сущностей Бартини

Оценка энергоемкости перевозок – актуальная задача нескольких столетий. На практике применяется ряд общепризнанных показателей оценки работы и энергоэффективности перевозки: т-км, км/л, mpg, kJ/t-km, BTU/(ton-mile) и др. [194]. Однако, как правило, в них не учитывается непосредственно скорость доставки объекта – весьма важный фактор логистики. Кроме того, если учесть фактор энергозатрат, то важнее будет даже не скорость, а квадрат скорости, поскольку энергия любого движения (и сопротивления среды этому движению) пропорциональна именно квадрату скорости реализации процесса.

В последнее время появилась, однако, возможность развить новый методологический подход в оценке энергоэффективности транспорта и предоставляемых им транспортных услуг, который учитывал бы квадрат скорости доставки объекта. Этот подход связан с освоением идей Роберта Бартини по геометрической *LT*-систематизации законов физики на базе пары координатных параметров «длина – время» (*L*–*T*) [15, 17].

История становления геометрической *LT*-систематизации законов физики развивалась в течение двух с половиной столетий, словно по «закону однажды возникшей мысли» Д. И. Менделеева (когда первоначальная неясная мысль через века обретает физическое воплощение, как например в случае идеи вертолета по цепи «Леонардо да Винчи – Ломоносов – д'Амекур – Бреге»).

Впервые мысль выражения массы тела посредством только двух измерений – длины и времени – появилась у Якоба Германа в его книге «Фороно́мия» (1716 г.) [188].

В 1855–1973 гг. Дж. Максвеллом высказывалась мысль, что для построения системы единиц измерений достаточно двух величин: длины *L* и времени *T*. В частности, в Трактате об электричестве и магнетизме [84] им была определена размерность для массы – $[L^3T^{-2}]$. Там же он ввел в науку обозначение размерности любой физической величины в виде квадратных скобок.

Так вот, Максвелл показал, что массу можно исключить из числа основных размерных величин. Это достигается с помощью двух определений понятия «сила» [84]:

1) $F = \gamma \dfrac{M_1 M_2}{r^2}$

и

2) $F = Mg$.

Приравнивая эти два выражения и считая гравитационную постоянную γ безразмерной величиной, Максвелл получил

$$Mg = \gamma \frac{M_1 M_2}{r^2},$$

откуда следует

$$[M] = [L^3 T^{-2}].$$

Масса оказалась пространственно-временной величиной. Ее размерность – объем $[L^3]$ с угловым ускорением $[T^{-2}]$.

В 1881 г. Максвелл (рис. 2.8) отмечал возможность выражения всех физических величин в терминах длины и времени [213]. Лорд Кельвин (1889 г.) также рассматривал эту возможность, когда говорил: «Можно практически найти систему измерения в единицах длины и единицах времени. Ничего нового здесь нет, так как это было известно со времен Ньютона» [109]. Однако создавать систему измерения физических величин в единицах длины и времени ни Максвелл, ни Кельвин не стали.

Господство механики Ньютона, где масса играет основополагающую роль, определило присутствие массы во всех физических теориях и системах физических единиц в качестве основной физической величины – вплоть до наших дней.

Между тем в 1930–1950-х гг. Дж. Б. Браун в США и Р. Бартини в СССР независимо друг от друга разрабатывали подходы к созданию обозначенной выше системы.

Браун назвал уравнение $L = cT$ основным эквивалентом размерностей (где c – постоянная взаимодействия) [169]. Посредством этого уравнения Браун, с помощью степеней постоянной c^n, сделал выводы для размерностей массы, энергии, импульса и некоторых других физических величин [109, 171]. Однако геометризованную систему в целом, охватывающую все физические величины любой природы, он не строил.

В 1965 г. в Докладах АН СССР, том 163, № 4 [15] было опубликовано краткое сообщение «Некоторые соотношения между физическими

Рис. 2.8. Дж. Максвелл

Рис. 2.9. Роберто Орос ди Бартини

константами» по докладу Р. Бартини (рис. 2.9), сделанному им на президиуме АН СССР на тему «Соотношения между физическими величинами». Позже, в 1966 г., в сборнике статей под редакцией К. П. Станюковича [16] был опубликован полный текст доклада Бартини, а в 2005 г. – его английский перевод [164]. Эти результаты не известны широко, но имеют исключительно важное значение для будущего науки. По свидетельству Побиска Кузнецова [63], таблица с данной системой была разработана Бартини в 1936–1937 гг, однако 15 лет, проведенные им по принуждению в «шарашках» (в качестве руководителя авиаконструкторского отдела), прервали на этот срок его исследования на поле теоретической физики.

Названная таблица отображает пространственно-временну́ю размерность $L^R T^S$ ($L^m T^{-n}$) любой физической величины и пригодна для осуществления аналитических выкладок. Доклад Р. Бартини, содержащий таблицу как практический выход его теории шестимерного мира, одобрения Президиума АН СССР не получил. Однако позже он удостоился признания академиков Е. Седова (1967 г.), Л. Ландау и Е. Лифшица (1969 г.) [63].

В 1974 г. совместно с Побиском Кузнецовым Р. Бартини опубликовал доклад «Множественность геометрий и множественность физик» [17]. Доклад содержал *LT*-таблицу физических величин – достаточно конструктивную и пригодную для практических аналитических действий.

На рис. 2.10 приведен основной фрагмент этой таблицы (отретушированный лишь графически).

T^S / L^R	L^0	L^1	L^2	L^3	L^4	L^5	L^6
T^{-6}				L^3T^{-6}	L^4T^{-6}	Изменение мощности	Скорость передачи мощности
T^{-5}			Изменение давления	Поверхностная мощность	Скорость изменения силы	Мощность	Скорость передачи энергии
T^{-4}		Изменение плотности тела	Давление	Угловое ускорение массы	Сила	Момент силы Энергия	Скорость передачи действия
T^{-3}	Изменение углового ускорения	Плотность тела	Напряженность эл.-маг. поля	Ток Массовый расход	Скорость смещения заряда Импульс	Момент количества движения Движение	Момент действия
T^{-2}	Угловое ускорение	Ускорение	Разность потенциалов	Масса Количество магнетизма Количество электричества	Магнитный момент	Момент инерции	
T^{-1}	Частота Угловая скорость	Скорость	Секторная скорость	Расход объемный	Скорость смещения объема		
T^0	Безразмерные константы	Длина Емкость Самоиндукция	Поверхность	Объем пространственный			

Рис. 2.10. Основной фрагмент LT-таблицы Бартини [17]

Приведем сжатое изложение описания таблицы [88]. Горизонтальные строки таблицы – это тренды пространственных ресурсов. Размерности свойств всех элементов тренда имеют в своем составе множитель L^{+1}, который передается «по наследству» от свойства к свойству слева направо и назван геномом длины. Аналогично пространственным трендам, введено понятие временны*ы*х трендов: это столбцы таблицы. В столбцах от свойства к свойству снизу вверх «передается» «ген времени» T^{-1}.

Также в таблице Бартини определено понятие вещественно-полевых ресурсов (ВПР): это диагонали таблицы, проходящие слева снизу направо вверх (зеленым цветом на рис. 2.10 окрашена главная диагональ). Тренды ВПР образуют семь диагоналей, содержащих физические свойства с размерностями L^mT^{-n} при $|m + n| \le 3$. Все тренды ВПР от поколения к поколению передают «ген скорости» $L^1T^{-1} = v^{+1}$. Сумма показателей степеней

величин, лежащих на отдельном тренде, совпадает и отличается от суммы показателей степеней величин соседних трендов на единицу.

Любая физическая величина представляется «брутто-формулой»

$$[L^m T^{-n}], \tag{2.1}$$

где m и n – целые числа.

Отметим размерность отдельных величин: длины – L^1T^0; массы – L^3T^{-2}; энергии – L^5T^{-4}; мощности – L^5T^{-5}; транспортной работы в – L^4T^{-2}.

Бартини также была предложена величина *мобильность* с размерностью $[L^6T^{-6}]$. Далее, Бартини совместно с П. Г. Кузнецовым предложил величину с размерностью $[L^6T^{-4}]$, представляющую собой *смещение* (передачу на расстояние) энергии [17]. Позже (в 1997 г.) было предложено [98] название для единицы *смещения*: Tran с размерностью $[L^6T^{-4}] = (\text{т} \cdot \text{км}) \times \text{км}^2/\text{ч}^2$.

Принятие величин $[L^mT^{-n}]$ = const может быть стандартным изображением законов природы [63]:

- $[L^2T^{-1}]$ = const – (1609 г.). Закон Кеплера: «Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени заметает равные площади».
- $[L^3T^{-2}]$ = const – (1619 г.). Закон Кеплера: «Отношение куба радиуса планеты к квадрату периода обращения есть величина постоянная».
- $[L^4T^{-3}]$ = const – (1686 г.). Закон сохранения количества движения, или закон сохранения импульса (Ньютон).
- $[L^4T^{-4}]$ = const – (1686 г.). Закон всемирного тяготения (Ньютон).
- $[L^5T^{-3}]$ = const – (1800 г.). Закон сохранения момента количества движения (Лаплас).
- $[L^5T^{-4}]$ = const – (1842 г.). Закон сохранения энергии (Р. Майер).
- $[L^5T^{-5}]$ = const – (1789, 1855 гг.). Закон сохранения мощности (Лагранж, 1789; Максвелл, 1855).

Несмотря на исключительную силу и содержательность классификации Бартини, число апологетов этих построений в течение 40 лет увеличилось незначительно, и то лишь за счет отдельных отечественных ученых (например, [51–55, 144–146, 163]). Автору не удалось найти ни одной зарубежной публикации вплоть до 2005 г. И лишь в 2005 г., когда Д. Рабунский (D. Rabounski) опубликовал английский перевод вышеприведенной статьи 1965 г. [15] в британском журнале Progress in Physics [164], ситуация кардинально изменилась. После этого за рубежом возник интерес к классификации Бартини.

Выходец из России (и ученик Побиска Кузнецова) А. Г. Алейников со своей исследовательской группой в США развил в 2007–2011 гг. *LT*-таблицу Бартини, введя в нее 11 новых законов сохранения физических сущностей [161, 162].

Алейников предложил именовать единицу мобильности L^6T^{-6} как Барт (в честь Бартини), а величину L^6T^{-4} – как Transfer с единицей измерения Tran (с учетом первенства работы [98]).

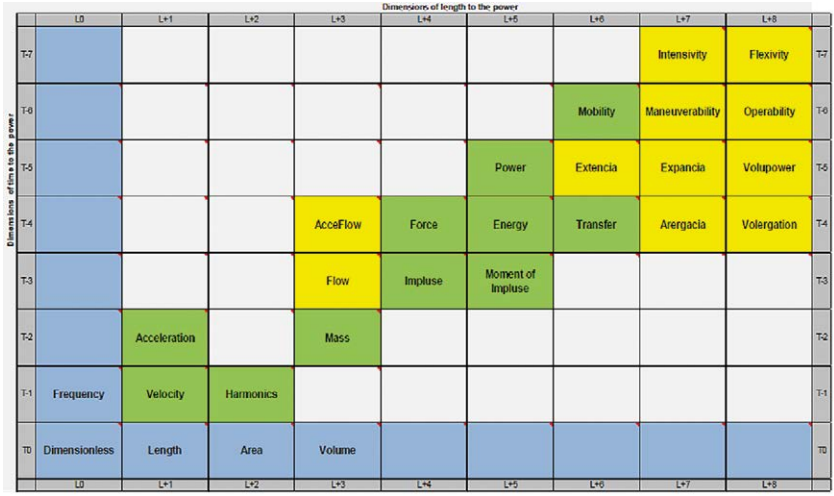


Рис. 2.11. Фрагмент *LT*-таблицы Бартини ($L \geq 0$, $T \leq 0$)
в представлении А. Г. Алейникова [162]

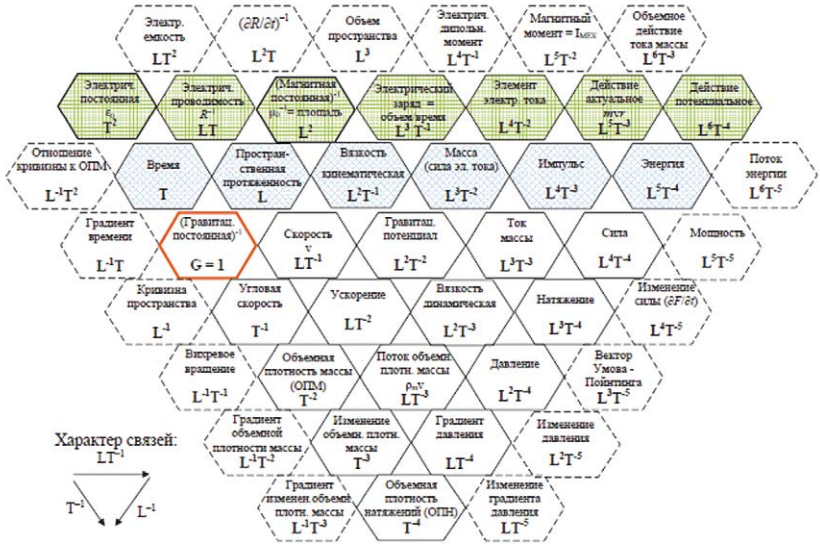


Рис. 2.12. *LT*-размерностная система ФВ с выделением системных групп, сохраняющихся и квантуемых величин (включая константные)

Необходимая нам часть матрицы законов в представлении Алейникова показана на рис. 2.11. Желтым цветом залиты клетки с сущностями, введенными А. Г. Алейниковым.

Известно также другое представление *LT*-таблицы кинематической системы размерностей физических величин (ФВ) – разработки А. С. Чуева (рис. 2.12) [144, 146].

Чуев представляет систему размерностей ФВ в виде геометрической схемы в форме трапеции, состоящей из ячеек (см. рис. 2.12). В ячейки вписаны физические величины, в том числе физические константы. Ключ к построению системы заключается в том, что размерность физической величины в каждой ячейке может быть получена тремя способами (см. рис. 2.12):

а) умножением на размерность скорости той величины, которая находится в соседней ячейке слева;

б) делением на размерность времени той физической величины, которая находится выше слева;

в) делением на размерность длины размерности той величины, которая находится выше справа.

Такое расположение оказалось удобным при построении А. С. Чуевым и А. Н. Легейдой программно реализованной Системы физических величин и в рамках работы с соответствующим компьютерным комплексом [145]. Соотношение размерностей физических величин механики в системах СИ и *LT* приведено в табл. 2.18 [145].

Таблица 2.18

Соответствие физических величин в системах СИ и *LT*

№ п/п	Наименование физической величины (ФВ) (основной составляющей элемента системы)	Обозначение ФВ	Размерность ФВ в СИ	Размерность ФВ в *LT*
Динамические общие базовые величины				
1	Энергия	W	ML^2T^{-2}	L^5T^{-4}
2	Объемная плотность энергии (давление)	w	$ML^{-1}T^{-2}$	L^2T^{-4}
3	Мощность (энергия единицы времени)	N	ML^2T^{-3}	L^5T^{-5}
4	Импульс (количество движения)	P	MLT^{-1}	L^4T^{-3}
5	Объемная плотность импульса	ρ_P	$ML^{-2}T^{-1}$	LT^{-3}
6	Сила механическая	F	MLT^{-2}	L^4T^{-4}
7	Изменение силы	dF/dt	MLT^{-3}	L^4T^{-5}
8	Вращательный момент силы	M	ML^2T^{-2}	L^5T^{-4}
9	Объемная плотность силы	ρ_F	$ML^{-2}T^{-2}$	LT^{-4}
10	Натяжение (поверхностная плотность энергии)	f	MT^{-2}	L^3T^{-4}

11	Вектор Умова – Пойнтинга (изменение натяжения)	S	MT^{-3}	L^3T^{-5}
12	Объемная плотность натяжений	ρ_f	$ML^{-3}T^{-2}$	T^{-4}
13	Давление (силы на площадь)	p	$ML^{-1}T^{-2}$	L^2T^{-4}
14	Градиент давления	Δp	$ML^{-2}T^{-2}$	LT^{-4}
15	Изменение давления	dp/dt	$ML^{-1}T^{-3}$	L^2T^{-5}
16	Вязкость динамическая	η	$ML^{-1}T^{-1}$	L^2T^{-3}
17	Масса (инертная)	m	M	L^3T^{-2}
18	Расход (ток) массы	dm/dt	MT^{-1}	L^3T^{-3}
19	Объемная плотность массы	ρ_m	ML^{-3}	T^{-2}
20	Поток объемной плотности массы	j_m	$ML^{-2}T^{-1}$	LT^{-3}
21	Механический момент инерции $\mathring{a}(m_i r_i)^2$	J_m	ML^2	L^5T^{-2}
22	Момент импульса (действие актуальное)	$L = mvr$	ML^2T^{-1}	L^5T^{-3}
23	Потенциальное действие $\Pi = FS = fv$	Π	ML^3T^{-2}	L^6T^{-4}
Кинематические общие базовые величины				
1	Безразмерная константа (в системе LT: $G^{-1}=1$)		L^0T^0	L^0T^0
2	Пространственная протяженность (длина)	l	L	L
3	Площадь	S	L^2	L^2
4	Объем пространства	V	L^3	L^3
5	Время	t	T	T
6	Объемная плотность времени	ρ_t	$L^{-3}T$	$L^{-3}T$
7	Изменение объема	dV/dt	L^3T^{-1}	L^3T^{-1}
8	Поток объема	V_v	L^4T^{-1}	L^4T^{-1}
9	Ускорение объема	V_a	L^4T^{-2}	L^4T^{-2}
10	Вязкость кинематическая	ν	L^2T^{-1}	L^2T^{-1}
11	Скорость	v	LT^{-1}	LT^{-1}
12	Ускорение	a	LT^{-2}	LT^{-2}
13	Угловая скорость (угловая частота)	ω	T^{-1}	T^{-1}
14	Угловое ускорение	ε	T^{-2}	T^{-2}
15	Вихрение вращения	ξ	$L^{-1}T^{-1}$	$L^{-1}T^{-1}$
16	Кривизна пространства	l^{-1}	L^{-1}	L^{-1}

Существенный вклад в исследование *LT*-системы и ее возможностей внесла школа П. Г. Кузнецова, О. Л. Кузнецова и Б. Е. Большакова. Эта группа констатировала множество важных свойств *LT*-системы [21, 22, 63, 66]:

1. «*LT*-система является мощным инструментом анализа и синтеза естественнонаучных, технических и социальных знаний» [21, 66].

2. «Практически все законы физики, химии, биологии, экологии, экономики, социологии, политики выражаются на *LT*-языке» [21, 66].

3. «Языки, представленные в геометрической форме (например, русский, китайский, язык майя и др.), могут быть выражены на *LT*-языке» [21, 66].

4. «Звук, цвет, запах, все продукты питания, воздух и вода выражаются на *LT*-языке» [21, 66].

5. «Генетический код, ДНК и РНК определяются на *LT*-языке как усилитель мощности, что дает основание для использования *LT*-системы в прикладных исследованиях генетического кода» [21, 66].

6. «*LT*-система и ее законы могут служить фундаментальным основанием конструирования и описания прорывных технологий в разных предметных областях, включая практически все системы жизнеобеспечения: образование, управление, здоровье, питание, вода, жилье, транспорт, энергия, информационные технологии, нанотехнологии, биотехнологии и другие» [21, 66].

7. Исследования авторов названной школы позволила им утверждать, что «*LT*-система – это универсальный язык, который работает не с формами (как любые другие естественные и искусственные языки), а с сущностями и/или законами реальных систем, и по этой причине дает возможность осуществить синтез разнородных знаний для решения актуальных проблем науки и техники» [21, 66].

Проведенный на основе *LT*-таблицы анализ размерностей позволил определить природу массы как совокупность внутренних электрических токов элементарных частиц [22].

2.5. Критерии энергоэффективности на базе сущности Transfer

Теперь, с привлечением примеров, осуществим методические проработки построения оценок энергоэффективности элементов транспорта при осуществлении линейного перемещения объектов перевозки (подразделы 2.5.1–2.5.4), а также предоставлении сервиса в 2D-ареале обслуживания (подраздел 2.6.2) и 3D-объеме обслуживания (подраздел 2.6.3).

2.5.1. Методические особенности оценки энергоэффективности транспорта на базе сущности Transfer

Нет ни одного объекта реального мира, который мог бы существовать без ресурса, мерой которого является энергия – величина, характеризующая способность совершать действие. Одним из направлений труда человеческого общества всех времен и народов является концентрация энергии.

Главная оперативная задача перевозчика – доставить груз по назначению и точно в срок. Вместе с тем, в стратегическом и историческом ракурсе идет постоянная борьба за повышение скоростей доставки грузов.

Перевозки – весьма энергоемкий вид деятельности. Оценка его энергоемкости является актуальной задачей. Выше указывалось, что ряд общепризнанных показателей оценки работы и энергоэффективности перевозки – т-км, км/л, mpg, kJ/t-km, BTU/ton-mile и др. [194] – редко учитывают непосредственно скорость доставки объекта, которая представляет собой важный фактор логистики. С точки зрения энергозатрат важна не столько скорость, сколько ее квадрат, поскольку энергия любого движения (и сопротивления среды этому движению) пропорциональна именно квадрату скорости реализации процесса.

Как указывалось, Алейников предложил обозначить величину L^6T^{-4} как Transfer с единицей измерения Tran. Этой терминологии мы будем придерживаться в данной фрагменте книги. Нужная нам часть матрицы законов в представлении А. Г. Алейникова, словно полотно (canvas) для нашего исследования, отражена на рис. 2.13 [54, 55].

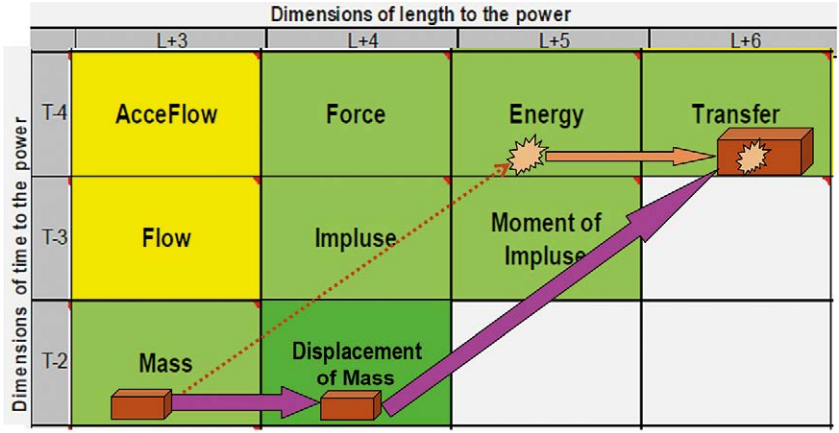


Рис. 2.13. Часть *LT*-матрицы физических законов как канва исследования

Формирование сущности Transfer можно представить с помощью рис. 2.13 как произведение массы груза M на расстояние L (перенос массы груза на это расстояние), с образованием выработки W_P в т-км, с последующим умножением величины выработки W_P на квадрат скорости v^2, реализуемой при этом переносе [50–55]. Если принять выработку W_P за меру инерции перевозок, то можно отметить подобие отображений: $W_P v^2 = S \sim Mv^2 = E$.

Подобно тому как для физического тела (с мерой инерции тела – массой) квадрат скорости играет роль коэффициента, отражающего уровень

способности совершать работу (действие) в гравитационном поле, так и для перевозки (с мерой инерции – выработкой (Displacement of Mass)) квадрат скорости может играть роль коэффициента, отражающего уровень способности совершать работу (действие) как в физическом, так и в экономическом поле [54, 55].

Применение Transfer должно приводить к такой системе стимулирования, которая в целом требует более высокого темпа перевозок. Transfer точнее всего отражает энергетическую суть транспортного процесса. Тем самым определяется его роль уравновешивающего энергетического критерия между спросом и предложением транспортных услуг, поскольку экономические оценки как спроса, так и предложения в конечном итоге базируются на энергетических ресурсах и их стоимости. Ведь желательно, чтобы высокий уровень спроса на скорость доставки коррелировал с энергозатратами, необходимыми для удовлетворения этого спроса (и то, и другое зависит от квадрата скорости доставки).

То есть сущность Transfer способна выступать в роли оценщика транспортной услуги. Наличие в структуре Transfer сомножителя в виде квадрата скорости означает для заказчика, что удовлетворение желательного уровня скорости доставки вызовет увеличение тарифа (зависящего от энергопотребления) пропорционально увеличению квадрата скорости доставки.

Транспортная услуга Transfer размером в 1 Tran равна полезной работе, затраченной на перемещение груза массой 1 т на расстояние 1 км со среднерейсовой скоростью движения 1 км/ч. Размерность единицы этой услуги – $т \cdot км^3/ч^2$.

Далее, 1 Tran = 1 т × (км/ч)^2 × км = 1000 кг × $(1 / 3{,}6)^2 м^2/с^2 \cdot$ км = = 77,16 Дж · км. Таким образом, 1 Tran можно представить как энергию величиной 77,16 Дж, необходимую для перемещения объекта перевозок массой 1 т в условиях гравитационного поля Земли на 1 км.

В системе транспортировки грузов мы встречаемся с двумя видами мощности: с мощностью собственно транспортного потока и с мощностью фронта погрузочно-разгрузочных и терминально-складских средств. Обе мощности направлены на достижение общей цели – обеспечить необходимую народному хозяйству (или цепи поставок) скорость доставки.

В процесс транспортировки груза входит множество погрузочно-разгрузочных операций и складских задержек, способных занимать до 70 % общего времени доставки по цепи. Компенсировать задержку груза на вспомогательных операциях большей скоростью движения нерационально, так как это приводит к резкому увеличению расхода топлива и износу силовой установки. Transfer может играть немаловажную критериальную роль в оптимизации распределения энергозатрат на реализацию названных двух видов мощности потоков транспортной инфраструктуры. Столь же высокой может оказаться роль Transfer

и в оценке энергоэффективности как процесса перевозок в целом, так и отдельных его этапов.

Ниже приведем несколько расчетных примеров с разными видами транспорта, попутно пробуя и отрабатывая разные варианты расчетных схем, разную глубину учета накопленных затрат (*CED*), а также и нюансы представления данных, форматов, размерностей, сопроводительного изложения.

2.5.2. Пример по линейным автомобильным перевозкам

Рассмотрим пример формирования оценки энергоэффективности процесса транспортировки груза посредством АТС КамАЗ-5320 [202].

Общие энергозатраты автотранспортного комплекса на подготовку и реализацию перевозки грузов укрупнено складываются из составляющих энергозатрат следующих сфер действия (см. подраздел 2.3):

1) производство автотранспортных средств;
2) строительство и содержание автомобильных дорог;
3) обеспечение перевозок топливом и эксплуатационными материалами;
4) поддержание работы техники и персонала;
5) управление дорожным движением;
6) погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы;
7) связь и управление транспортно-логистическим процессом;
8) утилизация транспортных конструкций как завершение их жизненного цикла (ЖЦ).

Ограничимся, однако, в примере первыми четырьмя сферами. Используем методические наработки и данные авторских работ [50–53].

Если сопоставить значение транспортной услуги (в единицах Tran), обеспечиваемой одним автомобилем, с суммарной энергией, вложенной АТК в осуществление перевозки груза этим автомобилем, то можно вычислить коэффициент энергоэффективности (КЭ) этой перевозки.

Каждая из четырех названных сфер имеет свой ЖЦ. Наиболее адекватными будут оценки обобщенного для четырех сфер КЭ, построенные на базе ЖЦ транспортного средства. В завершение процедуры расчета приведем все показатели к одному километру пути автомобиля, поскольку Tran/км имеет размерность энергии.

Грузовой автомобиль КамАЗ-5320, везя 8 т груза со скоростью движения 60 км/ч и пробегая за год 50 тыс. км, выполняет годовой объем услуг $S_{год} = 8 \cdot 50\,000 \cdot (60^2) = 1{,}44 \cdot 10^9$ Tran $= 1{,}44 \cdot 77{,}16 \cdot 10^9 = 111{,}1$ ГДж · км. За 7 лет, «набегая» гарантийный пробег 350 тыс. км (условно примем это за ЖЦ АТС), КамАЗ-5320 выполняет объем услуг по перемещению груза $S_{ЖЦ} = 111{,}1 \cdot 7 = 777{,}7$ ГДж · км $= 2{,}222$ МДж × 350 000 км. То есть «абсолютно

чистые» энергозатраты, связанные с услугой по перемещению названного груза на расстояние 1 км со скоростью 60 км/ч, равны $S_{км}$ = 2,222 МДж (и они не зависят от вида ТС, а характеризуют средний уровень рассеиваемой на отрезке 1 км энергии движения массы 8 т в среде обитания (в гравитационном поле) при скорости доставки 60 км/ч).

Рассмотрим носитель этого груза – АТС, движущееся по АД: это конструкция с вложенной при ее изготовлении энергией $E_к$; дорога с частью вложенной в нее энергии $E_{а.д}$ (приведенной к конкретному АТС); топливо, энергия которого $E_{топл}$ используется для продвижения АТС по АД в вязкой воздушной среде и связывающем транспортном потоке; расходуемые эксплуатационные материалы с вложенной в них энергией $E_{э.м}$; энергозатраты на ТО и ремонт с учетом энергии, вложенной в запасные части при их изготовлении и установке на АТС $E_{т.о.р}$; прочие сопутствующие энергозатраты $E_{п.с.э}$. Сумма рассматриваемых статей энергозатрат

$$E_{\Sigma жц} = E_к + E_{а.д} + E_{топл} + E_{э.м} + E_{т.о.р} + E_{п.с.э}. \qquad (2.2)$$

Детализированная статистика и анализ статей энергозатрат рассмотрена нами в п. 2.3. Здесь же приведем конечную стадию формирования структурных затрат, составляющих сумму по выражению (2.2).

Суммарные энергозатраты на изготовление одного КамАЗ-5320 составляют $E_к$ = 523 ГДж.

Общий расход энергоресурсов на сооружение 1 м^2 дороги $E_{с.д}$ = = 535 МДж/м^2.

Суммарные энергозатраты на разовый ремонт дорожного покрытия названной дороги – 290 МДж на 1 м^2. За ЖЦ дороги длительностью 30 лет и периодичностью ремонта в 7 лет, т. е при трех ремонтах, энергозатраты на ремонтные работы составят 290 · 3 = 870 МДж/м^2. Иными словами, вложенная в 1 м^2 такой дороги энергия с учетом содержания и ремонта дороги за ее ЖЦ в 30 лет составляет 535 + 870 = 1405 МДж/м^2. Тогда количество энергии, которое потребуется за 7 лет ЖЦ АТС на 1 м^2 автомобильной дороги, составит 1405 · 7 / 30 =328 МДж/м^2.

При ширине дорожной полосы 4 м в один погонный метр полосы за ЖЦ АТС вкладывается энергия 328 МДж/м^2 × 4 м = 1311 МДж/м. При условной интенсивности движения по полосе 2000 авт./сут через сечение полосы за 7 лет пройдет 2000 · 365 · 7 = 5 110 000 АТС. Тогда на 1 автомобиль, проходящий 1 пог. м по полосе, можно отнести энергию дороги 1311 МДж/м / 5 110 000 авт. = 0,257 кДж/м · авт. Наш автомобиль, пробежав 350 тыс. км, утилизирует $E_{АД}$ = 0,257 кДж/м·авт. × 350 000 000м = 90 ГДж энергии, вложенной в АД.

Обеспечение топливом и эксплуатационными материалами. Пусть расход топлива автомобиля равен 34 л/100 км. Тогда суммарный расход за

7 лет $Q_т = 34 \cdot 3500 = 119\,000$ л. Вычислим количество химической энергии, заключенной в топливе: 119 000 л × 35,3 МДж/л = 4201 ГДж. Кроме того, на изготовление промышленностью 1 кг дизельного топлива, согласно [1], расходуется энергия 3,5 кВт · ч/кг топлива. Следовательно, в изготовление 119 000 л топлива промышленностью вкладывается 3,5 кВт · ч/кг × × 0,83 кг/л × 3,6 МДж/(кВт · ч) × 119 000 л = 1244 ГДж. Таким образом, суммарное количество первичной энергии, утилизированное через топливо, составит $E_{топл} = 4201 + 1244{,}5 = 5445$ ГДж.

Эксплуатационные материалы. Расход масла составляет 2 % расхода топлива, т. е. 119 000 л × 0,02 = 2380 л. На изготовление такого количества масла затрачено энергии 50 кВт · ч/кг × 0,85 кг/л × 3,6 МДж/(кВт · ч) × × 2380 л ≈ 364,3 ГДж. Расход антифриза – 200 л; это соответствует вложенной энергии 4 (кВт · ч)/кг × 1,07 кг/л × 3,6 МДж/(кВт · ч) × 200 л ≈ 5 ГДж. Расход свинца – 70 кг, что соответствует вложенной энергии 23 (кВт · ч)/кг × × 3,6 МДж/кВт · ч × 70 кг ≈ 6 ГДж. (При этом расход антифриза равен 200 л, что соответствует (при удельных энергозатратах на изготовление антифриза 4 (кВт · ч)/кг [1]) вложенной энергии 4 (кВт · ч)/кг × 1,07 кг/л × × 3,6 МДж/(кВт · ч) × 200 л ≈ 5 ГДж. Расход свинца – 70 кг, это соответствует (при удельных энергозатратах на получение свинца 23 кВт·ч/кг [1]) вложенной энергии 23 (кВт · ч)/кг × 3,6 МДж/(кВт · ч) × 70 кг ≈ 6 ГДж). Всего $E_{э.м} = 364 + 5 + 6 = 375$ ГДж.

Энергозатраты на ТО и ремонт. Энергетический эквивалент материалов (стали и чугуна, алюминия, меди, резины, лаков, химикатов, топлива) на ремонтно-восстановительные нужды автомобиля КамАЗ-5320 (без запчастей) в пределах его ЖЦ равен 77,2 ГДж / 350 тыс. км.

Энергетический эквивалент материалов (стали и чугуна, алюминия, меди, резины (без шин)) в виде запчастей при выполнении ремонта АТС КамАЗ-5320 – 34,7 ГДж / 350 тыс. км.

Прямые энергозатраты при выполнении ТО и ремонта АТС КамАЗ-5320 – 139 ГДж / (350 тыс. км).

Тогда суммарные энергозатраты на ТО и ремонт (с учетом энергии, вложенной в запасные части при их изготовлении и установке), составят $E_{т.о.р} = 77{,}2 + 34{,}7 + 139 = 251$ ГДж.

Сумма всех энергозатрат, вложенных в обеспечение посредством грузового АТС транспортной услуги $S = 777{,}7$ ГДж · км, в соответствии с выражением (1), составляет $E_{\Sigma ЖЦ} = 523 + 90 + 5445 + 375 + 251 = 6684$ ГДж = $= 6684 \cdot 77{,}16 = 515\,737$ Tran. В расчете на 1 км это составляет $E_{\Sigma км} =$ $= 6684$ ГДж / 350 000 км = 19,1 МДж/км.

Таким образом, для оказания транспортной услуги – перемещения груза массой 8 т посредством грузового АТС КамАЗ 5320 со скоростью 60 км/ч, с неотъемлемой диссипацией в среду со стороны груза на километр его перемещения энергии 2,22 МДж, – требуется вложить в автотранспортный

комплекс 19,1 МДж энергии. Значение $\eta = S_{км} / E_{\Sigma км} = 2{,}22 / 19{,}1 = 0{,}1162 =$ $= 11{,}62$ % является показателем энергоэффективности процесса транспортирования со скоростью 60 км/ч, осуществляемого автотранспортным комплексом посредством автомобиля класса КамАЗ-5320.

Аналогичный расчет проведен автором для случая движения КамАЗ в тех же технико-экономических условиях, но для скорости движения 40 км/ч [53]. Результат оказался на уровне $\eta = 5$ %. То есть при росте скорости в 1,5 раза коэффициент энергоэффективности услуги растет более чем в 2 раза.

Вполне резонно предположить, что при учете энергозатрат на управление дорожным движением, погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы, управление транспортно-логистическим процессом, на утилизацию элементов ТС (это всё то, что мы опустили в примере) значение показателя энергоэффективности $\eta = S_{км} / E_{\Sigma км}$ будет снижаться. Это связано с тем, что учет соответствующих энергозатрат будет увеличивать знаменатель выражения, а неизбежное снижение темпа перевозки (скорости доставки по цепи) – уменьшать числитель.

Столь низкая эффективность использования автотранспортным комплексом первичной энергии природных ресурсов (на уровне 5–11 %) позволяет оценить действующий технологический уклад с современным автотранспортом как далекий от совершенства.

2.5.3. Пример по линейным железнодорожным перевозкам

Предпримем попытку оценить энергоэффективность доставки грузов железнодорожным транспортом [203]. Методически усилим расчетную схему (относительно предыдущего исследования с автомобилем КамАЗ) активным использованием элементов оценки жизненного цикла (Life Cycle Assessment – LCA) транспортного комплекса и проведением расчетного исследования с охватом энергозатрат основных функциональных составляющих элементов комплекса, таких как создание, техническая поддержка и рабочий процесс (ISO 14040-2006, 14044-2007).

Методологическим полотном (canvas) для исследования послужит уже знакомый нам фрагмент *LT*-таблицы в интерпретации А. Алейникова, представленный на рис. 2.13 На фоне этого полотна дадим несколько отличающуюся схему расчета.

Верхняя ветвь на рис. 2.13 (Mass – Energy – Transfer) отображает передачу массы груза M_{net} в состав транспортного средства, с формированием массы $M_{gross} = M_{net} + M_{carr}$. Здесь M_{carr} – удельная часть массы транспортного носителя (carrier), ассоциированная с массой груза M_{net}. Далее масса M_{gross}, с затратой энергии E_{Σ}, перемещается на расстояние L в точку назначения, формируя реальное значение показателя Transfer S_{gross}.

Здесь $E_{\sum} = E_{emb} + E_{supp} + E_{input}$, где E_{emb}, E_{supp}, и E_{input} – утилизация следующих удельных частей энергии:

- вложенной (embodied) в транспортное средство и инфраструктуру;
- предназначенной для технического обслуживания (technical support);
- входящей (input).

Все три компонента выражаются в долях, привязанных к массе M_{gross} и расстоянию перевозки L.

Пунктирная линия от Mass до Energy означает связь между спросом (на перенос массы объекта) и предложением (предполагающим наличие средств для переноса и инфраструктуры с предварительно вложенной (embodied) в них энергией, а также энергией на оперативную работу (support and input)).

Нижняя ветвь на рис. 2.13 (Mass – Displacement of mass – Transfer) представляет процесс формирования идеальной, иллюзорной (ideal, illusory) оценки транспортной услуги Transfer S_{net} (net-process) по абстрактному переносу массы нетто груза M_{net} на расстояние L со скоростью v. Собственно говоря, заказчика перевозки интересует реализация именно этих факторов (его не интересует перенос массы брутто M_{gross}, реализуемый затратным транспортным средством в условиях реального транспортного комплекса).

Перенос собственно объекта перевозки абсолютизирован. Этот объект переносится из начальной точки в конечную с условным учетом только лишь энергозатрат на преодоление сил гравитационного поля Земли (пропорциональных именно квадрату скорости переноса). Всё, что связано с энергозатратами на изготовление конструкции транспортного средства (ТС), сооружение путевого конструктива, преодоление сопротивлений движению ТС, управление движением, техническую эксплуатацию и прочее, – вынесено на «верхнюю ветвь». Этим достигается возможность численной оценки того, ка́к соотносится перенос объекта перевозок реальным видом транспорта в реальных условиях к абсолютизированному перемещению объекта перевозок, предельно эффективному для геоида Земли.

Отношение $\eta = S_{net} / S_{gross}$, очевидно, характеризует уровень совершенства вида транспорта существующего, современного технологического уклада в масштабах освоения энергии Солнца.

Особенностью расчета удельной вложенной энергии транспортного комплекса авторского метода является приведение энергозатрат на жизненный цикл всех обеспечивающих компонент комплекса к жизненному циклу транспортного средства. Это, при знании общего пробега транспортного средства в пределах ЖЦ, обеспечивает прямой выход на расчет энергозатрат на реализацию конкретной перевозки.

Расчет для скоростного железнодорожного транспорта мы проведем на основе данных по линии Bothnia Line на севере Швеции, запущенной в действие в 2010 г. [165]. Это однопутная высокоскоростная железнодорожная

линия, проложенная по холмистому изрезанному побережью от Hoga Kusten Airport через Ornskoldsvik до Umea.

Линия допускает движение со скоростями до 250 км/ч. Однако эксплуатационные скорости для грузового движения пока ограничены скоростями на уровне 120 км/ч (для этой скорости ниже и проведем расчеты).

Общие характеристики Bothnia Line [165] следующие:

- длина магистральной линии – 190 км;
- общая длина 140 мостов – 11 км;
- общая длина 16 туннелей – 25 км;
- максимальная осевая нагрузка – 25 т на скорости 120 км/ч;
- основной вид тяги – электрический (95 %), 15 кВ, $16^2/_3$ Гц для АС;
- подвижной состав – локомотив RE460 (Loc 2000) со стандартными вагонами;
- сигнальная система – European Rail Traffic Management System (ERTMS);
- декларативный годовой объем перевозимых грузов – 2 623 665 т/год;
- транспортная работа – 506 367 424 т-км/год;
- бюджет строительства – 15 млрд.

Гарантийный срок локомотива RE460 (Loc 2000) – 40 лет. Этот срок и войдет в основу оценки ЖЦ, которая, в свою очередь, определит показатель энергоэффективности (см. также подраздел 2.5.2).

Как видим по общей характеристике, линия Bothnia Line – достаточно энергозатратный объект. В работе [230] представлен обстоятельный расчет энергозатрат на строительство (E_{emb}), техническое содержание инфраструктуры (E_{supp}) и оперативную деятельность (E_{input}) данной железной дороги. Этими исследователями проведен анализ энергозатрат по цепочке «извлечение и обработка сырья – транспортировка – изготовление полуфабрикатов – транспортировка – изготовление конструктивных элементов – транспортировка – создание компонентов железной дороги Bothnia Line». Компонентами анализа жизненного цикла железной дороги явились:

1) насыпь (Railway track foundation analysis);
2) верхний путь (Railway track analysis);
3) электроснабжение и система контроля (Railway electric power and control system analysis);
4) туннели (Railway tunnel analysis);
5) мосты (Railway bridge analysis);
6) пассажирские станции и грузовые терминалы (Passenger station and freight terminal analysis);
7) движение пассажирских и грузовых поездов (Passenger and freight train traffic analysis);
8) инфраструктура железной дороги (Railway infrastructure analysis);

9) пассажиро- и грузопотоки (Railway passenger and freight transport analysis).

Приведем результаты оценки жизненного цикла (Life cycle assessment) в части энергозатрат [230] (рис. 2.14). Рисунок отображает общие результаты расчетов за весь жизненный цикл, включая энергозатраты в элементы строительства (construction), технической поддержки (maintenance) и все виды оперативной деятельности (operation).

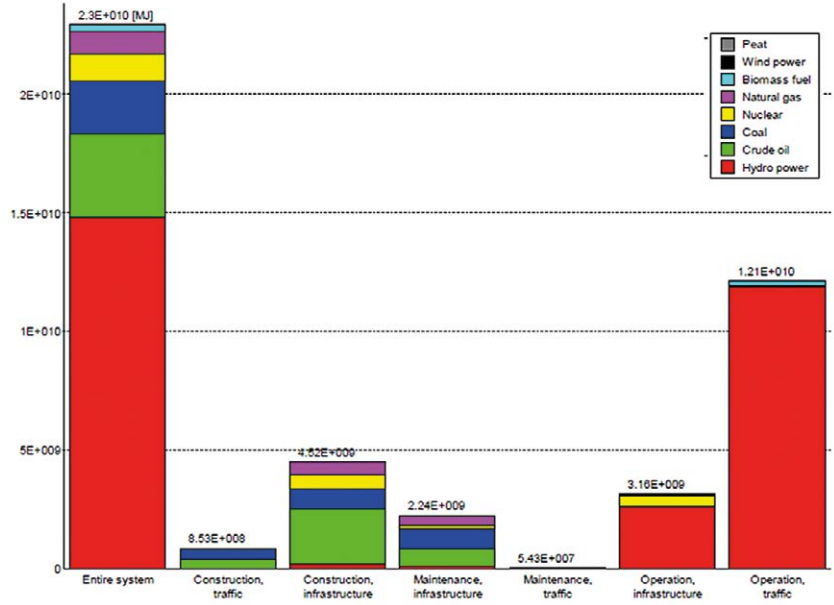


Рис. 2.14. Использование первичных энергетических ресурсов для обеспечения жизненного цикла железнодорожной линии Bothnia Line [230]

Иллюстрация показывает, что вся система на жизненный цикл своего функционирования требует затрат энергии $E_{\Sigma LC} = 2{,}3 \times 10^{10}$ МДж, в том числе, например, на транспортные операции перевозки по построенной железной дороге – $1{,}21 \times 10^{10}$ МДж (52,6 % всех энергозатрат).

Предопределенный годовой объем перевозимых грузов 2 623 665 т/год при прогнозируемом числе рейсов в год 7679 ж/д состав/год дает 2 623 665 / 7679 = 341,7 т / ж/д состав. Как следствие, общая транспортная работа локомотива за жизненный цикл работы на линии Bothnia Line $W_{LC} = 341{,}7 \cdot 960\,0000 = 3\,280\,320\,000$ т × км.

Транспортная услуга Transfer размером в 1 Tran равна полезной работе, затраченной на перемещение груза массой 1 т на расстояние 1 км со

среднерейсовой скоростью движения 1 км/ч. Размерность единицы этой услуги – т · км^3/ч^2.

Далее, 1 Tran = 1 т · (км/ч)^2 · км = 1000 кг × (1 / 3,6)^{2}м^2/с^2 × км = = 77,16 Дж · км. Таким образом, 1 Tran можно представить как энергию величиной 77,16 Дж, необходимую для перемещения объекта перевозок массой 1 т в условиях гравитационного поля Земли со скоростью 1 км/ч на 1км.

Поезд Re460 (Loc 2000), перемещая 1 т груза со скоростью 120 км/ч и пробегая 1 км, выполняет объем услуг $S_{net.km} = 1 \cdot 1 \cdot 120^2 = 14\,400$ Tran = = 14 400 · 77,16 = 1,111 МДж/(т · км). То есть «абсолютно чистые» энергозатраты, связанные с услугой по перемещению названного груза 1 т на расстояние 1 км со скоростью 120 км/ч, равны $S_{net.km}$ = 1,111 МДж (и они не зависят от вида ТС, а характеризуют уровень рассеиваемой на отрезке 1 км энергии движения массы 1 т в гравитационном поле при скорости доставки 120 км/ч). Тогда общая транспортная услуга железной дороги за жизненный цикл (при условии перемещения грузов со скоростью 120 км/ч) будет равна S_{LC} = 1,111 МДж/(т · км) × 3 280 320 000 т · км = 3,644 · 10^9 МДж.

Таким образом, для оказания транспортной услуги – выполнения транспортной работы величиной 3 280 320 000 т · км с условием перемещения грузов со скоростью 120 км/ч (с неотъемлемой диссипацией в среду со стороны каждой тонны груза на километр ее перемещения энергии 1,111 МДж) – требуется вложить в железнодорожный комплекс 2,3 · 10^{10} МДж энергии.

Значение $\eta = S_{LC} / E_{\Sigma LC}$ = (3,644 · 10^9 МДж) / (23 · 10^9 МДж) = 0,158 = = 15,8 % является показателем энергоэффективности процесса транспортирования со скоростью 120 км/ч, осуществляемого железнодорожным комплексом линии Bothnia Line.

Полученная численная оценка энергоэффективности железнодорожного транспорта η = 15,8 % весьма условна, поскольку выбранный пример носит спорадический характер. Вместе с тем, представленное исследование позволило, на взгляд автора, во-первых, развить методическую основу оценки энергоэффективности объектов транспорта на базе сущности Transfer размерности L^6T^{-4}, а во-вторых – сопоставить уровни энергоэффективности двух видов транспорта (согласно предыдущему примеру, для автотранспорта η = 5–11 %).

По-видимому, более высокой энергоэффективностью будет обладать левитационный и трубопроводно-вакуумный транспорт – с их высокими скоростями переноса объектов и низкими сопротивлениями среды движения. Однако информационная база для соответствующих оценок имеет пока нечеткий характер.

2.5.4. Методические обобщения построения оценок энергоэффективности линейных перевозок транспорта на базе сущности Transfer

Проследив за решением двух рассмотренных примеров, произведем методические дополнения и обобщения и на их основе осуществим сравнительную оценку энергоэффективности линейных перевозок по некоторому множеству современных транспортных средств [54, 204].

Приведем несколько утверждений, возникающих в фокусе энергетики, экономики и транспорта:

1. Заказчика перевозки скорее интересует быстрая доставка собственно груза, чем то, ка́к и каким транспортным средством это осуществляется.
2. Все сопротивления (воздуха, дороги и т. д.) зависят от квадрата скорости перемещения транспортного средства.
3. Именно квадрат скорости определяет энергию перемещения объектов и даже процессов изготовления элементов транспортных комплексов.
4. С приближением нового технологического уклада учет скорости реализации процессов (а точнее – квадрата скорости) становится все актуальнее.
5. Почти все, что производилось ранее и производится сейчас, осуществляется за счет энергии Солнца (как накопленной за миллионы лет в ископаемых источниках энергии, так и в виде использования действующих природных сил: ветра, воды и пр.).
6. Актуален вопрос: «С какой эффективностью используется изначальная солнечная энергия индустрией, например, транспортным комплексом?».
7. Для ответа на этот вопрос разумно соотнести энергию, затрачиваемую на абсолютизированный перенос целевого объекта перевозки (независимый от вида транспорта) в гравитационном поле Земли, в вакууме, с левитацией и отсутствием механических сопротивлений среды, с одной стороны, со всеми накопленными энергозатратами конкретного вида транспорта от ископаемых через цепь производств вплоть до поставки груза получателю – с другой.
8. Соотнесение (сравнение) количества энергии на названный абсолютизированный перенос объекта перевозки с накопленными энергозатратами (в терминологии стандартов ISO 14040:2006 и ISO 14044:2006 оценки ЖЦ (Life Cycle Assessment (LCA) – это Cumulative Energy Demand (CED)) – позволит сформировать показатель (индекс) энергоэффективности транспортного комплекса, вида транспорта, парка транспортных средств, отдельного транспортного средства.
9. Количество энергии на упомянутый абсолютизированный перенос объекта при этом будет играть роль идеализированной оценки minimum minimorum. Она в принципе технически недостижима, но, будучи

абстрактной и не связанной с конкретным видом транспорта, сможет служить базой получения сравнительных оценок энергоэффективности как для эксплуатационных групп машин внутри одних видов транспорта, так и между этими видами – как для современных транспортных средств и видов транспорта, так и для перспективных, будущих.

3.5.4.1. Энергоэффективность предоставления сервисов

Энергоэффективность системы А является отношением величины полезных сервисов от А к энергопотреблению этой системы А. Обычно и выход, и потребление энергии соотносят с промежутком времени, что дает возможность затем устранить параметр времени и придти к размерности «сервисы за энергию», такие как км/кДж для машины, кг/кВтч для процесса утилизации отходов или кб/(Вт · с) для интернет-сервиса [189].

Пусть S – оценка сервиса на выходе системы, а E – энергопотребление системы. Тогда энергоэффективность может быть определена как

$$\mu = S / E. \qquad (2.3)$$

Отметим, что согласно этому определению *энергоэффективность* отличается *от коэффициента полезного действия* (иногда также называемого энергоэффективностью), который физика определяет как $\eta = E_{out} / E_{in}$, где E_{out} относится к полезной выделенной энергии системы, и E_{in} – к подводимой энергии (и эти субстанции – одной природы). Очевидно, КПД η является частным случаем энергоэффективности μ, когда числитель и знаменатель выражения (2.3) – одной природы и размерности. Для компьютерных систем, например, $\eta = 0$, потому что вся энергия в конце преобразуется в тепло, в то время как снабжение теплом нельзя назвать целью этих систем.

Переходя к транспортной тематике, отметим, что результатом функционирования транспортной системы (по аналогии с компьютерной) является не производство или трансформация энергии, а перемещение объекта (точнее, оказание определенному заказчику услуги по перемещению целевого объекта). Таким образом, энергоэффективность транспортной системы должна определяться выражением (2.3).

Автором ставил себе задачей развитие нового методологического подхода к безразмерной оценке энергоэффективности транспорта и предоставляемых им транспортных услуг, который учитывал бы квадрат скорости доставки объекта перевозки. Этот подход становится возможным с освоением идей Роберта Бартини по *LT*-систематизации законов физики на базе пары координатных параметров «длина L – время T» [15–17, 164]. Суть подхода заключается в формировании отношения транспортной выработки, помещенной, с учетом квадрата скорости переноса груза, в точ-

ку назначения (это – сервис переноса *S*), к удельным вложенным энергозатратам транспортного комплекса на этот перенос груза. Сходимость (конвергенция) размерностей обозначенных двух величин отношения обеспечивается на уровне сущности Transfer с размерностью L^6T^{-4} Tran [17] *LT*-таблицы Бартини [17, 162].

Результаты исследования, рассмотренные в работах [50, 52, 53, 55, 202, 203] на примерах доставки груза одиночным автомобилем КамАЗ-5320 со скоростями 40 км/ч и 60 км/ч, а также скоростным поездом со скоростью 120 км/ч показал невысокую энергоэффективность (с точки зрения утилизации полной заимствованной энергии Солнца, а точнее – CED) современной перевозки груза: $\mu = 0{,}05–0{,}16$.

Важной особенностью подхода является активное использование концепции оценки жизненного цикла (Life cycle assessment – LCA) транспортного комплекса и проведение расчетного исследования с охватом энергозатрат основных функциональных составляющих элементов комплекса: создание, техническая поддержка, рабочий процесс (ISO 14040-2006 и 14044-2007 [195–199]).

Методологическим полотном для исследования является фрагмент *LT*-таблицы Р. Бартини [17] в интерпретации А. Алейникова [162, 202], представленный на рис. 2.13.

Верхняя ветвь на рис. 2.13 (Mass – Energy – Transfer) отображает передачу массы груза M_{net} в состав транспортного средства, с формированием массы $M_{gross} = M_{net} + M_{carr}$. Здесь M_{carr} – удельная часть массы транспортного носителя (carrier), ассоциированная с массой груза M_{net}. Далее масса M_{gross}, с затратой энергии E_{Σ}, перемещается на расстояние L в точку назначения, формируя реальное значение показателя Transfer S_{gross}.

Здесь $E_{\Sigma} = E_{emb} + E_{supp} + E_{input}$, где E_{emb}, E_{supp} и E_{input} – соответственно утилизация следующих удельных частей энергии:

- вложенной (embodied) в транспортное средство и инфраструктуру;
- предназначенной для технического обслуживания (technical support);
- входящей (input) и непосредственно расходуемой в процессе перевозки.

Все три компонента выражаются в долях, ассоциированных с массой M_{grost} и расстоянием перевозки L.

Пунктирная линия от Mass до Energy означает связь между спросом (на перенос массы объекта) и предложением (наличием средств для переноса и инфраструктуры с предварительно вложенной (embodied) в них энергией, а также энергией на оперативную работу (support and input).

Нижняя ветвь на рис. 2.13 (Mass – Displacement of Mass – Transfer) представляет процесс формирования идеальной, виртуальной оценки транспортной услуги Transfer S_{net} по абстрактному переносу массы нетто груза M_{net} на расстояние L со скоростью v. Заказчика перевозки гораздо больше

интересует реализация именно этих факторов, чем перенос массы брутто M_{gross}, реализуемый затратным транспортным средством в условиях реального транспортного комплекса.

Перенос целевого объекта перевозки абсолютизирован. Этот объект переносится из начальной точки в конечную с условным учетом только лишь энергозатрат на преодоление сил гравитационного поля Земли (пропорциональных именно квадрату скорости переноса).

Всё, что связано с энергозатратами на изготовление конструкции транспортного средства (ТС), сооружение путевого конструктива, на преодоление сопротивлений движению ТС, управление движением, техническую эксплуатацию и прочее, – вынесено на «верхнюю ветвь» (с горизонтальным входом всей суммы перечисленных энергозатрат в «клетку таблицы» Energy). Этим достигается возможность численной оценки того, ка́к соотносится перенос объекта перевозок реальным видом транспорта в реальных условиях с реальными накопленными энергозатратами к условному абсолютизированному перемещению объекта перевозок, предельно эффективному для гравитационного поля Земли.

Отношение $\mu = S_{net} / E_{\Sigma}$, очевидно, характеризует уровень совершенства вида транспорта существующего технологического уклада в масштабах освоения человечеством энергии Солнца.

Особенностью расчета удельной вложенной энергии транспортного комплекса авторского метода является приведение энергозатрат на жизненный цикл всех обеспечивающих компонент комплекса к жизненному циклу транспортного средства, осуществляющего целевую перевозку. Это, при знании общего пробега транспортного средства в пределах ЖЦ, обеспечивает прямой выход на расчет энергозатрат на реализацию конкретной перевозки.

Для представления и расчетов вышеназванного абсолютизированного перемещения объекта перевозок воспользуемся, например, моделью С. Г. Тигунцева формирования силы, необходимой для равномерного движения тела по эквипотенциальной поверхности силового поля Земли [129, 130]. Для малых ареалов перемещения и малоскоростных транспортных средств модель отражает «движение по горизонтали». Для больших скоростей и ареалов (Hyperloop [191], авиация, космический транспорт) модель способна представить движение по эквипотенциальной поверхности. Эта универсальность модели полезна для «бесстыкового» анализа действия всей палитры транспортных средств на одном исследовательском полотне.

Представим модель, сформированную на основе выдержек из работ [129, 130].

На тело с массой m действует сила тяжести $\boldsymbol{F}$, равная произведению массы m на вектор ускорения свободного падения $\boldsymbol{g}$ (жирным шрифтом здесь и далее обозначены векторы). В двух отстоящих друг от друга точ-

ках 1 и 2 поверхности Земли на тело с массой m действуют силы тяжести $\boldsymbol{F}_1$ и $\boldsymbol{F}_2$, равные произведению массы m соответственно на векторы ускорений свободного падения $\boldsymbol{g}_1$ и $\boldsymbol{g}_2$, модули которых одинаковы (рис. 2.15). Векторы $\boldsymbol{g}_1$ и $\boldsymbol{g}_2$ сходятся в центре Земли (точка O) под углом φ. Векторы сил $\boldsymbol{F}_1$ и $\boldsymbol{F}_2$ также равны по модулю и сходятся в центре Земли под углом φ друг к другу. Для наглядности на рисунке векторы показаны под достаточно большим углом друг к другу, хотя этот угол может быть сколь угодно малым.

Предположим, что тело после приложения импульса силы находится в состоянии равномерного движения по «горизонтальной» поверхности Земли от точки 1 к точке 2 в условиях отсутствия тормозящих воздействий поверхности и воздуха. Путь между этими точками 1 и 2 является криволинейным (даже на самом малом участке) с радиусом кривизны, равным радиусу Земли.

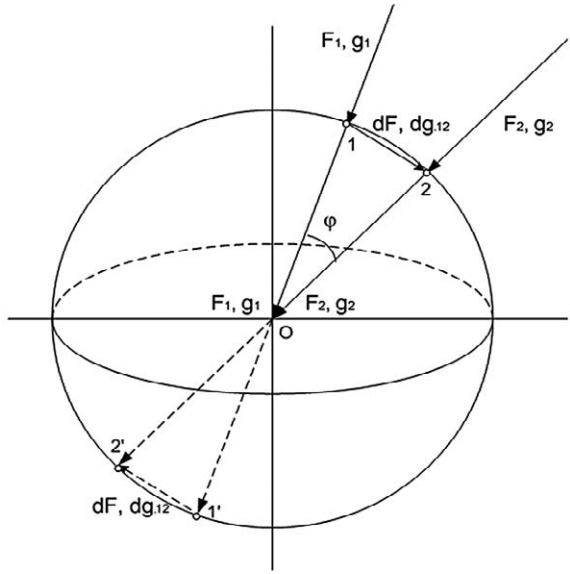


Рис. 2.15. Модель формирования силы, необходимой для равномерного движения тела по эквипотенциальной поверхности силового поля Земли [129, 130]

На это тело при его равномерном движении от точки 1 к точке 2 постоянно действует сила, равная разности сил $\boldsymbol{F}_2$ и $\boldsymbol{F}_1$ (после переноса начала векторов $\boldsymbol{F}_2$ и $\boldsymbol{F}_1$ в точку 0 для перенесенных векторов $\boldsymbol{F}_1$ и $\boldsymbol{F}_2$, имеющих общую точку 0, можно применить правило вычитания векторов). Вектор $\boldsymbol{dF}$, равный разности векторов $\boldsymbol{F}_2$ и $\boldsymbol{F}_1$, представляет силу, которая, будучи

внешней по отношению к телу, действует от точки 1 к точке 2 и обеспечивает равномерное движение тела по эквипотенциальной поверхности, в отсутствие тормозящих причин происходящее сколь угодно долго. Таким образом, сила, действующая на тело массой m, определяется формулой

$$\boldsymbol{dF} = m(\boldsymbol{g}_2 - \boldsymbol{g}_1). \tag{2.4}$$

В выражении (2.4) разность векторов $d\boldsymbol{g} = (\boldsymbol{g}_2 - \boldsymbol{g}_1)$ представляет собой ускорение, которое постоянно обеспечивает сила $\boldsymbol{dF}$. Указанное ускорение родственно ускорению свободного падения, с той лишь разницей, что последнее действует всегда, а первое – лишь с момента, когда тело после приложения силы пришло в состояние равномерного движения. Под воздействием силы $\boldsymbol{dF}$ тело находится в состоянии равномерного движения со скоростью

$$v = |\boldsymbol{g}_2 - \boldsymbol{g}_1| R / g\Delta t. \tag{2.5}$$

Отталкиваясь от выражения (2.5) при $\Delta t = 1$ ед. времени, можно придти к выражению

$$|dg| / \Delta t = gv / R. \tag{2.6}$$

В модели С. Г. Тигунцева часть потенциальной энергии сил тяжести постоянно преобразуется в кинетическую энергию движения тела K_{tg}, которая определяется как произведение модуля силы $|\boldsymbol{dF}|$ на пройденный путь L:

$$K_{tg} = |\boldsymbol{dF}| \cdot L. \tag{2.7}$$

После преобразований традиционной теоретической механики получаются рабочие формулы. Для потенциальной энергии

$$E_p = A = mgL = mgv\Delta t, \tag{2.8}$$

где A – работа сил тяжести.

Далее, кинетическая энергия, которую имеет тело, движущееся равномерно со скоростью v, равна той энергии, которую тело получило при наборе скорости от нулевой до скорости равномерного движения v:

$$E_k = mv^2 / 2. \tag{2.9}$$

Примеры расчета. Рассмотрим графики зависимости видов требуемой энергий от скорости равномерного абсолютизированного движения тела массой 1 кг, построенные по выражениям (2.8) и (2.9).

Для нашего идеализированного объекта кинетическая энергия накапливается (синяя кривая на рис. 2.16) в процессе его разгона в результате воздействия толкающего импульса силы со стороны ведущего элемента (транспортного средства), с переходом импульса силы в количество движения объекта. На этапе торможения происходит возврат кинетической

энергии ведущему элементу (причем с полной рекуперацией для нашей идеализированной схемы обеспечения энергетического minimum minimorum). Таким образом, в качестве оценки нижней границы поля требуемой для перемещения энергии остается зависимость потенциальной энергии от скорости движения (красная кривая на рис. 2.16).

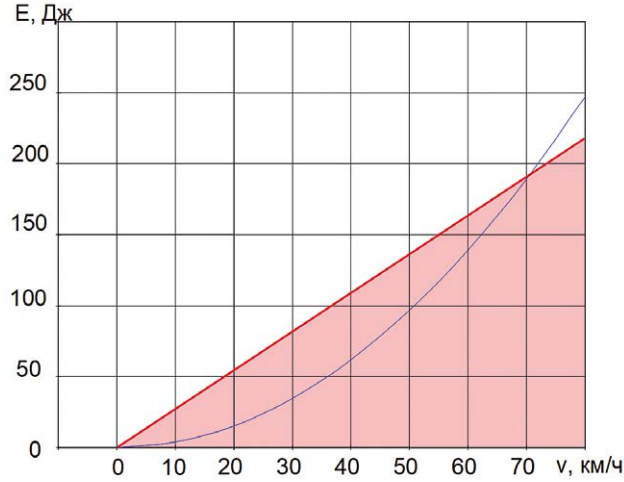


Рис. 2.16. Графики зависимости энергии от скорости равномерного движения (вертикальная ось – энергия, Дж (кг·м^2/с^2), горизонтальная ось – скорость равномерного движения, км/ч)

По причине широкого диапазона скоростей v номенклатуры исследуемых видов транспорта и ожидаемых при анализе высоких значений расходов энергии E используем оси графика в логарифмическом масштабе (рис. 2.17). В зависимости от объекта перевозки (груз или пассажиры) следует обращаться к соответствующей оси ординат удельного расхода энергии: МДж/(т · км) для грузоперевозок (левая ось), кВт · ч/пасс. · км для пассажироперевозок. Выбор таких размерностей определен удобством их пересчета и привязки к названным логарифмическим осям, а именно на том допущении, что 1 тонна соответствует весу 14 человек (71,43 кг/чел.), 1 кВт · ч/(пасс. · км) ≈ 50 МДж/(т · км).

Также как видим, осуществлен переход от массы 1 кг (см. рис. 2.16) к массе 1 т, поскольку эта единица господствует в мировой статистике энергозатрат на перевозки.

На рис. 2.17 приведены следующие транспортные средства, по которым автор нашел информацию об энергозатратах CED, накопленных за жизненный цикл этих средств (в круглых скобках указаны результаты вычислений призведенного авторского анализа):

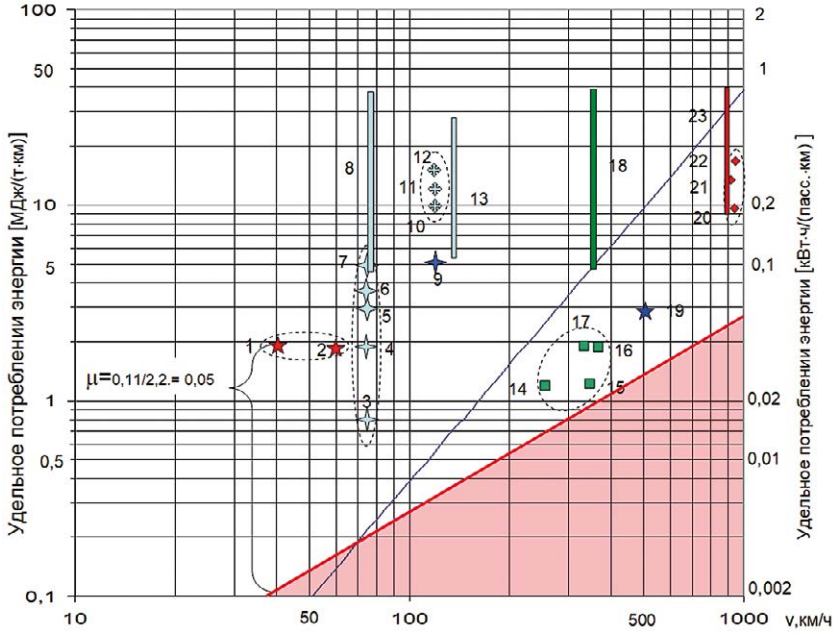


Рис. 2.17. Расположение транспортных средств на поле графика *v–E*

1) автомобиль КамАЗ-5320, скорость 40 км/ч [53] (μ = 0,05);

2) автомобиль КамАЗ-5320, скорость 60 км/ч [202] (μ = 0,11);

3) грузовой поезд (дизель-электрический), скорость 75 км/ч [203] (μ = 0,25);

4) грузовые автомобили класса 15–30 т, скорость 75 км/ч [217] (μ = 0,10);

5) грузовые автомобили класса 7,5–15 т, скорость 75 км/ч [217] (μ = 0,07);

6) грузовые автомобили класса 5–7,5 т, скорость 75 км/ч [217] (μ = 0,06);

7) легковой автомобиль, скорость 75 км/ч [217] (μ = 0,04);

8) пассажирский поезд HRT, диапазон загрузки 35–350 пассажиров, скорость 75 км/ч [174] (μ = 0,013–0,04);

9) грузовой жд поезд Bothnia Line, скорость 120 км/ч [203] (μ = 0,16);

10) легковой Mercedes-Benz A (дизель), скорость 120 км/ч [212] (μ = 0,03);

11) легковой Mercedes-Benz A (бензиновый), скорость 120 км/ч [212] (μ = 0,02);

12) легковой Mercedes-Benz S400 Hybrid, скорость 120 км/ч [212] (μ = 0,015);

13) легковой автомобиль, диапазон загрузки 1–5 пассажиров, скорость 120 км/ч [174] (μ = 0,01–0,06);

14) пассажирский поезд CRH2, скорость 250 км/ч [236] (μ = 0,6);

15) пассажирский поезд CRH3, скорость 350 км/ч [236] (μ = 0,8);

16) пассажирский поезд HS2, скорость 360 км/ч [236] (μ = 0,5);

17) пассажирский поезд TGV duplex, скорость 330 км/ч [236]; (μ = 0,4);

18) пассажирский поезд CASHR, диапазон загрузки 120–1200 пассажиров, 354 км/ч [174] (μ = 0,025–0,2);

19) поезд Maglev UK Ultraspeed, скорость 500 км/ч [24] (μ = 0,5);

20) самолет B757-200, скорость 880 км/ч [236] (μ = 0,28);

21) самолет B737-300, скорость 820 км/ч [236] (μ = 0,21);

22) самолет B747-400, скорость 940 км/ч [236] (μ = 0,14);

23) самолет (Aircraft), диапазон загрузки 24–120 пасс., 820 км/ч [174] (μ = 0,06–0,28).

Обсудим результаты. На рис. 2.17 можем видеть две характерные линии, «наследуемые» с рис. 2.16 и переведенные в пространство с логарифмическими координатами на рис. 2.17 со значительным расширением скоростного диапазона, вплоть до 1000 км/ч. Синяя парабола кинетической энергии, изображенная на рис. 2.16, преобразовалась в логарифмических координатах рис. 2.17 в прямую линию. Красная прямая линия потенциальной энергии при переходе слабо изогнулась (особенно это проявляется для малых скоростей менее 40 км/ч, где обе кривые устремляются к нулю).

Синяя кривая отображает уровень необходимой энергии на разгон единичной массы целевого объекта (1 тонны груза – читаем по левой оси ординат, либо одного пассажира – читаем по правой оси). Помним, что вся кинетическая энергия, получаемая целевым объектом от транспортного средства, возвращается ему на этапе торможения.

Потенциальная энергия не возвращается к источнику поставки этой энергии – нашему транспортному средству. Уровень ее растет с ростом скорости, согласно красной кривой, но эта энергия непрерывно тратится на работу сил взаимодействия с гравитационным полем. При остановке транспортного средства она обнуляется.

Поскольку работа транспортного средства носит, как правило, неустановившийся и/или циклический характер изменения скорости движения, на первом этапе приближения заменим нестационарный процесс установившимся равномерным с представительной средней скоростью движения. Это соответствует и технологии ОЖЦ (LCA) на первых этапах формирования соответствующих оценок. Диаграмма рис. 2.17 позволяет проводить соответствующий анализ энергоэффективности, поскольку на ее двух осях

ординат отложены именно средние показатели за жизненный цикл для средних скоростей движения в пределах этих жизненных циклов.

Красная линия, плюс ко всему, является границей выполнимости перевозки и способности оказать транспортную услугу: любые точки ниже нее означают, что заложенной в транспортный комплекс энергии не хватит даже на движение одного лишь абсолютизированного объекта перевозок, не то что на энергозатраты по перемещению груженого транспортного средства. Это и есть абсолютная нижняя граница, не зависящая от вида транспортного средства и соответствующая транспортной услуге S в формуле (2.3).

Даже беглый обзор поля диаграммы рис. 2.17 позволяет отметить несколько факторов. С переходом к высоким скоростям движения энергоэффективность видов транспорта возрастает (автомобили: 0,05–0,20; поезда 0,15–0,30; самолеты 0,40–0,60).

В то же время слишком высокая энергоэффективность скоростных поездов (точки 14–17) заставляет задуматься о неглубоком охвате интегратором данных энергетических процессов и продуктов в цепи создания этих транспортных средств.

Заключение. Последовательность исследовательских действий позволила выстроить методику оценки энергоэффективности транспорта по осуществлению линейных перевозок на базе ЖЦ с привлечением сущности Transfer Бартини. Основными элементами методики явились следующие:

1) обоснование необходимости соотнесения количества энергии на абсолютизированный перенос объекта перевозки с удельными энергозатратами, накопленными во всей инфраструктуре, обеспечивающей производство и эксплуатацию транспортного средства в пределах его жизненного цикла;

2) приведение названного отношения к размерности Tran сущности Transfer таблицы Бартини;

3) расчет энергии движения абсолютизированного объекта перевозки в гравитационном поле методом С. Г. Тигунцева;

4) построение диаграммы с осями «скорость v – удельные энергозатраты CED»;

5) Проведение анализа в поле диаграммы «v – энергозатраты CED» по сравнению энергии на перенос объекта перевозок с накопленными энергозатратами транспортного комплекса.

2.6. Унификация ряда энергетических сущностей таблицы Бартини для 1D–3D-объектов, обслуживаемых транспортом

2.6.1. Формирование функционального ряда 1D–3D-оценок энергоэффективности перевозок на базе сущностей таблицы Бартини

Историческая траектория развития логистики, пройдя путь от точечных поставок, а затем цепей поставок (4PL), сегодня вышла на уровень сетевых поставок (5PL). Здесь, в этой точке исторической траектории, одним из возможных путей дальнейшего методического совершенствования аппарата логистики представляется освоение методов перехода от сетевых моделей к полевым. Другим направлением, в свете развития космического и автолетного [206, 211] транспорта, трехмерной распределительной логистики (высотные склады-терминалы, офисные и жилые небоскребы и пр.) является развитие оптимизационного моделирования трехмерных сетей и полей.

Перечисленные аспекты требуют развития методов оценки энергоэффективности технических систем с точки зрения требований будущего технологического уклада.

Автор в своих публикациях для построения новых методов оценки энергоэффективности привлекал сущность L^6T^{-4} таблицы Р. Бартини [50–55]. В подразделе 2.5 показана применимость методики на базе этой сущности для оценки линейной доставки грузов получателям.

Теперь приступим к задаче построения на базе сущностей таблицы Бартини критериев и методик для 2D- и 3D-вариантов распределительной логистики, и в целом – функционального ряда с охватом размерностей от 1D до 3D [58, 59, 207].

Существенной здесь будет авторская корректировка ряда понятий и терминов, основанных предшественниками на сущностях таблицы Бартини. Также затронем вопрос унификации анализа на базе размерностей семейства $[L^mT^n]$.

Напомним, что соотнесение выработки транспортного средства и энергозатрат (для получения безразмерного коэффициента эффективности) производилось на уровне сущности Transfer в клетке L^6T^{-4}. При этом была показана необходимость умножения выработки (формируемой в клетке L^4T^{-2}) на квадрат скорости переноса груза, что соответствует переходу по диагонали таблицы на два уровня вправо-вверх: см. на фрагменте канвы (canvas) таблицы Бартини–Алейникова (см. рис. 2.13).

Идентификация переменных и показателей метода по схеме, представленной на рис. 2.13, приведена в табл. 2.19. Отметим, что линейная транспортная работа (выработка W_1) и линейная транспортная услуга S_1 в этом контуре исследования (см. стрелки на рис. 2.13) взяты с индексом «1», что означает размерность D1 и точечный характер обслуживаемого пространственного объекта.

Таблица 2.19

Идентификация переменных и показателей метода по схеме на рис. 2.13

	L^3	L^4	L^5	L^6
T^{-4}		Сила, Н	Энергия E, Дж	Transfer, Tran (линейная транспортная услуга S_1, т · км^3/ч^2)
T^{-3}		Импульс	Момент количества движения	
T^{-2}	Масса, м^3/с^2 (масса M, т)	Момент массы (линейная транспортная работа (выработка W_1), т · км)		

В подразделе 2.5 выстраивалась методология оценки энергоэффективности транспортных средств и видов транспорта при линейном (по сети) перемещении объектов перевозки с учетом кумулятивных энергозатрат жизненного цикла транспортных средств.

Однако в ареалах с высокой деловой активностью, при больших количествах товаров и людей, характер дистрибуции несколько «сглаживается» законом больших чисел, переходя от сетевой конфигурации к полевой. Полевой же характер имеют и некоторые другие транспортные феномены: например, распространение отработавших газов по площади, поля шума, орошение сельскохозяйственных полей, площадей пожаров и пр. Визуализация перехода от сетевой модели к полевой приведена на рис. 2.18. Развиваются методы перехода от сетевых моделей к полевым и наоборот: марковские сетевые образы полей [105], векторно-топологические («спагетти») модели, триангуляционные модели, квадродеревья и др. [93].

Подобная картина становится все более актуальной и в трехмерном варианте. Примерами этого могут служить следующие процессы распределения в трехмерном пространстве: распространение отработавших газов – но в объеме над городом; отсыпка угля в открытых терминалах; высевание людей в 3D-объеме небоскреба (до 10 тыс. человек в десятках небоскребов Шанхая) и т. д.

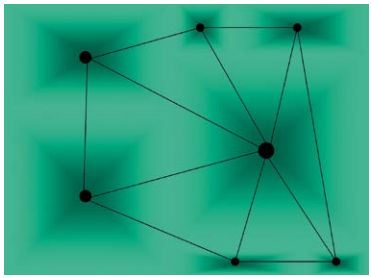


Рис. 2.18. Переход от сетевой модели к полевой

По аналогии с линейным случаем, когда для оценки энергоэффективности грузовых перевозок привлекался критерий Transfer L^6T^{-4} таблицы Бартини (см. табл. 2.19), сформируем критерии для случаев утилизации энергии, затрачиваемой на перевозки, при ареальном (2D) и объемном (3D) характерах распространения продукции и/или людских массивов.

Оттолкнемся для этого от матрицы Бартини–Алейникова (см. рис. 2.11). Вычленим фрагмент $\{L^3 – L^8; T^{-2} – T^{-4}\}$. Как ранее было показано в подразделе 2.5, в случае линейного перемещения груза/людей в точечный пункт доставки, для сосредоточения услуги S_1 и энергозатрат на нее в Tran-единицах использовалась сущность (клетка таблицы) Transfer. В энергетическом слое сущностей (строке таблицы T^{-4}) это произведение Energy × × L = Transfer (сущность L^6T^{-4}).

В случае распределения (высевания) грузов/людей по площади доставки потребуется умножение затраченной энергии на L^2. На полотне (canvas) Бартини–Алейникова (см. рис. 2.11) это Arergacia = Energy × L × × L (сущность L^7T^{-4}). (В одной из своих статей Алейников использует также термин Arergation.)

В случае же распределения (высевания) грузов/людей по объему доставки потребуется умножение затраченной энергии на L^3. На полотне (canvas) Бартини–Алейникова (см. рис. 2.11) – это Volergation = Energy × L × × L × L (сущность L^8T^{-4}).

Приведем характеристики появившихся понятий Arergation (Arergacia) и Volergation в том виде, как их сформулировал Алейников в 2007 г. [161].

Сущность, названная Алейниковым как Arergation (от **ar**ea + **erg**on), представляет собой площадное (ареальное) распространение энергии. За единицу измерения Алейниковым принят Sergal. Формула закона сохранения сущности Arergation следующая:

$$\text{Arg} = \text{Tran} \times L = L^7T^{-4} = \text{const};$$
$$1\ \text{Sergal} = 1\ \text{Tran} \times 1\ \text{м} = 1\ \text{Дж} \times 1\ \text{м}^2\ .$$

Сущность, названная Алейниковым как Volergation (от **vol**ume + **er-g**on), представляет собой распространение энергии в объеме. За единицу измерения Алейниковым принят Natal. Формула Закона сохранения сущности Volergation такова:

$$\text{Vrg} = \text{Arg} \times L = \text{Tran} \times L^2 = L^8 T^{-4} = \text{const};$$
$$1\ \text{Natal} = 1\ \text{Sergal} \times 1\ \text{м} = 1\ \text{Tran} \times 1\ \text{м}^2 = 1\ \text{Дж} \times 1\ \text{м}^3.$$

Это необычайно сильное нововведение в науку. Вместе с тем, можно сделать критическое замечание (которое никоим образом не умаляет заслуг школы Алейникова): имеет место бессистемность в названиях сущностей. Кроме того, как, наверное, заметил читатель, Алейников использовал для названий единиц измерения даже имена людей. Для построения же ряда желателен системный подход даже в формировании названий. Представим это в соответствии с авторскими работами [58, 207].

Присвоим сущностям энергетического ряда (элементам строки T^{-4} таблицы Бартини) имена, созвучные термину Energy (где частица «-gy» несет обобщающий смысл сущности), а именно:

- Transfer заменим на **Linergy** (от **lin**ear + **erg**on);
- Arergation (также Arergacia) заменим на **Arergy** (от **ar**ea + **erg**on);
- Volergation заменим на **Volergy** (от **vol**ume + **erg**on).

Использовав всё вышесказанное, можем теперь на полотне (canvas) таблицы Бартини построить график рис. 2.19.

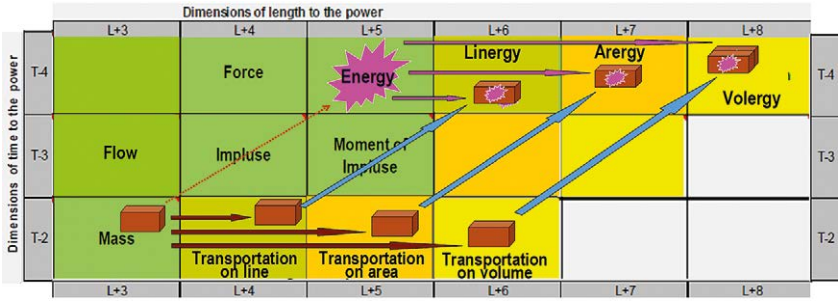


Рис. 2.19. Новая топонимика сущностей энергетического ряда и связь между ними

Далее, суффикс «-ation» (применяемый в английском языке для образования отглагольных существительных со значением процесса) используем для идентификации соответствующих процессов переноса (аналогично паре связанных понятий «Transport – Transportation»), а именно:

- для переноса энергии по линии – **Linergation;**
- распределения энергии по 2D-ареалу – **Arergation;**
- распределения энергии по 3D-сфере – **Volergation.**

Последнее отражено на рис. 2.20, который можно рассматривать как детализацию схемы рис. 2.19. Контуры (loops) 1, 2, 3 сопоставляют в соответствующих клетках таблицы энергозатраты на идеализированный перенос груза с фактическими приведенными энергозатратами системы транспортировки).

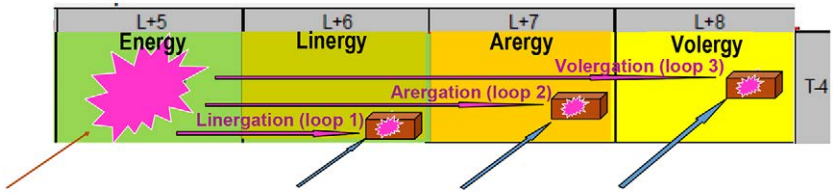


Рис. 2.20. Детализация понятий энергетического ряда T^{-4} таблицы Бартини

Введем обозначения величин, представляющих сущности (подобно тому, как A, или E, или W представляют сущность Energy) [58]:

- для Linergy это величина Lrg с единицей измерения Jm1 (от $J \times m^1$, т. е. Дж · м^1);
- для Arergy – величина Arg с единицей измерения Jm2 (от Дж · м^2);
- для Volergy величина Vrg с единицей измерения Jm3 (от Дж · м^3).

Идентификация новых переменных и показателей метода по схеме рис. 2.19 приведена в табл. 2.20.

Таблица 2.20

Идентификация переменных и показателей метода по схеме рис. 2.19 и 2.20

	L^3	L^4	L^5	L^6	L^7	L^8
T^{-4}		Сила, Н	Energy E, Дж	Linergy, Lrg (линейная транспортная услуга S_1, т · км^3/ч^2)	Arergy, Arg (транспортная услуга распределения по ареалу S_2, т · км^4/ч^2)	Volergy, Vrg (транспортная услуга распределения по объему S_3, т · км^5/ч^2)
T^{-3}		Импульс	Момент количества движения			

Окончание табл. 2.20

	L^3	L^4	L^5	L^6	L^7	L^8
T^{-2}	Масса, $м^3/с^2$ (масса M, т)	Линейная транспортная работа (выработка W_1), т · км)	Транспортная работа по ареалу (выработка W_2), т · $км^2$)	Транспортная работа по объему (выработка W_3), т · $км^3$)		

Болеслав Прус однажды выразил такую мысль: «Человечество недалеко ушло от младенчества, когда, давая новые имена вещам, полагает, что создает нечто новое».

Автор настоящей монографии осознаёт, что в этом разделе не создано новых сущностей. Просто он выражает уверенность в том, что переформатирование пока неустановившихся понятий, созданных предшественниками, позволит провести построение и анализ будущих аналитических моделей в затронутом поле деятельности более прозрачным и понятным путем.

2.6.2. Пример D-2: транспортное обслуживание агломерации

Проведем пример расчета для двухмерного распределения транспортной работы по ареалу применительно к транспортному обслуживанию территории мегаполиса при ежедневной доставке маятниковых трудовых мигрантов.

Для начала рассмотрим простейшую аналогию – орошение ареала дождевальной установкой с единичным распылителем (рис. 2.21) [137]. Услуга распределения воды по ареалу обметания разбрызгивателя S_2 заключается в подаче массы воды с определенной скоростью подачи и более-менее равномерным распределением этой массы по зоне обслуживания.

Рис. 2.21. Полевой характер распределения воды стационарной дождевальной установкой с единичным истоком

Если обратиться к дождевальной установке, то ее Arergy суть энергия, затраченная системой на подачу воды к соплу и ее распыливание, помноженная на площадь опрыскивания территории. Услуга, оказываемая рассматриваемой системой, заключается в поливе площади. Эта услуга пропорциональна обслуженной площади. Поэтому площадь правомерно входит множителем в критерий Arergy для данного случая.

Усложнением схемы может служить множество вариантов дождевальных установок и их систем: стационарных из множества распылителей; единичных мобильных; систем мобильных установок – как с сетевым покрытием ареала, так и в контурном варианте, в рамках которого орошение производится с мобильных установок, совершающих движение только по окаймляющей дороге (рис. 2.22) [137]. Этот последний вариант мы далее используем в качестве аналога для перехода к задаче с мегаполисом.

Рис. 2.22. Контурный вариант орошения:
а – порционный; *б* – непрерывный

Отметим, что во всех случаях вода (агент) берется из какого-либо источника (ресурса), и в расчете Arergy должны учитываться кумулятивные затраты энергии не только на собственно разбрызгивание, но и на работу мобильных установок, обеспечение ресурсов воды в источнике (канале, водоеме), а точнее – энергозатраты во всей системе ирригации.

Рассмотренная схема логически легко переносится на ситуации транспортно-логистического обслуживания зоны, региона. Простейшие случаи здесь – точечные источники продукции, распределительные центры и т. п. Но и в случае сетей производства и распределения точечные источники, находящиеся в узлах сети, в совокупности «опрыскивают», обслуживают территорию. Примером может служить транспортное обслуживание территории города при импорте товарной массы по вылетным магистралям.

Вернемся к табл. 2.20. Линейная транспортная выработка W_1 представляет собой традиционную транспортную работу, выражаемую в тонно-километрах.

Аналогично, выработку по обслуживаемому ареалу W_2 (см. табл. 2.20) для соотнесения с соответствующими энергозатратами мы умножаем на квадрат скорости переноса груза: это соответствует переходу из клетки L^5T^{-2} по диагонали на два уровня таблицы вправо вверх – в клетку сущности Arergy L^7T^{-4} (см. табл. 2.20).

Рассмотрим условный численный пример [207]. Ленинградская область является для ядра Петербургской агломерации источником потока ежедневной маятниковой миграции людей. За это посещаемое ядро примем наземную часть административного ареала Санкт-Петербурга, площадью примерно 900 км^2. Этот ареал заполнен промышленными предприятиями, учебными заведениями, предприятиями торговли и прочими объектами посещения. И хотя внутри города передвижение производится по сети, «размоем сеть до поля» (см. рис. 2.23) и даже более: примем распределение входного потока в пределах ядра агломерации за равномерное.

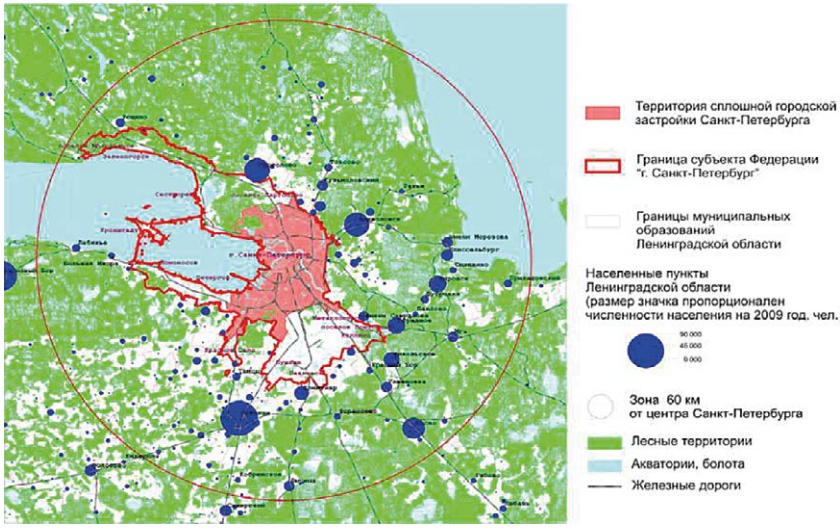


Рис. 2.23. Условная сфера агломерации

Электропоездами (электричками) железнодорожного узла Санкт-Петербурга перевозится 80 млн чел. ежегодно. Допустим, что половина из них – 40 млн – ежедневные трудовые маятниковые мигранты. Средняя рейсовая скорость электрички – 60 км/ч. Средняя длина ездки пассажира – 60 км, т. е. среднее время поездки составляет 1 ч.

Годовая транспортная работа по ареалу (ареальная выработка W_2) равна $W_2 = 40\,000\,000$ пасс. $\times$ 900 км^2 $= 36 \times 10^9$ пасс.-км^2 $= 36 \times 10^{15}$ пасс.-м^2.

Ареальная транспортная услуга:

$$S_2 = W_2 v^2 = 36 \cdot 10^9 \text{ пасс.-км}^2 \times 60^2 \text{ км}^2/\text{ч}^2 = 1296 \cdot 10^{11} \text{ пасс.} \cdot \text{км}^4/\text{ч}^2 =$$
$$= 1296 \cdot 10^{11} \text{ пасс.} \cdot \text{км}^4/\text{ч}^2 = 36 \cdot 10^{15} \text{ пасс.-м}^2 (60/3{,}6)^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 =$$
$$= 36 \cdot 10^{15} \cdot 277{,}777 = 10\,000 \cdot 10^{15} \text{ пасс.} \cdot \text{м}^4/\text{с}^2.$$

Несмотря на то, что обслуживание пассажиропотоков концептуально отличается от обслуживания грузопотоков, всё же параллельно рассчитаем весовую характеристику пассажиропотока. Примем соотношение 1 т ≈ 14 чел. (т. е. возьмем вес человека за 71,43 кг) и запишем весовой эквивалент ареальной транспортной услуги:

$$S_2 = 10^{19} \text{ пасс.} \cdot \text{м}^4/\text{с}^2 \cdot 71{,}43 \text{ кг/пасс.} =$$
$$= 71{,}43 \cdot 10^{19} \text{ м}^2 \text{ (кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2) = 0{,}7143 \cdot 10^{21} \text{ Jm2}.$$

Перейдем к расчету затрат электроэнергии. В одном вагоне 100 сидячих мест. Составы собираются из 4–12 вагонов. Пусть будет восемь вагонов, т. е. 800 пассажиров на один железнодорожный состав. Часовая мощность электропривода состава из восьми вагонов – 3200 кВт [126]. Для перевозки 40 млн пассажиров требуется 40 000 000 пасс. / 800 пасс./поезд = 50 000 рейсов поездов, занятых по часу.

Общее потребление энергии:

$$3200 \text{ кВт} \cdot 50\,000 \text{ ч} = 160\,000\,000 \text{ кВт} \cdot \text{ч} =$$
$$= 16 \times 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \times 3600 \text{ кДж/кВт} \cdot \text{ч} = 576 \cdot 10^9 \text{ кДж} = 576 \cdot 10^{12} \text{ Дж}.$$

Перенос этой энергии на обслуживаемую площадь (переход из клетки L^5T^{-4} в клетку L^7T^{-4} таблицы Бартини, т. е. переход от сущности Energy к сущности Arergy) запишется следущим образом:

$$\text{Arg} = 576 \cdot 10^{12} \text{ Дж} \times 900\,000\,000 \text{ м}^2 = 518{,}4 \cdot 10^{21} \text{ Jm2}.$$

Теперь, имея для клетки L^7T^{-4} таблицы Бартини два показателя (S_2 и Arg), можно определить весовой коэффициент энергоэффективности транспортного обслуживания ядра агломерации трудовой массой ежедневной миграции:

$$\eta_{\text{Arg}} = S_2 / \text{Arg} = 0{,}7143 \cdot 10^{21} \text{ Jm2} / 518{,}4 \cdot 10^{21} \text{ Jm2} = 0{,}00138 = 0{,}14\ \%.$$

Отмечаем, что идентичность размерностей (Jm2) позволила рассчитать безразмерный коэффициент энергоэффективности η_{Arg}. Это будет весьма удобным при сравнивании различных вариантов в оптимизационных расчетах подобных систем.

Также отмечаем весьма низкий уровень значения полученного коэффициента энергоэффективности. Это можно объяснить настройкой пассажирского сообщения на комфорт, а не на весовую плотность загрузки поездов (при перевозке вместо пассажиров грузов, с полной загрузкой вагонов,

показатель η_{Arg} увеличился бы в 14 раз). Весовая плотность загрузки будет влиять на коэффициент линейно. А вот скорость доставки будет оказывать влияние в квадратичной зависимости: это позволит оценивать критерии Linergy (L^6T^{-4}) и Arergy (L^7T^{-4}).

Возможно, впервые элемент L^7T^{-4} таблицы Бартини (сущность Arergy) нашел аналитическое применение для расчета энергоэффективности транспортного обслуживания экономического ареала – ядра агломерации мегаполиса. Количественная оценка в примере носит весьма условный характер. Однако, по мнению автора настоящей монографии, сформированный метод оценки обслуживания территории вполне жизнеспособен и подлежит дальнейшему развитию.

2.6.3. Пример D-3: погрузка океанского контейнеровоза

В свете развития трехмерной складской и распределительной логистики (высотные склады-терминалы, океанские контейнеровозы, обслуживание небоскребов и пр.) актуальны развитие оптимизационного моделирования трехмерных сетей и полей и оптимизация распределения/размещения в трехмерных фрагментах пространства (см., например, [93]).

Используем предыдущие методические наработки.

Авторскими работами [50–55] выстраивалась методология оценки энергоэффективности транспортных средств и видов транспорта при линейном (по ребрам сети) перемещении объектов перевозки с учетом кумулятивных энергозатрат жизненного цикла транспортных средств.

Подобная картина становится актуальной и для трехмерных пространственных объектов, таких как распространение отработавших газов (но в объеме над городом), отсыпка угля в открытых терминалах, высевание людей в 3D-объеме небоскреба (до 10 тыс. человек в десятках небоскребов Шанхая), функционирование многоэтажных складских комплексов и др.

По аналогии с линейным случаем, когда для оценки энергоэффективности грузовых перевозок автором привлекался критерий Transfer L^6T^{-4} таблицы Бартини (см. рис. 2.13, табл. 2.19), сформируем критерии для случаев утилизации энергии, затрачиваемой на перевозки, при объемном (3D-) характере распространения продукции и/или людских массивов.

Вспомним, что сущности энергетического ряда L^8T^{-4} таблицы Бартини–Алейникова нами дано название **Volergy** (от **vol**ume + **erg**on) (см. рис. 2.19 и 2.20). А процесс переноса/размещения/распределения грузов/людей во фрагменте 3D-пространства назван **Volergation**.

Для обозначения величин, представляющих сущность Volergy, служит, как мы помним, величина Vrg с единицей измерения Jm3 (от $J \times m^3$, т. е. Дж · м^3).

Идентификация новых переменных и показателей метода по схеме, представленной на рис. 2.19, приведена в табл. 2.21.

Таблица 2.21

Идентификация переменных и показателей метода по схеме на рис. 2.19

	L^3	L^4	L^5	L^6	L^7	L^8
T^{-4}		Сила, Н	Energy E, Дж	Linergy, Lrg (линейная транспортная услуга S_1, т · км^3/ч^2)	Arergy, Arg (транспортная услуга распределения по ареалу S_2, т · км^4/ч^2)	Volergy, Vrg (транспортная услуга распределения по объему S_3, т · км^5/ч^2)
T^{-3}		Импульс	Момент количества движения			
T^{-2}	Масса, м^3/с^2 (масса M, т)	Линейная транспортная работа (выработка W_1), т · км	Транспортная работа по ареалу (выработка W_2), т · км^2	Транспортная работа по объему (выработка W_3), т · км^3		

Дадим несколько примеров моделирования процесса доставки в трехмерный фрагмент пространства и возможного применения разработанных критериев для трехмерных областей обслуживания. Пойдем от простого к сложному [58].

1. *Надувка футбольного мяча*. Для закачки массы воздуха совершается работа с затратами энергии; воздушная масса, поступая из точечного источника (ниппеля), равномерно распределяется в пределах строго ограниченной сферы камеры.

2. *Заполнение камеры сгорания цилиндра ДВС на такте всасывания*: пространство ограничено.

3. *Фейерверк*. Из одного орудия (источника) – заряд транспортируется и снопом разлетается по некоторой области (необязательно по правильной сфере). В зависимости от постановки задачи это может быть область обметания крайних точек разлета искр, а может быть и более широкая область – область освещаемого пространства. Услуга освещения оказывается более обширной при нескольких разнесенных орудиях, обслуживающих тем не менее общее пространство над частью города (т. е. многоточечный источник). В любом из этих случаев пространство не строго ограничено.

4. *Операция разгона облаков.* Высевается масса химических веществ одним или несколькими самолетами (либо наземными орудиями). Аналогично фейерверку, здесь существуют две области обслуживания: одна – непосредственного распыливания, вторая – расширенная (с учетом

помощи метеорологических факторов и цепной реакции). Пространство не строго ограничено.

5. *Промышленный/бытовой холодильник*: поставляемая «масса» – тепло для всего объема. Энергия затрачивается на функционирование хладагента. Источник – сеть хладомагистралей (пространство ограничено).

6. *Каждодневное заполнение офисного небоскреба*. Пространство ограничено.

7. *Засыпка (выемка) грунта при строительстве горной дороги*. Источники (машины), как правило, подвижны. Пространство нестрого ограничено.

8. *Засыпка массива (горы) открытого угольного терминала*. Источником(-ами) (в зависимости от постановки задачи) можно считать опрокидыватель(-ли) либо хоботы разбрасывающих конвейеров (пространство нестрого ограничено). Разновидностью работы может быть загрузка пространства грузового отсека судна-углевоза (пространство ограничено).

9. *Многоэтажный терминально-складской комплекс*. Задача заключается в оптимальном совмещении хранения и транзита грузовых единиц в строго ограниченном трехмерном пространстве.

10. Загрузка судна-контейнеровоза (пространство ограничено).

Приведем пример оценочного расчета обеспечения транспортной услуги по трехмерному объему заполнения грузового пространства океанского контейнеровоза причальными кранами (понтейнерами).

Пример расчета энергоэффективности погрузки контейнеровоза

Вернемся к табл. 2.21. Линейная транспортная выработка W_1 представляет собой традиционную транспортную работу (т · км).

Аналогично, выработку по обслуживаемому объему W_3 (см. табл. 2.21) для соотнесения с соответствующими энергозатратами умножаем на квадрат скорости переноса груза: это соответствует переходу из клетки L^6T^{-2} по диагонали на два уровня таблицы вправо и вверх – в клетку сущности Volergy L^8T^{-4} (см. табл. 2.21), с формированием транспортной услуги S_3.

Рассмотрим условный численный пример [58]. Современное судно-контейнеровоз загружается в порту после швартовки его к причалу и подключения к портовой системе электроснабжения. Полный процесс загрузки включает доставку контейнеров с автомобильного и железнодорожного фронтов, внутренних и тыловых контейнерных складов и площадок, подвозку контейнеров под краны-понтейнеры, непосредственную загрузку понтейнерами отсеков трюма и палубы, загрузку топливом, водой и другими средствами. Соответствующие энергозатраты обеспечиваются портом и статистически фиксируются. Например, порт Лос-Анжелеса (Port of Los Angeles – POLA) с годовой производительностью 1 млн TEU затрачивает

на полное обслуживание этого миллиона грузовых единиц 20 000 МВт-ч энергии [214]. Из этого объема энергозатрат на работу причальных кранов-понтейнеров относится 26 % энергии (см. рис. 2.24).

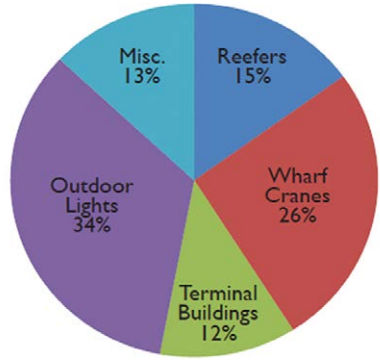


Рис. 2.24. Распределение потребления электроэнергии по видам работ типового контейнерного терминала порта Лос-Анжелеса [214]:
Wharf Cranes – причальные краны; Terminal Buildings – здания терминалов; Outdoor Lights – наружное освещение; Reefers – рефрижераторы; Misc – прочее

Наш расчетный пример будет охватывать только лишь процесс непосредственной загрузки судна-контейнеровоза контейнерами посредством группы кранов-понтейнеров и, по сути дела, будет оценивать энергоэффективность работы этой группы как единого источника, из которого совершается распределение котейнеров по объему грузового пространства контейнеровоза.

В качестве примера судна-контейнеровоза возьмем самый большой контейнеровоз в мире (класса Triple-E) – OOCL Honk Kong (рис. 2.25). Его длина – 400 м, ширина – 59 м, дедвейт – 191 422 т, чистая грузоподъемность – 63 279 т, вместимость в контейнерах – 21 413 TEU, год выпуска – 2017 [219].

Представление о пространстве трюма может дать поперечный разрез второго (посленосового, не самого широкого) отсека контейнеровоза класса Triple-E, сфотографированного в период строительства (рис. 2.26) [114].

Будем рассматривать его загрузку в условиях порта Лос-Анжелеса POLA [223].

Кубатура грузовместимости контейнеровоза:

$$21\,314 \cdot 39\ \text{м}^3 = 835\,000\ \text{м}^3.$$

Транспортная работа по объему (выработка)

$$W_з = 63\,279\,000\ \text{кг} \times 835\,000\ \text{м}^3 = 52\,838 \cdot 10^9\ \text{кг-м}^3.$$

Рис. 2.25. Контейнеровоз OOCL Honk Kong [219]
под погрузкой

Рис. 2.26. Поперечный разрез второго (посленосового)
отсека контейнеровоза класса Triple-E
(снимок строительства) [114]

Для вычисления транспортной услуги $S_3 = W_3 v^2$ необходимо определиться с расчетной скоростью грузопотока, обрабатываемого группой кранов-понтейнеров. В соответствии с характеристиками береговых причальных перегружателей [113], для одного крана Liebherr Conteiner Cranes скорость перемещения груза будет равной 150 и 175 м/мин (для подъема и опускания соответственно); до 152 м/мин составит скорость передвижения тележки. Перейдя к системе СИ и определив примерно округленное среднее значение, выбираем для одного крана 2 м/с.

Поскольку, как известно, для увеличения скорости погрузки/разгрузки больших судов в портах используется группа из нескольких параллельно работающих причальных кранов, то и скорость погрузки судна – интенсивность грузопотока (а нас в конечном итоге интересует именно эта интенсивность, а не скорость движения одиночного контейнера под стрелой отдельного крана) увеличится пропорционально числу кранов. То есть при шести кранах (см. рис. 2.25) интенсивность грузопотока на этапе движения тележки и подъема/опускания будет соответствовать шестикратной условной скорости перемещения груза $v = 2$ м/с $\times 6 = 12$ м/с (из условия сохранения интенсивности потока, обеспечиваемой одним гипотетическим краном высокой производительности).

Тогда транспортная услуга, предоставляемая группой реальных кранов по обслуживанию грузопотока (равная услуге одного гипотетического крана),

$$S_3 = W_3 \times v^2 = 52\,838 \times 10^9 \text{ кг-м}^3 \times (12 \text{ м/с})^2 = 7{,}609 \times 10^{15} \text{ кг-м}^5\text{с}^{-2} = \\ = 7{,}609 \times 10^{15} \text{ м}^8\text{с}^{-4} = 7{,}609 \times 10^{15} \text{ Jm3}.$$

Посмотрим, какой ценой (точнее, энергозатратами) обеспечена эта услуга. Если на обработку 1 млн TEU портом затрачивается 20 000 МВт · ч энергии, то на 21 413 TEU – пропорционально: $20\,000 \cdot 21413 / 1\,000\,000 =$ $= 428$ МВт · ч $= 1{,}542 \cdot 10^{12}$ Дж. При доле энергозатрат в порту на работу причальных кранов в 26 % (см. рис. 2.24) энергозатраты на работу шести вышеназванных кранов составят:

$$E = 1{,}542 \cdot 10^{12} \text{ Дж} \times 0{,}26 = 0{,}4 \cdot 10^{12} \text{ Дж}.$$

Стало быть, величина Volergation

$$\text{Vlg} = 0{,}4 \cdot 10^{12} \text{ Дж} \times 835\,000 \text{ м}^3 = 333 \cdot 10^{15} \text{ Jm3}.$$

И тогда безразмерный коэффициент энергоэффективности будет равен:

$$\eta_{\text{Vlg}} = S_3 / \text{Vlg} = 7{,}609 \cdot 10^{15} \text{ Jm3} / 333 \cdot 10^{15} \text{ Jm3} = 0{,}0228 = 2{,}3\ \%. \quad (2.10)$$

Немного!

Пара замечаний. Как, вероятно, заметил внимательный читатель, кубатура вместимости судна 835 000 м^3 входила выше в расчет и числителя, и знаменателя выражения (2.10). И этот читатель может заявить, что опе-

рация предварительного умножения и числителя, и знаменателя – лишняя. Да, это так в данном весьма упрощенном примере, когда распределение энергии по объему (отслеживаемое по строке «T^{-4}», см. рис. 2.19) и распределение грузовой массы (по строке «T^{-2}») были приняты идентичными – равномерными по грузовому пространству судна.

Однако при более детализированном подходе эти два распределения могут отличаться. Например, распределение грузовой массы будет произведено с учетом плотности грузовой массы (внизу – тяжелые контейнеры, вверху – легкие или пустые), а распределение энергии по исследуемому объему будет принято равномерным (или, во всяком случае, отличающимся от размещения груза). Тогда расчет величины W_3 будет структурно отличаться (например, появлением весовых коэффициентов для слоев трюма и палубы). Здесь же, в нашем примере, использованы идентичные функции заполнения объема судна с расчетом выражений и числителя, и знаменателя – и использованы они для представления верхнего уровня структуры расчетного метода.

Лишена гибкости и расчетная замена нескольких кранов одним гипотетическим сверхпроизводительным краном. Изменения в механике и электропотреблении такого крана-гиганта относительно группы реальных кранов не будут пропорциональны изменению скорости перемещения груза. Однако для первой (грубой) оценки уровня энергоэффективности такое допущение замены посчитали возможным.

Резюмируя, отметим следующее. Исследование позволило отметить весьма низкий уровень значения полученного коэффициента энергоэффективности перемещения груза группой причальных кранов $\eta_{Vlg} = 0{,}0228 = 2{,}3$ %. Сравнение этого показателя с уровнем аналогичных безразмерных показателей энергоэффективности линейного (маршрутного) перемещения груза транспортными средствами (от 5 до 50 % – см. подраздел 2.5) свидетельствует о том, что погрузочно-разгрузочные работы являются слабым, «тормозящим» звеном логистических цепей и сетей. И рекомендуемый функциональный ряд показателей позволяет системно и количественно оценить меру этой слабости и существенное отставание потоковых скоростей выполнения перегрузочных операций от скоростей транспортных средств.

Возможно, впервые сущность Volergy, элемент L^8T^{-4} таблицы Бартини, нашла аналитическое применение для расчета энергоэффективности транспортного обслуживания объема грузохранилища.

Для логистического складского комплекса единой точкой, из которой производится распределение по объему склада (вместо группы кранов), могут служить, например, ворота комплекса.

Количественная оценка в примере носит весьма условный характер. Однако, по мнению автора, сформированный метод оценки транспортного обслуживания функционального пространственного объема вполне жизнеспособен и подлежит дальнейшему развитию.

Глава 3. ОСНОВЫ БЕСТОПЛИВНОЙ КВАНТОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

3.1. Переход от термодинамики к монотермии

В последние десятилетия все чаще появляютс я работы, в которых обосновывается возможность создания так называемых вечных двигателей второго рода (ВД2) – двигателей, способных производить работу за счет энергии, поглощаемой из окружающей среды. Эти работы отвергаются специалистами в области термодинамики, заявляющими, что второй закон термодинамики «запрещает» создание таких двигателей [8, 28, 43, 45, 46, 134, 157 и др.].

Невозможность создания вечного двигателя была обоснована в середине XIX столетия формулировками первого и второго начал термодинамики (1НТ и 2НТ).

Первое начало термодинамики (1НТ) утверждает, что если система совершает термодинамический цикл, т. е. возвращается в исходное состояние, то полное количество тепла, сообщенное системе на протяжении цикла, равно совершаемой ею работе (полезной и бесполезной). Первое начало термодинамики представляет собой, по существу, выражение закона сохранения энергии для систем, в которых главную роль играют тепловые процессы [9].

Энергетическая эквивалентность теплоты и работы, т. е. возможность измерения их количеств в одних и тех же единицах (и, тем самым, возможность их сравнения), была доказана Ю. Р. Майером в 1842 г. и Дж. Джоулем в 1843 г. Первое начало термодинамики было сформулировано Майером, а затем в более ясной форме Г. Гельмгольцем в 1847 г. Запрещая вечный двигатель 1-го рода, 1НТ не исключает возможности создания такой машины непрерывного действия, которая была бы способна превращать в полезную работу практически всю подводимую к ней теплоту, так называемый, вечный двигатель 2-го рода (ВД2) [9].

Весь опыт по конструированию тепловых машин, имевшийся в начале XIX в., однако, указывал на то, что КПД всегда меньше единицы, поскольку часть теплоты неизбежно рассеивается в окружающую среду.

Впервые запрет, эквивалентный запрету «ВД2 невозможен», ввел В. Томсон в 1850 г. в виде следующей аксиомы: «Невозможно при помощи неодушевленного материального агента получить от какой-либо массы вещества механическую работу путем охлаждения ее ниже температуры самого холодного из окружающих предметов» [43]. С той же целью Р. Клаузиус ввел следующую аксиому: «Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более теплому» [43].

В. Томсон и Р. Клаузиус построили доказательство методом «от противного». Они показали, что предположение о зависимости максимальной работы идеальной тепловой машины от рода рабочего тела ведет к противоречию с предложенными ими аксиомами. Ни В. Томсон, ни Р. Клаузиус не проводили никаких экспериментов с целью проверки указанных аксиом [43].

Несмотря на качественный характер утверждения 2НТ, оно приводит к существенным количественным следствиям: например, позволяет определить максимально возможный КПД тепловой машины. КПД отражает всего лишь ту относительную долю энергии, которая используется в поставленной прикладной цели [9].

Однако особенно впечатляющим выводом из 2НТ оказалась тепловая смерть Вселенной (ТСВ) [9]. В основе этого прогноза лежало понятие энтропии, введенное в термодинамику Клаузиусом в 1865 г.

Энтропия – один из термодинамических потенциалов энергии – функция состояния термодинамической системы. Предполагаемое численное значение энтропии – мера беспорядка в замкнутой системе [32], состоящей из многих элементов с неразличимыми индивидуальностями [91]. Второе начало гласит:

- невозможен переход тепла от менее нагретого тела к более нагретому;
- коэффициент полезного действия в преобразованиях энергии в замкнутой термодинамической системе не может достигать единицы, «запрещая» тем самым вечные двигатели второго рода;
- для любой квазиравновесной термодинамической системы существует однозначная функция термодинамического состояния, названная энтропией S, – такая, что ее полный дифференциал выражается эмпирической формулой [32]

$$dS = \frac{dQ}{T}, \tag{3.1}$$

где dQ – переданное системе количество теплоты; T – абсолютная температура системы, °К.

Переход этой системы из состояния 1 в состояние 2 отображается интегралом:

$$\Delta S_{1\to 2} = S_2 - S_1 = \int\limits_{1\to 2} \frac{dQ}{T}. \qquad (3.2)$$

При этом энтропия изолированной системы не может уменьшаться: закон неубывания энтропии – фундаментальный закон природы [32, 91].

Неубывание энтропии при совершении тепловой машиной термодинамического цикла означает безвозвратное рассеивание (диссипацию) энергии в среду и космос, а также постепенное выравнивание энергетического фона функционирования машин, в том числе и живых существ (как разновидности машин). Это выравнивание будет приводить к выводу из среды и космоса холодных тел, на базе которых можно осуществлять термодинамический цикл. Таков смысл тепловой смерти Вселенной.

Своеобразным ответом на вызов «о неизбежной тепловой смерти Вселенной» явилось возникновение в конце XIX в. неформальной школы русского космизма, которая бросила вызов всеобщности 2НТ Клаузиуса [63].

Одним из первых, кто высказал в 1889 г. сомнение в тепловой смерти Вселенной, был О. И. Ярковский (1889 г.) [160].

Об ущербности цикла Карно говорит тот факт, что он не учитывает время совершения рабочего цикла машины (параметр, весьма важный для открытых систем). Действительно, образно говоря, при построении диаграммы на листе бумаге пером строится график, на котором по оси абсцисс отмечается угол поворота вала машины φ, а по оси ординат вычерчивается давление P. По завершении цикла перо возвращается в первоначальное положение (P_0, φ_0). То есть цикл машины на плоском листе бумаги представляется как «замкнутый». Однако перо позиционируется в одной и той же точке плоскости (P_0, φ_0) в два разных момента времени, а именно: в момент начала T_0 и в момент конца $T_к$ цикла. Фигура получается замкнутой – но если только пренебречь ходом времени течения процесса [63, 66] (т. е. проигнорировать ось аппликат T). С учетом хода времени реализуется пространственная трехмерная траектория процесса, представленная на рис. 3.1 [66].

Аксиоматика термодинамики Каратеодори [108] неверна, поскольку теорема Пфаффа [220, 221], на которую Каратеодори опирался, имеет условием отсутствие разрывов во времени между началом и концом цикла (т. е. цикл не замыкается адиабатным путем [91]). Отсюда следует отсутствие математического доказательства 2НТ [63].

В современной физике нет математического доказательства 2НТ, поскольку закон природы не доказывается, а открывается как свойство реального мира. Такими свойствами являются естественные процессы рассеивания и накопления свободной энергии [64].

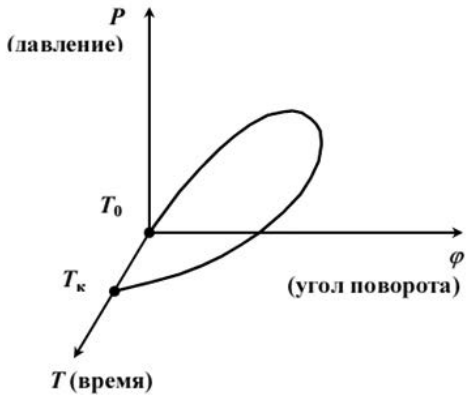


Рис. 3.1. Диаграмма цикла Карно с учетом текущего времени [66]

Против абсолютизации 2НТ выступали многие известные ученые: Ч. Дарвин, Дж. Максвелл, К. Э. Циолковский, В. В. Вернадский, Л. Сциллард, П. К. Ощепков и многие другие. Все они считали, что, кроме рассмотренной С. Карно и канонизированной классической физикой и термодинамикой модели неполного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику, природой не запрещена модель полного преобразования тепла в любой другой вид энергии без передачи тепла холодильнику. Как мысленные эксперименты, так и экспериментально проверенные и запатентованные опытные образцы нормально функционируют по модели полного преобразования тепла в другие виды энергии в среде с постоянной температурой, вопреки принципу Карно и канонам классической физики и термодинамики, являясь, по существу, опытными образцами ВД2. Этот парадокс разрешается тем, что классическая физика и термодинамика необоснованно возвели в принцип и канонизировали выводы Карно, полученные для ограниченной модели неполного преобразования тепла в работу с частичной передачей тепла холодильнику [99, 118].

В 1866 г. Дж. К. Максвелл вывел связь между стационарным состоянием газа в поле тяжести и 2НТ. Максвелл показал (на основе абстрактного эксперимента с моделью «демона Максвелла, сортирующего частицы»), что для того, чтобы 2НТ было справедливым для макроскопических систем, необходимо, чтобы в стационарном состоянии в поле тяжести температура была постоянной (не зависела от высоты) для всех веществ. Однако это не так. 2НТ справедливо лишь для макроскопических тел и неприменимо в макромире [99].

Позже К. Э. Циолковский пришел к выводу о зависимости температуры газа, находящегося в поле тяжести, от разности значений высоты столба газа. Он показал, что в газе в стационарном состоянии в поле тяжести

любой конечной разности высот ΔH соответствует вполне определенная разность температур ΔТ, а отношение этой разности температур к разности высот $\Delta T / \Delta H \neq 0$. Таким образом, в поле тяжести стационарный вертикальный температурный градиент отличен от нуля (так, для воздуха атмосферы он равен 14 К/км [142]).

Разность температур между слоями столба воздуха (да еще при разности давлений) можно использовать, например, для получения электрической энергии. Если столб газа находится в тепловом контакте с окружающей средой, то электрический ток термопары будет поддерживаться только за счет охлаждения окружающей среды. А это не что иное, как ВД2 [142].

Циолковский указал, что и в макромире 2НТ имеет ограничения в применении этого начала. Например, ограничения могут вступать в силу при моделировании и реализации рабочих процессов в поле тяжести (т. е. условиях гравитации). Особенности проявления «молекулярных сил» также могут приводить к ограничениям второго начала [142].

По мнению П. К. Ощепкова [100], Циолковский сделал величайшее открытие в области термодинамики, показав, что 2НТ не является абсолютным законом природы. Реализация открытия Циолковского знаменует начало эпохи бестопливной энергетики (БТЭ) [99], в том числе транспортной.

Ощепков (подвижник бестопливной энергетики, основатель Международной академии энергетических инверсий (МАЭНИН)), писал: «Есть ученые, которые утверждают, что идея естественного круговорота энергии в природе противоречит закону термодинамики. Это не так. Второй закон термодинамики, оправдавший себя в тысячах случаев – безусловно правильный закон для любой замкнутой системы. Но в реальном мире абсолютно замкнутых систем нет. Мир бесконечен во времени и пространстве, и взаимодействие между материальными субстанциями происходит по более сложным законам, чем 2НТ» [134].

Ощепков также отмечал, что С. Карно ставил своей целью не только отыскание более экономичных процессов в паровых машинах, но и открытие законов обратимости. Однако такие взгляды Карно не укладывались в рамки развиваемых Клаузиусом энтропийных представлений. И это было одной из главных причин того, что не всем работам Карно было воздано должное. Методологически смысловая разница между взглядами этих двух ученых состоит в том, что Карно не экстраполировал (и не предполагал экстраполировать) установленную им закономерность на все явления природы, а Клаузиус, наоборот, свой энтропийный подход сделал всеобъемлющим [100].

Выше уже приводилась формулировка второго начала термодинамики, данная Клаузиусом: «Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более горячему» [43]. Формулировка той же закономерности, озвученная Карно, гласит так: «Тепло не может переходить от холодного тела к теплому *без затраты работы*» [100]. Это не одно и то

же. По Клаузиусу, все тела, предоставленные самим себе, стремятся к равновесию, к «тепловой смерти». Из формулировки Карно никак не следует, что переход тепла от холодного тела к теплому принципиально невозможен; в ней утверждается только то, что такие процессы сопровождаются затратой работы, т. е. затратой энергии [100].

А. Д. Суханов в работе [116], рассматривая четыре проблемы термодинамики, заявляет, что в природе изолированные системы отсутствуют. Сегодняшний уровень знаний позволяет использовать термодинамический язык для описания открытых квантовых систем (ОКС). Появилась возможность обобщения термодинамических понятий и начал на ОКС.

Ошибочность представлений Клаузиуса состоит не в том, что он установил понятие замкнутой системы, а в том, что он бездоказательно экстраполировал 2НТ на всю Вселенную, которая, как известно, не является замкнутой системой и, следовательно, не подчиняется данному закону. Именно в этом смысле и состоит ошибочность постулата Клаузиуса. «Наблюдая неограниченно долго бесконечно большую систему, мы обязательно будем встречать в ней как возрастание энтропии, так и уменьшение ее, как рассеяние энергии, так и концентрацию ее» [100] – утверждал Ощепков.

Выводы Карно и второе начало термодинамики справедливы лишь при условиях сформулированной им (и поддержанной его последователями) теоремы. При нарушении же этих условий имеет место более общий случай, для которого ни выводы Карно, ни 2НТ не применимы. При наличии потенциальных полей (как в исследовании Циолковского), или при использовании рабочего тела с переменной концентрацией молекул (вызываемой химическими реакциями либо фазовыми переходами – например, в тепловых насосах), или при использовании высокочастотного резонанса открывается возможность создания **монотермического двигателя**, преобразующего энергию в работу (или другой вид энергии) с коэффициентом преобразования, равным единице и более. И это не охватывается теоремой Карно. В таком случае все построения Карно и второе начало термодинамики представляют собой частный случай в составе более общего случая [99].

Отметим появление в этом тезисе понятия «монотермический двигатель».

Безусловно, выводы Карно и второе начало термодинамики были необходимым этапом в познании природы вещей и в становлении основ топливной энергетики. Но их абсолютизация является тормозом при переходе в век бестопливной энергетики [99, 111].

Мысленные эксперименты Максвелла, Циолковского, Сцилларда, натурные эксперименты А. И. Вейника [26] и других показали, что принцип Карно не является всеобщим, и что возможен монотермический двигатель, действующий вопреки принципу Карно [99].

В противоположность широко распространенному понятию рассеяния, диссипации энергии (с ростом энтропии), опять же вопреки принципу Карно и 2НТ, следует рассматривать существование в природе и концентрации энергии (со снижением энтропии – негэнтропии) [99, 100]. Наиболее глубокие исследования этой проблемы провел А. И. Вейник [26].

П. К. Ощепков, организовав в 1967 г. Общественный институт энергетической инверсии (ЭНИН) [87], руководящей идеей провозгласил тезис: «Энергию нельзя уничтожить, ее можно рассеять; энергию нельзя создать, ее можно собрать!» [99, 100].

Кстати, и по сей день нет ни прибора для измерения энтропии, ни способа ее расчета; довольствуются лишь разностью $S = S_2 - S_1$ (см. формулу (3.2)) [40].

Ощепков утверждал, что суть концентрации энергии состоит в преобразовании «тепловой энергии окружающего пространства без перепада температур» [40].

В неопубликованной книге «700 лет великого спора» Ощепков отметил, что «на протяжении веков лучшие умы человечества не раз возвращались к этой идее прямого использования окружающей нас рассеянной энергии» [87].

Циолковский говорил, что «только невежество заставляет нас пользоваться ископаемым топливом» [100].

Новой наукой об энергии, о преобразовании тепла в другие виды энергии, более полно и точно отражающей объективную реальность, чем термодинамики, должна стать **монотермия.** Ее парадигма только зарождается. Полный переход науки (и практики) к монотермии станет возможным, однако, после признания научным сообществом частности второго начала термодинамики и четкого профилирования границ его применимости [100].

Монотермия утверждает несправедливость термодинамики в определенной среде, но не опровергает твердо установленных термодинамикой положений, указывая лишь на ограниченную область их применимости [100].

Термодинамика рассматривает лишь способ преобразования тепла в любой другой вид энергии при наличии холодильника. Но существуют и другие способы преобразования тепла – без холодильника: с использованием промежуточного теплового резервуара; с использованием фазового перехода рабочего тела; сверхвысокочастотный резонанс и т. д. (возможно, существуют и еще не открытые способы). Во всех случаях монотермия включает термодинамику как частный случай при наличии холодильника в схеме преобразования тепла, т. е. монотермия переходит в термодинамику в тех условиях, для которых последняя была установлена (например, в каких-либо комбинированных схемах) [100].

Второе начало не доказывается в рамках термодинамики, но в нем реализована методологическая потребность физики XIX в., продиктованная

разрозненными знаниями о вещественном мире, нуждавшимся в продолжении систематизации, начавшейся в разделении философии, а теперь естествознания, на отдельные отраслевые науки. 2НТ представляет собой философскую основу теоретической физики, созданной путем обобщения опытных фактов, наблюдаемых в природе и полученных в экспериментах, как итог изучения процессов преобразования различных форм и проявлений энергии, в концепции одного ее вида, а именно – только сконденсированной энергии [32].

Термодинамика XIX–XX вв. изучает только сконденсированные формы энергии. До середины XX в. второе начало играло в естествознании прогрессивную роль. Считается, что на его основе были созданы теория информации, приведшая к созданию технических систем управления энергетическими процессами в промышленности, а также статистическая физика. Но на самом деле это создание зиждется на основе ряда физических законов, феноменологически открытых известными учеными.

С течением времени усилиями ряда ученых (Винера, Шеннона, Эшби) энтропии Клаузиуса было дано статистическое, а затем информационное толкование; то и другое к теплоте уже отношения не имело. В науку было введено понятие *отрицательной энтропии* (*негэнтропии*), соответствующей антидиссипации, антидиссипативным процессам [151, 168]. А. И. Вейник [26] показал, что отрицательная энтропия в природе распространена столь же широко, как и положительная. В «гипотетических иллюстрационных экспериментах» он показал условия нарушений третьего закона Ньютона, закона сохранения количества движения и законов сохранения других форм «сконденсированной энергии» [32].

Если в границах 2НТ тепловая энергия лишь рассеивается или сохраняется, то за этими границами она способна еще и самоконцентрироваться. На Земле, в окружающем нас мире, преобладают процессы рассеяния, нередко (но не всегда) маскируя процессы самоконцентрации. Космос же, напротив, бессчетностью галактик и звезд и их зарождением демонстрирует преобладание самоконцентрации над рассеянием [82, 140].

Монотермия – недостающий пока раздел термодинамики, призванный описывать как раз процессы самоконцентрации тепловой энергии, – уже имеет свои законы. Два из них уже сформулированы академиком МАЭНИН В. И. Лихачевым в виде рекомендаций [82].

Закон № 1: чтобы создать ВД2, т. е. негэнтропийный цикл, нужен хотя бы один негэнтропийный процесс – процесс, обеспечивающий создание негэнтропии, то есть некомпенсированное убывание энтропии.

Закон № 2: суммарная негэнтропия цикла должна превышать рост его энтропии.

Негэнтропийных процессов в настоящее время известно немного. Это ассимметрирующие теплопроводность поля внешних сил, в том числе гра-

витационные и центробежные; некоторые химические процессы; испарение-конденсация жидкостей на криволинейных поверхностях; метастабильные состояния; антистоксовая люминесценция.

«Непререкаемый научный авторитет Больцмана, дополненный остроумной выходкой Освальда, прилепившего к гипотетическому тогда монотермическому двигателю (двигателю, работающему без исходного перепада температур) ярлык «вечного двигателя второго рода» (ВД2), и привел к вековому застою термодинамики как науки. Научная состоятельность проблемы создания ВД2 ныне бесспорна» – отметил В. И. Лихачев в работе [82].

3.2. Открытые системы. Поток энергии. Обобщенная машина

3.2.1. Инварианты закрытых и открытых систем

Как было обозначено в главе 2, *LT*-система представляет собой иерархию вложенных понятий. Величиной, объединяющей всю совокупность физических величин, является мощность. Все другие физические величины можно представить составными элементами мощности, которые могут быть выражены посредством нее [144–146].

В системе $L^R T^S$ энергия имеет размерность L^5T^{-4}, а мощность – L^5T^{-5} (см. рис. 2.10–2.12). Если основным свойством энергии является *способность совершать работу*, то для мощности это будет *работоспособность в единицу времени*. Отличие этих свойств определяет качественное различие методологических основ исследований, привлекающих данные понятия. Если энергия является инвариантом закрытых систем, то мощность – инвариантом открытых систем [65].

3.2.2. Свободная и связная энергия

Разделяют понятия *полной*, *свободной* и *связной* энергии. Полная энергия *E* системы является суммой двух своих частей (на уровне T^{-4} *LT*-системы Бартини) [66]:

$$E = B + A\,[L^5T^{-4}], \tag{3.3}$$

где *B* – свободная (превратимая) энергия; *A* – связная (непревратимая) энергия.

Это можно представить в виде рис. 3.2. Точка 2, разделяющая фазы энергии, может перемещаться (плавать) – в соответствии с качеством процесса энерговыделения [66].

Рис. 3.2. Фазовое пространство энергии [66]

3.2.3. Полезная мощность и мощность потерь

Полная мощность системы N равна сумме полезной мощности P и мощности потерь G (эта сумма аналогична выражению для полной энергии (3.3), но уже на другом уровне T^{-5} LT-системы Бартини) [65]:

$$N = P + G\,[L^5T^{-5}]. \tag{3.4}$$

Мощность и энергия по размерности различаются на величину производной по времени. То есть

$$N = E',\ P = B',\ G = A'. \tag{3.5}$$

3.2.4. Внешнее сходство и внутренне различие полной энергии и полной мощности и их составных частей

Внешнее сходство структуры выражений (3.3) и (3.4) может привести к заблуждению, что, дескать, «развесовка» связной и свободной энергии в составе полной энергии (см. (3.3) и рис. 3.2) остается количественно той же для полезной мощности и мощности потерь численной реализации выражения (3.4). Но это не так: количественное изменение *полной мощности* и развесовки ее составных частей отличается от количественного изменения *полной энергии* и развесовки ее составных частей. И это определяется различием физической сущности понятий энергии и мощности, а именно: энергия является свойством объекта, а мощность – свойством потока (в том числе и потока энергии). Поскольку в цикле Карно временной фактор отсутствует (см. рис 3.1), то машиной Карно не охватить потоковые явления с их мощностной сущностью, присущей открытым системам.

3.2.5. Поток свободной энергии

В 1930 г. Г. Крон в работе «Общая теория электрических машин» [209] ввел понятие «поток свободной энергии» и определил «машину» как устройство, через которое поток свободной энергии идет от источника

«к нагрузке»: «Поток свободной энергии оценивается понятием “мощность”. Мощность обобщает понятие “энергия в рабочем цикле” до понятия “число циклов в единицу времени, умноженное на энергию в рабочем цикле”. Это новое понятие представляет динамику рабочего процесса системы и охватывает также все “непрерывные”, “нециклические” рабочие процессы» [65, 66] (чего не охватывает машина Карно).

3.2.6. Обобщенная машина как «канал», соединяющий источник мощности с нагрузкой

Понятие «обобщенная машина» (по Г. Крону) означает, что система совершает внешнюю работу, т. е. ее энергия переходит от источника (в том числе находящегося во внешней среде) к нагрузке (включающей, помимо прочего, преодоление сопротивления внешней среды движению машины) (рис. 3.3 [66, 209]).

Рис. 3.3. «Обобщенная» машина как «канал», соединяющий источник мощности с нагрузкой [66, 209]

Введенное Г. Кроном понятие *клапан* следует использовать в системах управления открытых систем.

Возможности применения понятия «обобщенной машины» и управления с использованием принципа фазовых соотношений между состояниями двух представленных клапанов мы коснемся в главе 4 при рассмотрении квантового двигателя (по своей сути, открытой системы).

Здесь же укажем, что более детализированный базис выкладок этого подраздела 3.1, составленный по работам Г. Крона [209], Б. Е. Большакова, О. Л. Кузнецова [65, 66] и И. П. Базарова [13], помещен в Приложение.

3.3. Теории эфира и физического вакуума

История развития теорий эфира и приход к теории физического вакуума богата и отражает непрестанную работу научной мысли, борьбу идей и школ, вызревание все более совершенных концепций. Хотя бы краткое

прослеживание этой истории поможет лучше понять готовность современной физики к разработке и внедрению концепций бестопливной энергетики (БТЭ), в том числе транспортной БТЭ. Разумеется, в данном обзоре мы будем опираться на опыт ведущих физиков мира.

Сведения о зарождении понятия «эфир» мы позаимствуем у автора «Суперсилы» Пола Дэвиса [33].

Две с половиной тысячи лет назад греческие философы заложили основы понимания природы материи. Фалес считал первоосновой всех вещей один первичный элемент – воду. Позднее мыслители ввели в рассмотрение четыре земных элемента: землю, воздух, огонь и воду. Небесным телам отводилась пятая субстанция, называемая эфиром, или квинтэссенцией [33].

Анаксагор (V в. до н. э.) ввел представление о бесконечной Вселенной, заполненной бесконечным множеством частиц, или «атомов». Левкипп внес свою лепту в развитие атомной теории материи [33].

На протяжении столетий атомная теория материи имела чисто умозрительный характер. Дальтон привел свидетельства в пользу того, что атомы имеют различные веса и, комбинируясь в определенных пропорциях, образуют соединения. В конце XIX в., с открытием электрона и радиоактивности, существование атомов стало наконец общепризнанным [33].

Рене Декарт (начало XVII в.) поставил вопрос о существовании материи, сплошь заполняющей всё пространство и ответственной за перенос световых волн. Он пытался отыскать внутренний механизм физических явлений [10].

В трудах крупных ученых XVII–XIX вв. понятие физического эфира обретало разную интерпретацию – сообразно их взглядам и развитию физики в целом.

Ньютон понимал, что закон всемирного тяготения будет иметь смысл, только если пространство обладает физической реальностью, т. е. представляет собой среду, обладающую физическими свойствами. Он писал: «Мысль о том... чтобы одно тело могло воздействовать на другое через пустоту на расстоянии, без участия чего-то такого, что переносило бы действие и силу от одного тела к другому, – представляется нелепой» [147].

Ньютон сформировал закон всемирного тяготения. Он много сил положил на то, чтобы найти физические причины тяготения, и пытался привлечь для этой цели эфир – среду, заполняющую все мировое пространство [10].

М. В. Ломоносов отвергал все специфические виды материи – теплоту, свет, признавая лишь эфир, с помощью которого он объяснял и тяготение как результат «подталкивания» планет частицами эфира за счет разности давлений [10].

Фарадей, уверенный в существовании мирового эфира, представлял его как совокупность неких силовых линий [10].

Максвелл в своих работах делает вывод о распространении возмущений от точки к точке в мировом эфире. Он считает, что если энергия передается от одного тела к другому не мгновенно, а за конечное время, то должна существовать среда, в которой она временно пребывает, уже оставив первое тело, но еще не достигнув второго [10].

Г. Лоренц, Дж. Фицджеральд, А. Пуанкаре (1890-е гг.) – все они развивали электродинамическую модель эфира, эфирного ветра [10].

Ч. Бертон (1909) сформулировал пульсационные полевые теории эфира. К. Пирсон и Дж. А. Шотт (на стыке XIX и XX вв.) выдвинули стоковые (струйные) модели эфира [159].

К. Э. Циолковский (начало XX в.) утверждал, что эфир материален [143].

Д. И. Менделеев (1902 г.) охарактеризовал эфир как газ ньютоний нулевой группы Периодической таблицы [90]. Этот вопрос имеет непосредственное отношение к осмыслению Менделеевым физических причин периодичности. Поскольку свойства элементов пребывают в периодической зависимости от атомных весов, он предполагал использовать эти закономерности для решения проблемы выявления химических свойств эфира. В одной из своих гипотез Менделеев руководствовался тем, что специфическим состоянием сильно разреженных газов воздуха мог оказаться «эфир» или некий неизвестный инертный газ с очень малым весом, т. е. наилегчайший химический элемент. Менделеев включает в Периодическую таблицу нулевую группу, оставляя место для более легких, чем водород, элементов. По мнению Менделеева, группа инертных газов могла быть дополнена коронием и легчайшим, пока неизвестным элементом, названным им ньютонием, который и составляет мировой эфир [10].

В. И. Вернадский утверждал, что пустоты не существует, что вакуум отнюдь не лишен всякого вещества, а представляет собой активную область предельно насыщенной энергии [23].

Никола Тесла считал эфир универсальной передающей средой, которая заполняет весь космос. Эфир представляется Теслой «динамичным» относительно Земли. Эфир, обычно электрически нейтральный, сверхтонкий, проникает через все твердое вещество [69]. Есть также суперлюминал – вездесущее корпускулярное излучение, обычно находящееся в равновесии и являющееся основой солнечных лучей. Вместе с основными солнечными лучами эфир – источник всего гравитационного вещества [69].

Хотя приведенные тезисы не были подтверждены в ходе лабораторных исследований, предпринятых Теслой, 1000 изобретений и 800 патентов, оформленных им на базе энерговыделения из эфира, заставляют искать унесенные им секреты взаимодействия с эфиром [69].

А. Эйнштейном в специальной теории относительности (СТО) (1905 г.) был произведен отказ от эфира: электромагнитное поле стало рассматри-

ваться не как энергетический процесс в эфире, а как самостоятельный физический объект; дискретная, квантовая природа электромагнитного поля оказалась несовместимой с гипотезой непрерывного эфира [9].

Однако позже – после создания общей теории относительности (ОТО) в 1915 г. – Эйнштейн предложил возобновить применение термина «эфир», изменив его смысл, понимая под эфиром физическое пространство ОТО. Эйнштейн предложил называть эфиром физическое пространство, чтобы подчеркнуть, что оно имеет не только геометрические, но и физические атрибуты [9]. После публикации работ по ОТО Эйнштейн неоднократно возвращался к понятию «эфира» и считал, что «мы не можем в теоретической физике обойтись без эфира, то есть континуума, наделенного физическими свойствами» [152].

Однако большинство физиков предпочло не возвращаться к использованию ранее упраздненного Эйнштейном термина «эфир». С тех пор (и особенно с 1930 г., после работы П. Дирака [35, 179]) большинство физиков стало применять к космической среде термин «физический вакуум» – как континуум, наделенный некой структурой и физическими свойствами [147].

Следует заметить, что и в настоящее время отдельные ученые используют термин «эфир», уходя от понятия «физический вакуум» (см., например, работы В. А. Ацюковского [9], А. В. Фролова [134, 135]). Однако «эфир» в современных теориях представляет собой новую интерпретацию всепроникающего мирового эфира, ничего не имеющего общего с тем, который фигурировал в физических теориях прошлых веков – благодаря как раз тому, что теперь он был наделен структурой и свойствами. Последнее, по нашему мнению, сводит на нет разницу между понятиями «эфир» и «физический вакуум» – во всяком случае, в сфере инженерной деятельности, которую мы вскоре затронем.

ОТО Эйнштейна хорошо объясняла геометрическую структуру мирового пространства. Но сказать, каким именно материалом заполнена эта структура, она не могла [156].

По-новому взглянуть на вакуум сумел в 1929–1931 гг. Поль Дирак [35, 117, 179]. Решая задачу о движении одиночного электрона в пространстве, свободном от каких-либо других частиц, полей и сил, он получил для энергии электрона два значения: положительное и отрицательное. С положительной энергией в то время было всё ясно, но что́ означает отрицательная энергия? Каков ее физический смысл? Быть может, второе решение принадлежит некоему зеркальному двойнику электрона, предположил Дирак. Что если вакуум вовсе не пуст, а, наоборот, заполнен до отказа электронами с отрицательными энергиями? Получается нечто вроде бесконечно глубокой ямы с бесчисленным множеством ячеек, в каждой из которых сидит по электрону. Выпрыгнуть из этой ямы электрон может, лишь получив достаточную для этого энергию – тем бóльшую, чем глубже он сидит. Когда

это все-таки происходит, электрон оказывается в реальном мире – а в вакууме, в том месте, где он сидел, образуется дырка. В этой точке возникает положительный заряд, равный по величине заряду электрона, и дырка эта – самая настоящая частица, ничуть не менее реальная, чем электрон. Так был предсказан позитрон [156].

Работы П. Дирака имеют принципиальное значение для решения проблем вакуума. Теория Дирака открыла путь к преобразованиям вакуума, в которых прежнее «ничто» обращалось бы во множество пар «частица – античастица». Вакуум у Дирака представляет собой море электронов с отрицательной энергией, формирующей однородный фон, не влияющий на прохождение в нем электромагнитных процессов [147].

В квантовой теории поля идея Дирака о «море» электронов претерпела эволюцию. В конечном счете было введено принципиально новое понятие – физический вакуум, качественно отличное от понятия «пустота». Вакуум наполнен виртуальными парами: электронами и позитронами, виртуальными фотонами и фундаментальными квантами других типов. На рис. 3.4 представлена одна из первых графических моделей «моря Дирака» [117].

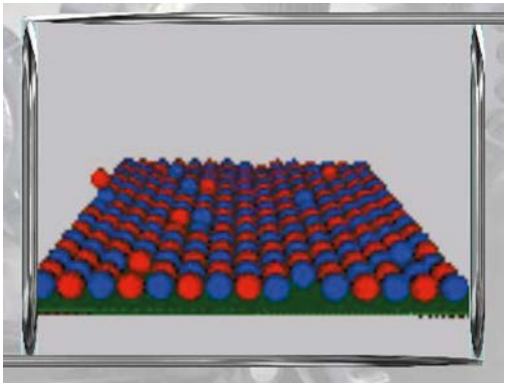


Рис. 3.4. Море Дирака – «кипящий бульон» [117]

Оригинальную модель абсолютного вакуума сформировал А. И. Вейник: он назвал этот вакуум пареном. Парен есть не что иное, как абсолютный вакуум, рассматриваемый как неисчерпаемый источник вещества [26].

Парен сочетает в себе богатый набор экзотических свойств: он не имеет энергии, но обладает неограниченными запасами вещества; это абсолютно твердое тело и одновременно идеальная текучая жидкость без трения; он является абсолютной точкой отсчета всех энергий и интенсиалов, скоростей и расстояний (кстати, хорошо представимых на полотне *LT*-таблицы Бартини). Все эти свойства удалось установить благодаря тому,

что А. И. Вейник поднялся на следующую ступень осмысления эволюционного развития вещества и взглянул на парен с этой новой позиции (как бы из северо-восточного угла *LT*-таблицы Бартини). На практике перечисленные свойства могут быть обнаружены, если поставить парен в подходящие для каждого случая условия.

Парен – это не пустота и не ничто, как думали во времена Торричелли. Парен – это целый мир, заполненный утратившим активность веществом. В каком-то смысле парен есть модификация всепроникающего мирового эфира, причем данный эфир не имеет ничего общего с тем, который фигурировал в физических теориях XIX и первой половины XX в.; об этом можно судить, сравнив свойства парена и «прежнего» эфира. Парен представляет собой как бы первозданный кисель, или праматерию, о которой много говорили древние ученые. Он обладает удивительными свойствами, и ОТО создает реальные предпосылки для их глубокого качественного и количественного изучения [26].

Существенный вклад в развитие науки о строении мира конца XX в. внесла книга Пола Девиса «Суперсила» (Superforce) [33, 177]. Как бы подытоживая завоевания физической науки к последней четверти столетия, Дэвис дает направление движения физики на ближайшие десятилетия.

В 1915 г. Эйнштейн обобщил теорию относительности, которая предсказывала возможное сжатие и растяжение пространства в зависимости от движения наблюдателя, включив в нее гравитационные явления. Согласно общей теории относительности гравитация представляет собой геометрию пустого пространства и времени. Гравитация – это *искривленное* пространство-время. Пространство может не только растягиваться и сжиматься, но и изгибаться и скручиваться. Именно такими деформациями пространства объясняется, согласно теории Эйнштейна, гравитация [33] (коснемся этого в подразделе 4.1).

Завершим предпринятый обзор (небесполезный для дальнейшего рассмотрения и построения концепций бестопливной энергетики транспорта) мыслями о физическом вакууме Шипова Геннадия Ивановича – основателя и руководителя научной школы физического вакуума и альтернативной энергетики, автора сотен работ по проблемам теории и практики этой сферы науки.

На сегодняшнем этапе развития физики, констатирует Г. И. Шипов [149], физический вакуум заменил собой понятие «эфир», но важное отличие между первым и вторым состоит в том, что вакуум в рамках современной квантовой теории обладает энергией вакуумных флуктуаций, которая *теоретически бесконечна.* Большинство физиков-теоретиков, на базе экспериментальных проявлений энергии физического вакуума, уверено, что эта энергия реально существует. Прямым доказательством этого являются известные эксперименты, такие как эффект Казимира [173].

Физический вакуум «пронизывает» все физические системы, делая любую физическую систему (при определенных условиях) открытой, обмениваясь с ней энергией.

Успешное, на наш взгляд, конструктивное моделирование физического вакуума Дирака, воплощение идей единого поля Эйнштейна и теории Великого объединения (ВОТ) Дэвиса, затронутых выше, удалось российскому ученому Леонову Владимиру Семеновичу (см. подраздел 4.1).

Здесь же затронем еще аспект оценки эффективности использования энергии физического вакуума. Спорность оценок КПД «устройств – нарушителей 2НТ» стала возникать с появлением этих устройств в качестве объектов ученых споров между их создателями и классическими учеными-термодинамиками. Понятие «КПД» было сформулировано для замкнутых систем, для которых всегда выполняется соотношение КПД < 1. Поэтому для систем, взаимодействующих с физическим вакуумом (а это открытые системы), необходимо говорить о коэффициенте преобразования (КП). КП может быть больше единицы [149].

Обозначенный КП является уже понятием представленной выше научной дисциплины «монотермия», допускающей, помимо утилизации активного вещества (в частности, сгораемого топлива), также (или в основном) использование энергии окружающей среды и физического вакуума.

Впервые генератор энергии вакуума с КП > 1 был изобретен в 1931 г. Николой Тесла [127].

Генератор Н. Тесла – не единственный «сверхъединичный» (т. е. с КП > 1) генератор электромагнитной энергии. В мире известны «сверхъединичные» устройства Д. Серла [229], Р. Шойера [228], П. Баумана, Д. Бедини, Ф. Свита, С. Марка, Д. Смита, Т. Капанадзе, В. С. Леонова и других изобретателей. В отличие от генератора Н. Тесла, генератор Капанадзе, например, запускается батарейкой «Крона», которая затем отключается – и дальнейшая работа осуществляется только за счет энергии физического вакуума [147–149]. Устройства В. С. Леонова подробнее рассмотрим в главе 4.

3.4. Безопасность и социальные факторы бестопливной энергетики

3.4.1. Опасность электромагнитных излучений

Специалисты, занимающиеся вопросами электромагнетизма, отмечают, что на сегодняшний день физический механизм воздействия электромагнитных излучений (в частности, на человека) изучен слабо [131].

Энергопотребление в мире удваивается каждые 10 лет, а электромагнитное излучение (ЭМИ) в энергетике за этот период возрастает в 3 раза.

Суточная мощность радиоизлучения передающих станций за полвека выросла более чем в 50 тыс. раз. Жители крупных городов буквально «купаются» в ЭМИ [131].

Ультранизкие частоты создаются электрифицированным транспортом, линиями электропередач (в том числе кабельными) и трансформаторными подстанциями. Действие таких ЭМИ усугубляется долговременным воздействием, осуществляемым круглосуточно и на протяжении ряда лет, что приводит к передозировке ЭМИ и трагическим последствиям. Светимость Земли в радиодиапазоне превзошла светимость Солнца.

Наиболее опасными вследствие резонанса (более чем стократного увеличения ЭМИ) являются следующие частоты излучений: 0,02; 0,06; 1...3; 5...7; 8...12; 12...31; 40...70; около 400; 1000...1200 Гц. Нет систем организма и органов, которые не были бы подвержены заболеваниям вследствие действия ЭМИ, всегда ведущего к преждевременному старению. Здесь можно дать рекомендацию, чтобы каждый человек, кроме участия в общих организационных мероприятиях на предприятиях, сам прилагал бы усилия к тому, чтобы ограничить и исключить воздействие ЭМИ, непосредственно убирая их источники, предусматривая хорошее заземление, сертифицируя источники ЭМИ и рабочие места и т. п.

Энергоустановки, работающие на свободной энергии окружающего пространства (это пока экзотика), еще не прошли всесторонней проверки (в первую очередь экологических свойств) – таким образом, как, скажем, автомобили и теплогенераторы, подвергаемые многолетней эксплуатации. Например, двигатели и электрогенераторы Серла [229] доказали свою работоспособность еще полвека назад, но к использованию, по всей видимости, не пригодны из-за вредных воздействий на человека и окружающую среду.

В настоящее время в России при организации рабочих мест руководствуются СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 21 июня 2016 г. [115]. В этом стандарте отражены воздействия электромагнитных и магнитных полей на людей и окружающую среду и прописаны ПДУ воздействий в различных амплитудно-частотных и временны*х* диапазонах.

3.4.2. Социальные аспекты перестройки энергетики

Неуклонно, но все быстрее ощущается приближение энергетического кризиса, в основе которого лежит топливная проблема Земли. Эта проблема заключается в исчерпаемости запасов органического и ядерного топлив, а также в отрицательном воздействии традиционной энергетики на природу и людей (вплоть до возможности исчезновения цивилизации).

Перечислим социальные последствия традиционной (и перспективы новой) энергетики по Е. И. Андрееву [2]:

1. *Социальные последствия использования традиционной энергетики* [2]:

1) энергетический голод вследствие уменьшения запасов топлива;

2) природные катастрофы из-за потепления климата;

3) атомные аварии с заражением местности;

4) загрязнение атмосферы с изменением ее газового состава;

5) электромагнитные и радиоизлучения, убивающие живую природу;

6) угроза исчезновения цивилизации;

7) уязвимость централизованной энергетики со стороны террористов и техногенных катастроф.

2. *Социальные перспективы естественной энергетики* [2]:

1) исключение негативных последствий традиционной энергетики;

2) сохранение естественных природных условий;

3) заселение Севера и Антарктиды в связи с перспективной возможностью получения энергии и тепла на месте пребывания;

4) развитие новых, левитационных видов транспорта;

5) появление новых видов информационной связи;

6) излечение болезней энергетическими методами;

7) трансмутация химических элементов, искусственное создание необходимых веществ;

8) преобразование рабочих мест, жилища и одежды;

9) снижение угрозы войн;

10) приближение новой культурной цивилизации;

11) снижение уязвимости децентрализуемой энергетики со стороны террористов и техногенных катастроф.

Деятельность в области развития будущей энергетики, направленной на решение топливной проблемы Земли, должна учитывать все перечисленные факторы.

В литературе, вместе с тем, отмечается [40 и др.], что, несмотря на то, что Тесла работал с гигантскими мощностями, видимых изменений здоровья ни у Теслы, ни у его помощников замечено не было. Тесла дожил до 86 лет и скончался после того, как был сбит автомобилем.

Согласно Н. Е. Заеву [40], бестопливная энергетика, на первый взгляд, представляет благо, так как обещает:

1) изобилие дешевых киловатт-часов, которые будут в 15–20 раз дешевле нынешних;

2) обеспечение средней энерговооруженности жителя до 15 и более кВт, что поднимет производительность труда и уровень благосостояния;

3) безвредность, высокоэкологичность производства электроэнергии;

4) высокую автономность бестопливной электроэнергетики, генерирующей мощности вблизи места потребления;

5) возврат к чистой природе – рекам, лесам, полям – благодаря устранению плотин, высоковольтных линий, шахт и терриконов при них, ТЭЦ и их труб, отвалов золы и т. п.

Становление БТЭ будет сопровождаться интенсивной структурной перестройкой [40]:

1. Транспортная промышленность будет обеспечена на многие годы заказами на производство двигателей, заменяющих ДВС [40].

2. Строительная индустрия будет на многие годы загружена заказами на усадебное и коттеджное строительство. Достоинства БТЭ позволят в любом месте иметь уровень комфорта, не уступающий городскому [40].

3. Радиоэлектронная промышленность освоит производство кэссоров (концентраторов энергии физического вакуума) – заменителей гальванических батарей для бытовой и мобильной радио- и телеаппаратуры [40].

4. Промышленности предстоит освоить массовый выпуск кэссоров унифицированного ряда от 0,5 до 50 кВт – для квартир, усадеб, хуторов, многоквартирных домов, «мотоциклов», электро- и квантомобилей [40].

Тем не менее Н. Е. Заев отмечает и иное: пора становления БТЭ будет отмечена негативными проявлениями [40]. Так, начнется сворачивание топливно-энергетического комплекса и увольнение работников этой сферы; упадет спрос на цветные металлы, что вызовет увольнения в цветной металлургии; станут ненужными дальние линии передач, высоковольтные кабельные сети в городах; электромашиностроение свернет производство из-за спада спроса; начнется спад в моторостроении – дизельные, карбюраторные ДВС будут вытесняться на наземном транспорте квантовыми двигателями [40].

На наш взгляд, перечисленные катаклизмы, вызванные переходом на новый технологический уклад, будут носить временный характер продолжительностью 3–4 десятилетия.

Глава 4. КОНЦЕПЦИИ АВТОМОБИЛЯ С КВАНТОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ – КВАНТОМОБИЛЯ

Успехи физики на пороге XXI в. вплотную подвели человечество к эре квантовой энергетики, нацеленной на использование энергии мирового вакуума. Прорывные теории Паркера [101], Девиса [33], Путхоффа [224], Вейника [26], Никитина [95, 96], Леонова [70–81, 211] и других физиков так или иначе направлены на поиск, открытие и формализацию единого поля, существование которого предвидел Эйнштейн [101]. В раскрытии сущности единого поля находится ключ к овладению способностью черпать энергию из мирового вакуума.

Реализация этого феномена приведет к формированию нового технологического уклада, который охватит и транспорт. И тогда, по всей видимости, на смену ДВС и реактивным двигателям придут квантовые двигатели (КвД). Попробуем проанализировать в общих чертах, какие изменения претерпят конструктивные и эксплуатационные свойства автомобиля с КвД (квантомобиля).

Для начала необходимо хотя бы кратко рассмотреть физические основы квантовой энергетики. Основной вклад в развитие этой бестопливной энергетики, по мнению автора, в настоящее время вносит теория суперобъединения, разработанная российским физиком Владимиром Семеновичем Леоновым [211].

4.1. Концепции теории суперобъединения Леонова В. С.

4.1.1. Предпосылки создания теории суперобъединения

Современная энергетика базируется на фундаментальных знаниях, которые были получены еще в XIX и XX вв., таких как закон электромагнитной индукции Фарадея; уравнения Максвелла; открытие молекулярно-кинетической теории тепла, кванта излучения, структуры атомного ядра и радиоактивности и др. Перечисленные открытия позволили использовать энергию химического топлива и атомного ядра для получения механической и тепловой энергии, с последующим преобразованием последней в электрическую энергию и доставкой энергии потребителю. Однако новейшие достижения физики ([77] и др.) вплотную подвели к реализации качественно нового уровня развития энергетики – квантовой энергетики, которая ляжет в основу нового технологического уклада мирового хозяйства.

Техническая физика XX в. (опираясь на выверенные и освоенные практические результаты и достижения теоретической физики предшествующих десятилетий) рассматривала пространство-время как абсолютную пустоту, не имеющую структуры [78].

Эйнштейн, выдвинув в Общей теории относительности (ОТО) концепцию Единого поля (заменив не имеющий экспериментального подтверждения механистический эфир концепцией четырехмерного пространства-времени как единого поля [150]), не считал пространство абсолютной пустотой. Он полагал, *что «существование пустого пространства должно быть исключено» [101]*.

Эйнштейн мечтал об одной объединяющей теории, которая охватывала бы все физические явления, – Единой теории поля. Но создать такую теорию, объединяющую все физические явления и преодолевающую разрыв между ОТО и квантовой теорией, дающую единое толкование всех полей и их взаимодействий с элементарными частицами, Эйнштейну так и не удалось (хотя на это ушло 30 последних лет его жизни). Другие крупные ученые – Гейзенберг, Эддингтон, Паули [102] – также посвятили десятилетия своей жизни достижению этой, для них недосягаемой, цели. Сложность создания этой теории понятна: ведь для формализации новых знаний не хватило наработок теоретической и экспериментальной физики того времени.

Идея Эйнштейна о полевой структуре пространства-времени как едином поле [101], идея Девиса о существовании «суперсилы», объединяющей во Вселенной всё и вся [33], и идея Путхоффа о колоссальной энергоемкости физического вакуума [224] были комплексно реализованы В. С. Леоновым (рис. 4.1) в теории упругой квантованной среды (УКС) [70, 71] и теории суперобъединения (Theory of Superunification) после открытия им кванта пространства-времени (квантона) [211].

Рис. 4.1. Создатель теории суперобъединения Леонов В. С.

УКС определяет структуру вакуумного пространства, плотно заполненного нулевым элементом (НЭ) Периодической таблицы Менделеева [79]. Этот нулевой элемент Менделеев предвидел, искал и даже включил в первоначальный вариант своей Периодической таблицы, назвав его ньютонием [90]. На этот незримый элемент Менделеев возлагал большие надежды. Он писал: «Задачу тяготения и задачи всей энергетики нельзя представить реально решенными без реального понимания эфира как мировой среды, передающей энергию на расстояния»[90]. Однако поскольку ни автор таблицы, ни кто-либо из его современников не смогли определить, формализовать и доказать существование НЭ, этот гипотетический элемент был выведен из варианта Периодической таблицы, принятого научным сообществом для практического использования.

Нулевой элемент, которого недостает в Периодической таблице (без участия которого, по мнению Менделеева, не могут формироваться остальные элементы), был вызван к жизни снова в 1996 г. Леоновым В. С. [70] (благодаря замене концепции эфира концепцией УКС) и назван им квантоном. (Кстати, в 2017 г. Леоновым поставлен перед научным сообществом вопрос возврата нулевого элемента в Периодическую систему Менделеева [79].)

Далее следует авторская попытка упрощенного (инженерного) представления о концепциях теории суперобъединения, работающих на преодоление гравитации и сил инерции, – в объеме, необходимом для обоснования последующих схемных построений и расчетных исследований автомобиля с квантовым двигателем (КвД) – квантомобиля.

Рис. 4.2. Электромагнитный квадруполь (вид сверху) [75]

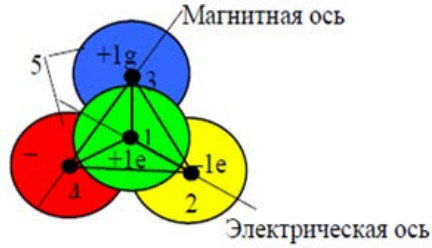


Рис. 4.3. Квантон в проекции (повернут в пространстве) [75]

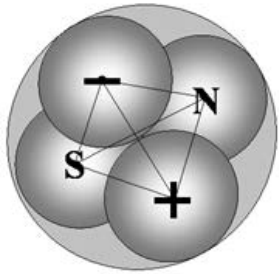


Рис. 4.4. Квантон в сфере [75]

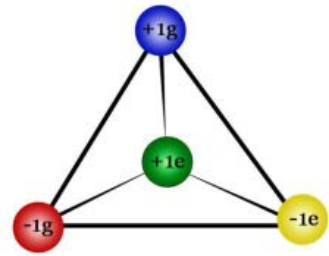


Рис. 4.5. Тетраэдр квантона [75]

4.1.2. Квантовая модель гравитации теории суперобъединения

Теория суперобъединения исследует свойства пространства-времени в диапазоне $10^{-25}…0…10^{25}$ м, от размеров квантона (мельчайшего «кирпичика» материи), до размеров Вселенной, и на сегодняшний день является мощным аналитическим аппаратом исследования материи.

В теории суперобъединения [211] рассматривается процесс квантования эйнштейновского пространства-времени. Процесс квантования – это процесс энергетический, связанный с заполнением объема пространства квантонами. Квантон не является элементарной частицей и имеет сложную структуру, в состав которой входят четыре целых кварка: два электрических (+1*e* и –1*e*) и два магнитных (+1*g* и –1*g*), образующих тетраэдр [133, 134] с двумя ортогональными силовыми осями (диполями): электрической и магнитной. В целом два диполя образуют электромагнитный квадруполь квантона. Названные четыре кварка, входящих в состав квантона, объединяют электричество и магнетизм в виде единой субстанции электромагнетизма, носителем которой является четырехмерное квантованное пространство-время (КПВ) (рис. 4.2–4.5) [75].

Расчетный диаметр квантона составляет порядка 10^{-25} м (на десять порядков меньше классического радиуса электрона). Внутри квантона аккумулируется энергия порядка 10^{-2} Дж [211].

Мировой вакуум (включая и все вещественные объекты-вставки) плотно заполнен подвижными квантонами, в своем множестве представляющими «кипящий бульон» [34–35, 148, 227].

Взаимодействие (притягивание и отталкивание) между квантонами происходит непрерывно, исходя из близости, знака заряда прилегающих кварков соседних квантонов и ориентации осей диполей (рис. 4.6) [150]. Предельная частота колебаний квантона – 4×10^{33} Гц (у гамма-излучения ~10^{23} Гц) [211].

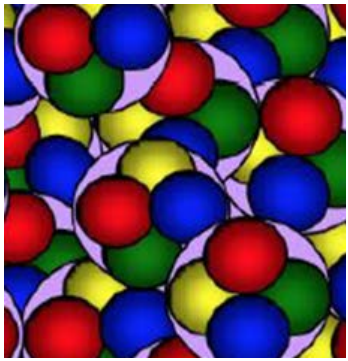


Рис. 4.6. «Бульон» из квантонов – квантованное пространство-время [150]

КПВ в равновесном состоянии есть электромагнитное статическое поле, являющееся носителем сверхсильного электромагнитного взаимодействия (СЭВ) – пятой фундаментальной силы (которую искали Эйнштейн и Дэвис). СЭВ – это то единое поле, объединяющее гравитацию и электромагнетизм, на которое указывал Эйнштейн в ОТО (но не смог, однако, их объединить).

Концентрация квантонов (квантовая плотность среды) в одном кубометре квантованного пространства-времени составляет 10^{75} шт/м^3. Квантованное пространство-время, как носитель СЭВ, обладает колоссальной энергоемкостью, порядка 10^{73} Дж/м^3 [211].

В равновесном состоянии фрагмента КПВ суммарные векторы осевых сил диполей кварков равны нулю в любом направлении (нуль-векторы). Появление во фрагменте вещественного объекта (содержащего множество свободных кварков) возмущает электромагнитное поле, искривляя его относительно исходного равновесного состояния: суммарный силовой нуль-вектор при этом приобретает величину и направление. Управляя вбросом свободных кварков, можно влиять на изменение этого вектора [211].

Открытие квантона в виде четырехмерной частицы кванта пространства-времени позволило придать ОТО квантовый характер и дало возможность В. С. Леонову представить квантовую теорию гравитации, опираясь на концепцию Эйнштейна – на искривленное четырехмерное пространство-время как основу гравитации [211].

Небесполезно отметить, что физический вакуум, пронизанный упругой квантованной средой, подвержен волновым возмущениям, к которым относятся: 1) электромагнитные волны, обусловленные поперечной электромагнитной поляризацией квантонов в пространстве; 2) гравитационные волны, обусловленные продольной деформацией УКС; 3) крутильные колебания, обусловленные вращением электромагнитных суперструн в упругой квантованной среде [71].

Генерация или проводка электромагнитной волны осуществляется путем изменения осевых расстояний (плеч) между зарядами (кварками) каждого из диполей [211] (рис. 4.7).

Леоновым экспериментально установлено пондеромоторное (преобразовательно-силовое) взаимодействие между электромагнетизмом и гравитацией (с реализацией силы Лоренца [121]). Обнаружены достоверные антигравитационные эффекты. Экспериментальные исследования показали, что со структурой КПВ можно взаимодействовать внешними полями, наблюдая устойчивые антигравитационные эффекты [71].

Космос можно рассматривать как упругую суперэнергоемкую среду, имеющую электромагнитную структуру, в которой везде есть опора и достаточно энергии. Остается научиться взаимодействовать со средой и управлять этим взаимодействием [71].

Как показано в теории суперобъединения, все известные виды энергии (химическая, ядерная, электромагнитная, гравитационная, механическая и другие) сводятся к извлечению из вакуума и преобразованию единой глобальной энергии СЭВ; таким образом, открывается новое направление в энергетике – квантовая энергетика [211].

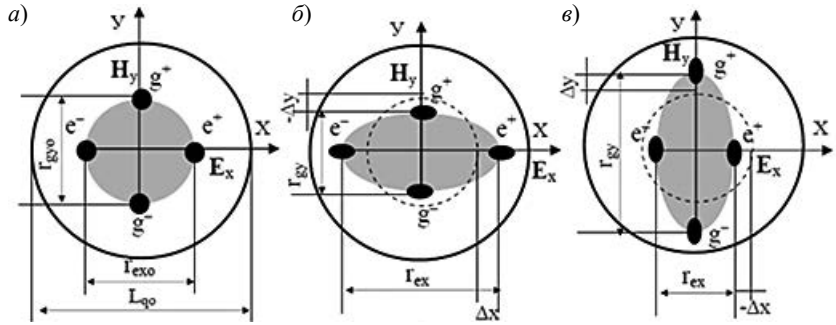


Рис. 4.7. Электромагнитная поляризация квантона при прохождении электромагнитной волны: *а* – равновесное (нулевое) состояние; *б*, *в* – возбужденное поляризованное состояние [211]

В теории суперобъединения показано, что невесомое КПВ пронизывает все весомые (вещественные) тела. При этом все весомые тела являются составной и неразрывной частью невесомого КПВ. Масса тела формируется в результате сферической деформации (искривления по Эйнштейну) невесомого КПВ элементарными частицами, входящими в состав тела. При этом масса тела является составной частью упругой квантованной среды, ее энергетическим сгустком [211].

Сферическая деформация КПВ по Эйнштейну – это искривление его «плотности», которое представимо изосферами Лобачевского различной кривизны, нанизанными одна на другую на неравно отстоящем расстоянии (рис. 4.8 [211]).

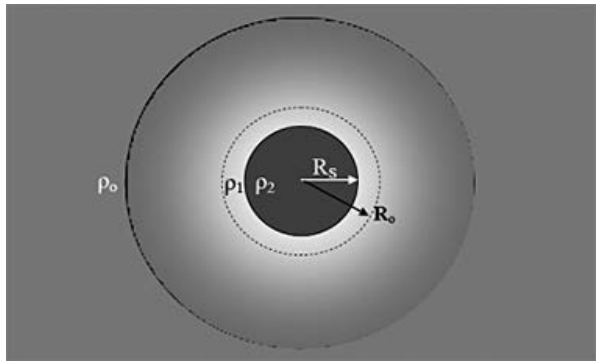


Рис. 4.8. Моделирование элементарной частицы в виде областей сферически деформированного КПВ: R_S – гравитационная граница раздела среды; ρ_1 – область растяжения (светлая); ρ_2 – область сжатия (темная) [211]

Гравитационные трансформации единого поля КПВ представляют собой сферические эйнштейновские искривления КПВ за счет смещения квантонов в малой окрестности – стягивания их во фрагменте к некоему коротко-временному полюсу при одновременном разрежении периферии фрагмента.

При вбросе в КПВ электрического заряда квантоны начинают стягиваться к этому заряду, сжимая КПВ вблизи заряда и растягивая КПВ на удалении от заряда. Между зонами сжатия и растяжения появляется некая гравитационная граница. Происходит процесс сферической деформации квантованной среды [211].

Максимальный гравитационный потенциал невозмущенного КПВ Леоновым обозначен через C_0^2, гравитационный потенциал действия возмущенного КПВ – через C^2.

КПВ можно характеризовать как скалярное поле с распределением квантовой плотности среды $\rho(x, y, z)$. Тогда процесс сжатия-растяжения среды с позиций векторного анализа (в нотации Хэвисайда [187]) может быть представлен дивергенцией градиента квантовой плотности КПВ [211]:

$$\text{div}\,(\text{grad}\,\rho) = k_0\rho_m, \tag{4.1}$$

где k_0 – коэффициент пропорциональности; ρ_m – плотность вещества, кг/м^3.

Входящий в (4.1) градиент grad ρ представляет собой вектор деформации $\boldsymbol{D}$ среды, когда скалярное поле $\rho(x, y, z)$ при деформации переходит в векторное поле, характеризуя возникновение гравитации [211].

4.1.3. Тяготение и инерция

Для сферически симметричной системы известно распределение ньютоновского гравитационного потенциала φ_n:

$$\varphi_n = -\frac{Gm_1}{r}. \tag{4.2}$$

В теории суперобъединения показано, что ньютоновский потенциал φ_n является фиктивным, а в КПВ реализуется потенциал действия $C^2 = C_0^2 - \varphi_n\gamma_n$, где γ_n – так называемый нормализованный релятивистский фактор, изменяющий значения в зависимости от степени приближения к скорости света. Сила тяготения в теории суперобъединения записывается через потенциал действия C^2 при $\gamma_n = 1$ следующим образом [211]:

$$\boldsymbol{F_m} = m_2\text{grad}\,(C_0^2 - \varphi_n) = G\frac{m_2 \times m_1}{r^2} \times \mathbf{1}_r, \tag{4.3}$$

где $\mathbf{1}_r$ – единичный вектор по радиусу (задающий направление силе $\boldsymbol{F_m}$.

Силу тяготения (4.3) Леонов выражает через вектор деформации $\boldsymbol{D}$ КПВ [211]:

$$\boldsymbol{F} = \frac{C}{\rho} m \operatorname{grad} \rho = \frac{C}{\rho} m \boldsymbol{D}. \tag{4.4}$$

Вектор деформации $\boldsymbol{D}$ в (4.4) является аналогом вектора напряженности $\boldsymbol{a}$ гравитационного поля ($\boldsymbol{a}$ – ускорение свободного падения):

$$\boldsymbol{a} = \frac{C_0^2}{\rho_0} \boldsymbol{D}. \tag{4.5}$$

На рис. 4.9 показано, как пробная масса m_2 находится в неоднородном градиентном поле Земли. Квантовая плотность ρ (потенциал действия C^2) ослабевают у поверхности Земли. Но не они определяют силу тяготения, а их градиент в (4.4), т. е. вектор деформации $\boldsymbol{D}$ КПВ. По теории суперобъединения тяготение не может возникнуть вне КПВ и в основе тяготения лежит реальная деформация КПВ [211].

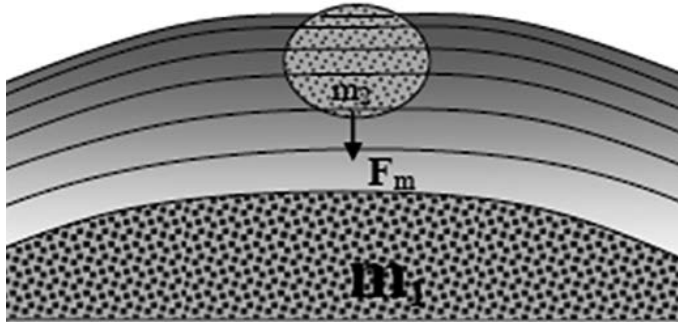


Рис. 4.9. Проявление силы тяготения $\boldsymbol{F}_m$, действующей на массу m_2 в поле возмущающей массы m_1 [211]

Вокруг любого объекта, обладающего возмущающей массой, образуется гравитационная яма. На рис. 4.10 показано, что формально пробная масса m_2 под действием силы тяготения $\boldsymbol{F}_m$ скатывается внутрь гравитационной ямы к возмущающей массе m_1, реализуя их взаимное тяготение.

Леонов условно выносит из поля тяготения возмущающей массы m_1 (см. рис. 4.9) на отдельную фигуру рис. 4.11 пробную массу m_2, оставляя без изменений неоднородность гравитационного поля внутри гравитационной границы пробной массы. Вектор деформации $\boldsymbol{D}$ снабжается индексами i (инерции) и 2 (деформация поля внутри пробной массы m_2), т. е. $\boldsymbol{D}^i_2$. В этом случае пробная масса будет испытывать воздействие ускоряющей силы инерции $\boldsymbol{F}_i$ – несмотря на то, что окружающее КПВ не деформировано.

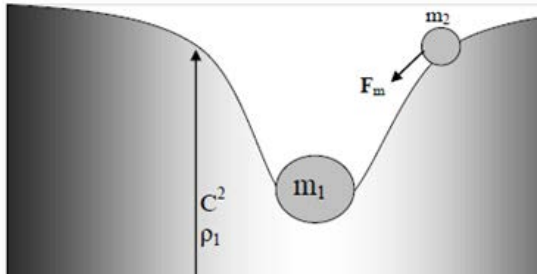


Рис. 4.10. Наличие гравитационной ямы в КПВ вокруг возмущающей массы m_1, поясняющее действие силы тяготения $\boldsymbol{F}_m$ на пробную массу m_2 [211]

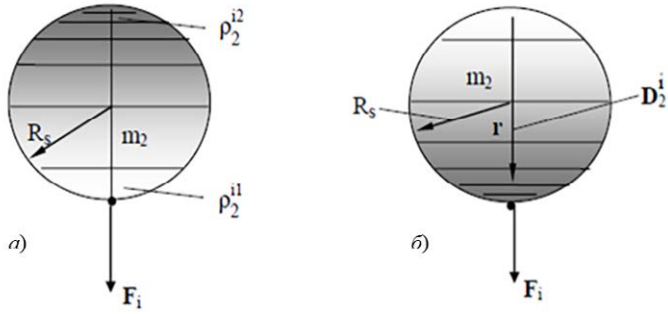


Рис. 4.11. Перераспределение квантовой плотности среды (или гравитационных потенциалов) (*а*) и возникновение вектора деформации $\boldsymbol{D}^i_2$ (*б*) внутри пробной массы m_2 в результате воздействия ускоряющей силы $\boldsymbol{F}_i$ [211]

Внутри пробной массы m_2 (см. рис. 4.11) квантовая плотность среды увеличивается от $\rho_2{}^{i1}$ до $\rho_2{}^{i2}$, формируя внутри тела градиент квантовой плотности среды, который определяет направление и величину вектора деформации $\boldsymbol{D}^i_2$ и действие ускоряющей силы $\boldsymbol{F}_i$ [211]:

$$\boldsymbol{D}^i_2 = \text{grad}\,(\rho^i_2); \tag{4.6}$$

$$\boldsymbol{F}_m = m_2\boldsymbol{a} = m_2\frac{C_0^2}{\rho_0}\boldsymbol{D}^i_2; \tag{4.7}$$

$$\boldsymbol{a} = \frac{C_0^2}{\rho_0}\boldsymbol{D}^i_2\,. \tag{4.8}$$

Эквивалентность тяготения и инерции определена способностью КПВ к деформации, при наличии которой возникает неуравновешенная сила тяготения или инерции. Отличие тяготения от инерции заключается в том, что де-

формация поля внутри пробной массы при тяготении обусловлена внешним возмущающим полем, а при инерции – воздействием возмущающей силы [211].

Вопросы создания искусственного гравитационного поля (как показали эксперименты Брауна, Полякова, Белостоцкого, Золотарева, Гребенникова и других авторов) решаются созданием *деформаций упругой эфирной среды* и связанными с этим изменениями ее плотности. Работать с эфирной средой можно опосредованно, «через вещество», путем изменения состояния «рабочего тела», поскольку эфирная среда соответствующим образом компенсирует данные изменения [135]. (Здесь «эфирная среда» используется Фроловым А. В. в смысле физического вакуума.)

4.2. Концепции квантовых двигателей и квантомобилей

4.2.1. Идейная основа квантового двигателя

В теории УКС огромна значимость силы Лоренца [121] (направленной в область минимальной напряженности магнитного поля). Ее природа связана с деформацией пространства в локальной области. Эту деформацию можно создать искусственно, как это достигается в контуре с током. Особый интерес представляет действие силы Лоренца при вращении электромагнитного квадруполя, который при этом испытывает реактивную осевую тягу. *К*вадруполь как бы ввинчивается в среду, отталкивается от нее и за счет этого двигается вперед аналогично воздушному винту [70]. Величина тяги квадруполя определяется величиной заряда $e(g)$, частотой вращения и коэффициентом K_R *(проявляющимся, однако,* при релятивистских скоростях).

Таким образом, если квантон с его структурой электромагнитного квадруполя заставить вращаться, то возникает полевая тяга, которая может заставить его перемещаться в пространстве (вместе с конструктивной оболочкой рабочей камеры квантового двигателя (КвД)) с высокой скоростью. То есть физика процесса держится на взаимодействии полей: вращающегося поля электромагнитного квадруполя и знакопеременного поля квантованной среды. Таким образом, квантовые двигатели – это двигатели, реактивная тяга которых создается взаимодействием полей.

В квадрупольной ячейке происходит удержание и вращение квадруполя без излучения энергии за пределы конструктивной оболочки. Это является конструктивной особенностью КвД и основой того, что в КвД почти 100 % энергии преобразуется в движение. Такое невозможно получить для традиционных двигателей на химическом топливе, КПД преобразования которых крайне низок [70].

В соответствии с третьим законом Ньютона, когда сила действия равна силе противодействия, тяга создается при отталкивании от другой массы или тела. Колеса автомобиля отталкиваются от дорожного покрытия.

В реактивном двигателе сила тяги создается в результате выброса реактивной массы, как бы отталкиваясь от нее. Воздушный и гидравлический винты, ввинчиваясь в воздушную и гидравлическую среду, отбрасывают массу этой среды, отталкиваясь от нее.

Но можно ли отталкиваться от вакуума? Теория суперобъединения утверждает, что да, если рассматривать космический вакуум как упругую квантованную среду (КПВ, имеющее первичный характер), от которой можно отталкиваться [211].

В теории суперобъединения показано, что невесомое квантованное пространство-время пронизывает все весомые тела. При этом все весомые тела являются составной и неразрывной частью невесомого КПВ. Масса тела формируется в результате сферической деформации (искривлением по Эйнштейну) невесомого КПВ элементарными частицами, входящими в состав тела. При этом масса тела является составной частью упругой квантованной среды, ее энергетическим сгустком. Масса как гравитационный заряд является вторичным образованием в КПВ [211].

Все известные способы создания тяги основаны на внешнем воздействии при отталкивании от известных сред. При этом все известные аппараты для создания тяги необходимо рассматривать как закрытые квантомеханические системы. В соответствии с теорией суперобъединения КвД представляет собой открытую квантомеханическую систему, в которой сила тяги создается внутри тела его рабочего органа (активатора). Итак, чтобы создать силу тяги без выброса реактивной массы, необходимо перейти к открытым квантомеханическим системам, активно используя взаимодействие с КПВ как упругой квантованной средой, от которой можно отталкиваться. В этом случае нет противоречий с третьим законом Ньютона, фундаментальность которого проверена и полностью подтверждается в теории суперобъединения [74, 211].

Сам процесс создания силы тяги внутри рабочего органа квантового двигателя связан с эйнштейновским «искривлением» квантованного пространства-времени. С позиций теории суперобъединения эйнштейновское КПВ выглядит как реальная деформация упругой квантованной среды внутри рабочего органа КвД [211]. Такая деформация производит перераспределение квантовой плотности среды внутри тела рабочего органа КвД. Это ведет к возникновению градиентных сил тяги внутри рабочего органа. Таким образом, впервые получено управление гравитацией и инерцией. Это в очередной раз подтверждает фундаментальность теории Эйнштейна о том, что в основе гравитации лежит искривление КПВ [74].

Деформация КПВ в локальной области внутри рабочего органа (активатора) КвД соответствует энергии, которая тратится телом на свой разгон. При этом обеспечивается классический закон сохранения энергии. В теле рабочего органа КвД, активно взаимодействующего с вакуумной

средой, пронизывающей тело, осуществляется деформация вакуумной среды. Возникает внутренняя сила тяги внутри тела рабочего органа. Это не внешнее, как у реактивного двигателя, а внутреннее отталкивание. Если классическая теория запрещает движение без выброса реактивной массы, то теория суперобъединения такое движение разрешает [211].

Итак, квантовые двигатели – это двигатели, реактивная тяга которых создается взаимодействием полей [70].

Существенно также, что при движении объекта с ускорением внутри КПВ реализуются режимы, в рамках которых при торможении наблюдается процесс рекуперации энергии, т. е. затраченная энергия возвращается и может быть использована вторично. Такие режимы, например, применяются в гибридных схемах автомобилей с электротрансмиссией или в электричках. То есть инерция обладает способностью к рекуперации энергии. В КвД могут активно использоваться инерционные режимы с рекуперацией энергии. Способность квантовых двигателей к рекуперации энергии при создании тяги обеспечивает экономичные энергетические циклы КвД. Необходимо компенсировать только потери энергии на трение в механизмах двигателя и омические потери в электрических проводах и обмотках активаторов [74].

Экономичность КвД при создании силы тяги может превышать экономичность традиционных двигателей в 20 и более раз. Однако для активации энергии СЭВ в КвД требуется дополнительное питание, которое компенсирует тепловые потери в проводах и подшипниках. Но эти потери составляют не более 5 % [74].

4.2.2. Квантовые двигатели: прототипы технических решений и образцы созданных аппаратов с квантовым двигателем

Прототипы квантовых (полевых, вакуумных) двигателей и источников энергии были описаны в работах Н. Теслы, С. Флойда, Т. Брауна, В. Щабетника, В. Леонова, В. Прокопьева, Б. Игнатова, Ю. Иванова, В. Ацюковского, А. Митешова и других изобретателей [92].

Наиболее успешным и многообещающим является КвД Леонова, имеющий по крайней мере две лабораторные реализации [73, 74, 104]. Идея, способ, конструктивная схема КвД защищены патентом России № 2185526 [72].

«Технический результат в КвД достигается так: при создании тяги в вакууме путем воздействия на рабочее тело системой вращающихся неоднородных электрических и магнитных скрещивающихся полей этому рабочему телу задают одновременно электрические и магнитные свойства. При этом внутри рабочего тела происходит перераспределение квантовой плотности среды вакуумного поля в направлении, противоположном вектору силы тяги, обусловленной деформацией вакуумного поля. Одновременно происходит вращение рабочего тела. Кроме того, вектор силы тяги расщепляют на два

вектора: нормальный и тангенциальный вектора. Нормальный вектор силы направляют на создание силы тяги, а тангенциальный – на создание вращающего момента, обеспечивающего производство электрической энергии для питания системы неоднородных электрических и магнитных скрещивающихся полей и системы их вращения» [72].

Несмотря на то, что в этом патенте довольно просто изложена конструкция рабочих органов (активаторов) и принцип работы КвД, на создание работоспособного объекта у автора изобретения ушли годы. При массе аппарата 50 кг (вместе с шасси) ему сначала удалось выйти на тягу в 0,1 Н, а по мере продвижения разработки в 2009 г. – увеличить эту тягу до 500 Н [73]. Опытный образец КвД образца 2014 г. на 1 кВт мощности уже создает тягу в 5000 Н в импульсе (современный ракетный двигатель на 1 кВт мощности создает тягу всего в 1 Н) [104].

По утверждению В. С. Леонова, особых ограничений по силе тяги квантовых двигателей нет. Им разработана методика расчета конструктивных параметров квантового двигателя на любую силу тяги, в том числе на 1000 Н, 10 000 Н и более [211].

4.2.3. Концептуальные схемы и достоинства автомобилей с квантовым двигателем, обозначенные Леоновым

Основное направление работ в лабораториях квантовой энергетики связано в первую очередь с развитием концепций КвД для полевой космонавтики. При этом отмечается, что воздушный транспорт с полевыми двигателями сравнительно мало будет отличаться от космического. А вот наземный автомобильный транспорт может претерпеть серьезные преобразования.

На рис. 4.12 представлены схемы установки КвД на автомобили [71]. Толкающий двигатель *2* устанавливается в задней части автомобиля (рис. 4.12, *а*). Движение осуществляется за счет толкающей полевой тяги *R*. Для скоростных автомобилей целесообразна установка двигателя, создающего горизонтальную и вертикальную тягу (рис. 4.12, *б*). В этом случае снижается нагрузка на колеса. Возможна установка двигателя впереди автомобиля (рис. 4.12, *в*) с обеспечением движения за счет тяги *R*.

Отличительной особенностью автомобилей с КвД является отказ от трансмиссии. Это позволяет обеспечить свободную подвеску колес. В состав конструкции автомобиля входят корпус, КвД, колеса с управлением. Несмотря на упрощение конструкции автомобиля, освоение квантовых двигателей потребует создания принципиально новых высоких технологий. Затраты на производство КвД могут быть значительными; соответственно, и стоимость автомобиля будет дороже существующих [71].

На рис. 4.13 представлена схема внедорожника на антигравитационной подушке, который не боится бездорожья и водных преград [211].

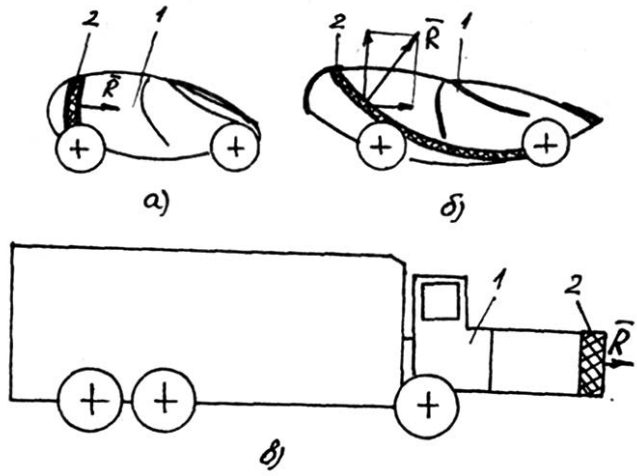


Рис. 4.12. Схемы установки КвД на автомобили:
1 – корпус автомобиля; *2* – КвД [71]

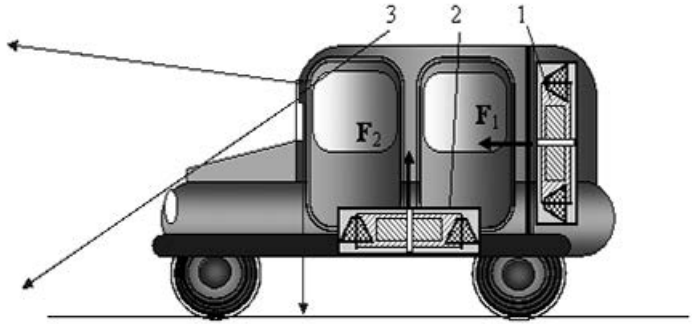


Рис. 4.13. Внедорожник на антигравитационной подушке с двумя КвД:
1 – КвД с горизонтальной тягой $\boldsymbol{F}_1$; *2* – КвД с вертикальной тягой $\boldsymbol{F}_2$;
3 – радар-сканер [211]

Этот внедорожник может двигаться в режиме летающего автомобиля на некоторой высоте от водной поверхности. Стабилизацию высоты полета через преграду обеспечивает система автоматики, управляемая радаром-сканером *3*. Одновременно радар-сканер обеспечивает безопасное движение автомобиля на трассе, предотвращая столкновение транспортных средств. Радар-сканер, снабженный микропроцессорным управлением автомобиля, способен обеспечивать его движение в режиме автопилота.

Перечислим основные преимущества КвД перед любыми типами традиционных двигателей, отмеченные Леоновым [211]:

1) не требуется химическое топливо для работы квантового двигателя;

2) неограниченная дальность передвижения транспортных средств без заправки;

3) значительное снижение материальных затрат на инфраструктуру, обеспечивающую транспортное движение (АЗС, линии электропередач для городского транспорта и т. п.);

4) высокая экологичность и безопасность;

5) КвД позволяет автомобилю стартовать с постоянной тягой, максимально используя его мощность, и избегать потерь, свойственных ДВС на неустановившихся режимах (ДВС теряет при старте 80 % мощности из-за низких значений КПД на малых оборотах двигателя в момент трогания и 50 % мощности в сцеплении; в итоге при старте автомобиля ДВС использует всего порядка 10 % мощности).

4.3. Авторский прогноз конструктивных и эксплуатационных особенностей квантомобиля

Назовем автомобиль с квантовым двигателем (КвД) *квантомобилем* [206].

Попытаемся более детально, с точки зрения эксперта-автомобилиста сегодняшнего дня, спрогнозировать возможные конструктивные и эксплуатационные особенности квантомобиля (с КвД) в сравнении с традиционным автомобилем (с ДВС или электродвигателем) [56, 205].

Естественно, требовать от этого прогноза соразмерной глубины анализа по всей номенклатуре свойств автомобиля затруднительно – из-за отсутствия вообще каких-либо данных по несуществующим пока конструкциям квантомобилей. Однако приводимый ниже обзор, на взгляд автора, будет небесполезным для создателей будущих концепт-вариантов квантомобилей.

1. Силовая схема и нагрузка на компоненты автомобиля изменяется: подвеска квантомобиля может быть слабее, а корпус должен быть более прочным. Если у автомобиля тяговая сила формируется в виде суммарного толкающего усилия на продвижение как подрессоренной, так и неподрессоренной масс, то у квантомобиля примерно такая же тяговая сила реализуется как толкающее/тянущее усилие на продвижение подрессоренной массы с заднерасположенным/переднерасположенным КвД. И это имеет место во всех вариантах установки КвД: тянущее усилие прикладывается к подрессоренной массе.

2. Если для современного легкового автомобиля кузов проектируется специально таким образом, чтобы передняя и задняя части несущей конструкции легко деформировались при столкновении, то для квантомо-

биля конструкция рамы, кузова должна быть жесткой и прочной (во всяком случае, в компонентах, передающих тяговую силу).

3. Точка приложения тяговой силы находится выше осей колес, а тем более точек контакта с дорогой, что меняет механику движения.

4. У квантомобиля отсутствует продольный и боковой реактивные опрокидывающие моменты.

5. В варианте переднемоторной КвД-установки (см. рис. 4.12, *в*) эта силовая установка становится жесткой точкой привязки «буксируемого» квантомобиля, что явится причиной повышенных угловых колебаний экипажа (с двумя степенями свободы) вокруг этой точки. Это будет отрицательно сказываться на устойчивости квантомобиля, величине динамического коридора движения, вибронагруженности конструкции, сохранности грузов и комфортабельности пассажиров.

6. Квантомобиль не требует основного силового привода: КПП, карданных валов, главных редукторов, шарниров для переднеприводных автомобилей.

7. Не нужны межколесные и межосевые дифференциалы, дифференциалы свободного хода (для специальных машин).

8. Отсутствие карданных валов, картеров главных передач и дифференциалов дает возможность установки обтекаемого днища, что улучшает проходимость и снижает завихрения и сопротивление воздуха.

9. Есть возможность реализации значительных курсовых ускорений (более 1 g) – как отрицательных, так и положительных (при этом их максимум будет ограничиваться биомеханическими пределами пассажиров и водителей).

10. Обеспечена автоматическая рекуперация мощности при циклическом движении.

11. Ориентация силы тяги лишь по продольной оси экипажа (особенно в переднемоторном варианте квантомобиля; см. рис. 4.12, *в*) приведет к недостаточной поворачиваемости из-за больших углов увода передних колес (недостаток в сравнении с традиционными переднеприводными автомобилями). Это потребует реализации поворачиваемого вектора тяговой силы, создаваемой двигателем.

12. Наличие управляемой вертикальной (антигравитационной) составляющей тяговой силы КвД-установки даст возможность «подвешивать» квантомобиль, улучшая проходимость на бездорожье.

13. Для квантомобилей-вездеходов возможно применение двух КвД-единиц: одной – горизонтальной тяги, другой – вертикальной (как на рис. 4.13).

14. По мнению автора, вполне возможна и одна КвД-установка с поперечной осью ее вращения (или даже с шарнирным креплением этой установки к корпусу квантомобиля) – для регулирования величины и направления

вектора тяговой силы. Все это будет способствовать улучшению управляемости и проходимости.

15. Наличие последнего свойства названного шарнирного варианта КвД-установки делает возможным применение штурвального механизма управления, что будет способствовать улучшению эргономичности, управляемости, маневренности и проходимости.

16. Возможность вывешивания экипажа над опорной поверхностью, с использованием свойств по п. 12–15, означает путь к реализации концепции «автолета» («квантолета»).

17. Проходимость лучше, чем у традиционного автомобиля.

18. Нет пробуксовки колес на любой дороге и при любых продольных силах.

19. На влажной дороге или в иных условиях недостаточного сцепления вертикальный вектор может поддавливать колеса.

20. Квантомобиль может брать весьма крутые подъемы (даже не используя скоростную динамику).

21. Опасность опрокидывания устраняется/снижается при задействовании поперечного силового вектора автоматической системой регулирования и/или связью с шарниром управления КвД-установки. Квантомобиль сможет передвигаться по крутым косогорам.

22. Конструктивно легче реализуется поворот управляемых колес вокруг вертикальной оси одновременно на всех мостах, что хорошо для маневрирования.

23. Квантомобиль может все же требовать частного привода на колеса – для маневрирования. В таком случае связь с парковочным радаром квантомобиля будет осуществляться конструктивно легче, чем на традиционном автомобиле.

24. Автоматический круиз-контроль будет осуществляться проще (нет КПП – ни механической, ни автоматической; не нужен привод сервомотора к сектору газа или инжектору двигателя; не нужно подтормаживание водителем).

25. Система экстренного торможения будет эффективнее: колеса для сохранения курсовой устойчивости при торможении в повороте могут поддавливаться вертикальным силовым вектором, причем с оптимизацией развесовки составляющих вектора по осям и колесам.

26. Сложные системы помощи при спуске существующих автомобилей (с задействованием основной тормозной системы, моторного тормоза, ABS) становятся ненужными. При движении квантомобиля нужно будет развернуть назад тяговый вектор и регулировать его величину (не опасаясь скольжения колес). Система помощи при спуске будет проще (если она вообще понадобится).

27. Уровень шума: колеса (используемые только лишь в ведомом режиме) будут шуметь меньше; то же, вероятно, касается двигателя.

28. Не будет вибрации от элементов силового привода (а следовательно, и шума от них).

29. До сих пор существует неясность с охлаждением КвД, его тепловым воздействием на экипаж и необходимостью теплозащиты.

30. Влияние разброса атмосферных условий на работу КвД, по-видимому, будет отсутствовать.

31. Химических выбросов будет меньше. Уровень и биовлияние высокочастотных колебаний КвД пока сложно спрогнозировать (по всей видимости, потребуется удовлетворение требованиям норм и правил типа СанПиН 2.2.4.3359-16 [115], актуальных на момент внедрения реальной конструкции).

32. Износ шин будет меньше.

33. Не будет необходимости в регулярных дозаправках квантомобиля топливом.

34. Претерпит изменение вся система технического обслуживания транспортных средств.

35. Изменятся и дороги, и нормативы движения транспортных средств по ним.

4.4. Концепции формирования тяговых сил в квантовом двигателе

С раскрытием квантовой природы гравитации в теории суперобъединения технология создания силы искусственного тяготения приобрела реальные черты. Она уже реализована Леоновым В. С. в ряде конструкций КвД, создающих импульс силы тяги за счет взаимодействия рабочих органов КвД с квантованным пространством-временем без отброса реактивной массы [73, 74, 76, 80, 81].

Ниже дано упрощенное и сжатое представление концепции формирования тяговых сил в КвД, опубликованной Леоновым В. С. в трудах [70–72, 81, 211]. Такая интерпретация на инженерном уровне будет полезной как для последующего сравнительного количественного анализа свойств квантомобиля и автомобиля-аналога (см. ниже подраздел 4.8), так и для подготовки будущих инженеров-квантомобилистов.

Гравитационное поле Земли создает силу тяготения $\boldsymbol{F}_m$ для пробной массы m_2 (рис. 4.9). Тело, имеющее массу m_2, внутри КПВ создает гравитационную яму, в которую «скатывается» пробная масса m_2 (см. рис. 4.10). Это внешняя сторона тяготения, природа которого кроется в том, что гравитационное поле Земли, представленное в этом месте гравитационной ямой, является градиентным (искривленным, деформированным) и его

напряженность падает по мере продвижения в поверхности возмущающей массы m_2.

Одним из положений теории поля является то, что направление и величина вектора силы $\boldsymbol{F}$, определяемая пространственным градиентом (grad) энергии W. В нотации Хэвисайда [187] они обращены в сторону уменьшения энергии [81]:

$$\boldsymbol{F} = \text{grad } W. \tag{4.9}$$

Уравнение (4.9) представляет собой главную формулу в теории суперобъединения для вычисления силы. Из этого выражения вытекают все остальные формулы для силы (в том числе и для сил тяготения). Перепады энергетических уровней в пространстве, определяемые градиентом энергии (4.9), ведут к появлению силы, силовому взаимодействию.

Если глобальное энергетическое поле W – это скалярное поле, то градиент (4.9) описывает уже векторное силовое поле, которое имеет направление и величину наискорейшего изменения энергии W в частных производных и записывается с помощью оператора Гамильтона [81]:

$$\text{grad}W = \nabla W = \frac{\partial W}{\partial x}\boldsymbol{i} + \frac{\partial W}{\partial y}\boldsymbol{j} + \frac{\partial W}{\partial z}\boldsymbol{k}, \tag{4.10}$$

где $\boldsymbol{i}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{k}$ – единичные векторы по осям x, y, z соответственно.

Формула (4.10) классической теории поля [187] справедлива только в том случае, если энергия «разлита» по пространству в виде энергетического поля. Отсутствие перепадов уровней энергии в однородном энергетическом поле записывается условием

$$W = \text{const}. \tag{4.11}$$

Уровень энергии в соответствии с условием (4.11) остается постоянным (т. е. константой) независимо от координат x, y, z в пространстве. И, как известно, производная от константы равна нулю:

$$\text{grad}W = \frac{\partial(W = \text{const})}{\partial x}\boldsymbol{i} + \frac{\partial(W = \text{const})}{\partial y}\boldsymbol{j} + \frac{\partial(W = \text{const})}{\partial z}\boldsymbol{k} = \boldsymbol{0}. \tag{4.12}$$

Чтобы появились силы, нужно в энергетическом поле создать перепады уровней энергии, когда $W \neq \text{const}$. Поскольку градиент (4.10) – это векторная функция, то модуль силы ее определяется выражением

$$\left|\text{gradW}^2\right| = \sqrt{\left(\frac{\partial \text{W}}{\partial \text{x}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \text{W}}{\partial \text{y}}\right)^2 + \left(\frac{\partial \text{W}}{\partial \text{z}}\right)^2}\,. \tag{4.13}$$

Направление единичного вектора градиента (направление силы) $\boldsymbol{n}$ определяется отношением функции (4.10) к ее модулю (4.13):

$$\boldsymbol{n} = \frac{\operatorname{grad} W}{\left|\operatorname{grad} W^2\right|} = \frac{\dfrac{\partial W}{\partial x}\boldsymbol{i} + \dfrac{\partial W}{\partial y}\boldsymbol{j} + \dfrac{\partial W}{\partial z}\boldsymbol{k}}{\sqrt{\left(\dfrac{\partial W}{\partial x}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial W}{\partial y}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial W}{\partial z}\right)^2}}. \qquad (4.14)$$

Формулы (4.9)–(4.14), представленные в нотации Хэвисайда [187], справедливы для расчетов силы, когда известна функция распределения энергии в пространстве $W = f(x, y, z)$, т. е. когда энергия неравномерно разлита по пространству с перепадами энергии.

Вектор $\boldsymbol{n}$ (4.14) силы земного тяготения направлен к центру Земли (рис. 4.9). Теория суперобъединения дает научную базу для создания искусственной силы тяги (нужно изменить направление вектора силы $\boldsymbol{n}$), независимо от действия внешней гравитации.

Далее Леонов записывает, с использованием формулы (4.9), силу $\boldsymbol{F}_n$ земного тяготения через градиент энергии для пробной массы m, находящейся в поле тяготения с гравитационным потенциалом действия C^2 [81]:

$$\boldsymbol{F}_n = \operatorname{grad} W = (mC^2) \qquad (4.15)$$

Выражение (4.15) отражает тот факт, что поле земного тяготения ведет к градиентному перераспределению энергии внутри пробного тела m и созданию силы в соответствии с законом тяготения Ньютона. Посредником в создании силы тяготения выступает деформированное (по Эйнштейну) КПВ с градиентным гравитационным потенциалом действия C^2.

Чтобы создать искусственную силу тяги $\boldsymbol{F}_\text{т}$ в отсутствие внешнего гравитационного возмущения, необходимо внутри пробного тела m искусственно сформировать градиент энергии (рис. 4.14) [81].

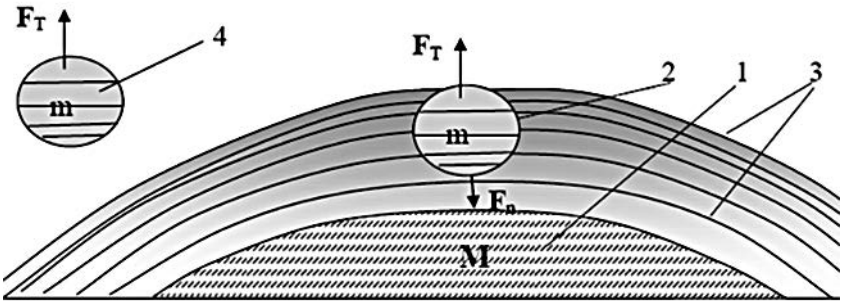


Рис. 4.14. Создание силы искусственной тяги $\boldsymbol{F}_\text{т}$ за счет создания градиента энергии внутри пробного тела m (4) [81]

На рис. 4.14 пробное тело *m* (выноска *2*) развернуто на 180° по вертикали (с закрепленными при этом внутри тела исходным градиентным распределением энергии, гравитационными потенциалами и квантовой плотностью среды). Для лучшего понимания основ создания силы тяги $\boldsymbol{F}_{\text{т}}$ в КвД пробное тело перемещено за пределы основного полотна картинки (выноска *4*), формируя этим как бы фрагмент поля в пределах рабочей камеры КвД. Необходимо добиться в этой камере возможности изменения направления вектора $\boldsymbol{n}$ (см. 4.14) в любую сторону, в том числе и против действия силы земного тяготения.

Таким образом, чтобы создать силу искусственной тяги (тяготения), необходимо внутри тела (рабочего органа) создать градиент энергии за счет перераспределения квантовой плотности среды [81].

Леонов В. С. в своем патенте 2002 г. [72] создал градиент энергии за счет формы рабочего органа в виде конуса и воздействия на конусное рабочее тело внешним электромагнитным полем со скрещивающимися электрическими и магнитными полями. В настоящее время он реализовал с десяток различных способов создания силы искусственной тяги в разных конструкциях КвД: с вращающимися рабочими органами (конусными, дисковыми, линейными, магнитными или немагнитными и другими), а также с не вращающимися рабочими органами (конусными, линейными, с подводом электромагнитной энергии в широком диапазоне частот, СВЧ-энергии, тепловой энергии, с градиентной плотностью вещества и т. д.) [81].

Примером приложения теории суперобъединения к анализу конструктивной схемы КвД может служить обоснование действия двигателя EmDrive конструкции Р. Шойера (Shawyer, [228]). Принцип работы этого двигателя (рис. 4.15) связан с созданием градиента энергии (см. (4.9)) в рабочем органе конусного типа (резонаторе), который и определяет направление силы тяги в область уменьшения концентрации энергии. Сила тяги $\boldsymbol{F}$ создается за счет взаимодействия градиентного СВЧ-поля с КПВп. При этом градиентное поле СВЧ создает градиент квантовой плотности среды и энергии внутри конусного резонатора [167].

И магнетрон (генератор микроволн), и конусный резонатор являются неразрывной частью КПВ, свободно проникающим сквозь них. Под действием градиентного поля наблюдается эффект «втягивания» квантонов КПВ в диффузор конусного резонатора. Поскольку КПВ неподвижно, то эффект «втягивания» проявляется как движение КвД в пространстве под действием силы тяги $\boldsymbol{F}_{\text{т}}$ (рис. 4.15). Получается, что КвД, создавая силу тяги $\boldsymbol{F}_{\text{т}}$, как бы наезжает на КПВ (спереди), отталкиваясь от этого пространства как от упругой квантованной среды (сзади).

Направление тяговой силы, представленное на рис. 4.15, условно. Оно может меняться вплоть до обратного в зависимости от исполнения резонатора, размещения каналов из магнетрона в резонатор, характеристик

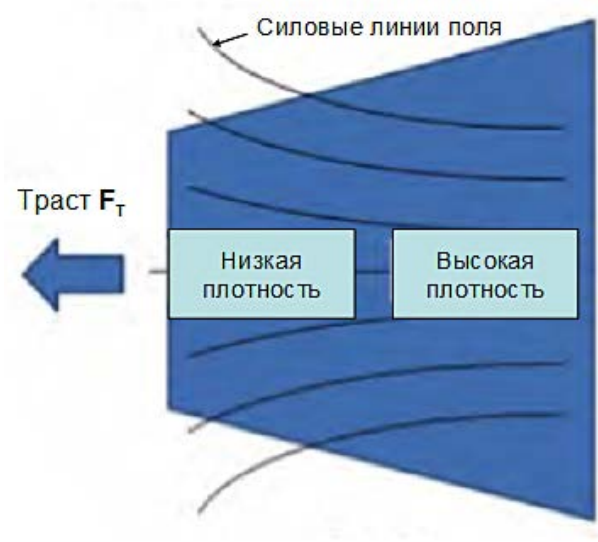


Рис. 4.15. Градиент плотности поля в конусном резонаторе, приводящий к возникновению траста $\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}}$ [167]

СВЧ-поля [215, 216, 235]. Аналитически это отображается/рассчитывается с привлечением уравнений (4.9)–(4.15).

Отметим, что силу $\boldsymbol{F}$ мы будем называть тяговой силой (обозначив ее через $\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}}$) в контексте ее приложения к конструктивному элементу – экипажу, но также и трастовой силой (англ. thrust) – в контексте реакции поля на его возмущения в резонаторе (термин взят из реактивной техники). При жестком креплении резонатора к корпусу экипажа и отсутствии каких-либо промежуточных преобразователей силы это будет одним и тем же. Однако при наличии промежуточных звеньев-преобразователей (демпферов, редукторов и т. п.) эти силы могут разниться.

Также отметим, что сила (вектор) разложима по ортам:

$$\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}} = \boldsymbol{F}_{\mathrm{T}x} + \boldsymbol{F}_{\mathrm{T}y} + \boldsymbol{F}_{\mathrm{T}z}. \tag{4.16}$$

В скалярной записи это будет выглядеть как

$$F_T = \sqrt{F_{Tx}{}^2 + F_{Ty}{}^2 + F_{Tz}{}^2}\ . \tag{4.17}$$

Формула (4.17) важна для расчета режимов боковой коррекции движения и подвешивания экипажа в варианте квантолета.

4.5. Базовые различия конструкции и силовых схем квантомобиля и автомобиля

Контент этого пункта направлен на подготовку к последующему построению методики сравнения энергозатрат и получение сравнительной количественной оценки энергопотребления современного автомобиля с ДВС и гипотетического квантомобиля с КвД.

ДВС (или РД) заменяется на КвД (один – основной, единственный; или же их несколько, с добавлением к основному вспомогательных – маневровых) [206]. КвД создает тяговое усилие (траст), непосредственно передаваемое на конструкцию подрессоренной массы экипажа.

Установка основного КвД может быть либо передней (тянущей), либо задней (толкающей), либо серединной – все три варианта размещаются в центральной вертикальной плоскости симметрии экипажа. В этой вертикальной плоскости расположение основного КвД может быть верхним, нижним либо серединным (что зависит от типа ТС и результатов будущих исследований) [206].

Силовая схема и нагрузки на компоненты экипажа изменяются (относительно классического автомобиля): подвеска может быть слабее, а корпус должен быть более прочным. У автомобиля тяговая сила реализуется в виде суммарного толкающего усилия на продвижение как неподрессоренной, так и водруженной подрессоренной массы. У квантомобиля же тяговая сила (траст) реализуется как толкающее/тянущее усилие на продвижение подрессоренной массы (с заднерасположенным/переднерасположенным КвД), но всегда – с усилием, непосредственно прикладываемым к подрессоренной массе, которая увлекает за собой неподрессоренную массу. То есть приводная роль колесного движителя передается КвД (либо его подвеске на корпусе экипажа) [56].

Если для современного легкового автомобиля кузов проектируется специально таким образом, чтобы передняя и задняя части несущей конструкции легко деформировались при столкновении, то для квантомобиля конструкция рамы, кузова должна быть жесткой и прочной (во всяком случае, в компонентах, передающих тяговую силу).

Убираются элементы традиционного силового привода: КПП, карданные валы, главные и бортовые редукторы, межколесные и межосевые дифференциалы, дифференциалы свободного хода, шарниры для переднеприводных автомобилей. Ведущие мосты заменяются на ведомые [56].

Еще убираются топливные баки с топливопроводами, а также глушители.

Вводится обтекаемое днище, учитывающее отсутствие устраненных элементов ДВС и традиционного силового привода автомобиля.

Для реализации режима квантолета (если он обеспечивается) может быть введен механизм убора колес с мостами.

Точка приложения тяговой силы – выше осей колес, а тем более точек контакта с дорогой, что меняет механику движения.

Для режима квантолета необходима способность основного КвД создавать вертикальную (антигравитационную) составляющую траста $\boldsymbol{F}_{\mathrm{T}z}$ (см. (4.17)), превосходящую вес экипажа с грузом.

Система управления поворотом экипажа – как традиционная посредством опорных колес, так и трастовая, осуществляемая поворотом траста основного КвД и/или маневровых КвД. Возможен помостный привод управляемых опорных колес – для маневрирования на малых ограниченных площадках.

4.6. Функциональные отличия формирования тягово-скоростных свойств автомобиля и квантомобиля

4.6.1. Продвижение и реализация потока энергии в автомобиле с ДВС

Совокупность процессов возникновения, преобразования, продвижения, реализации потока энергии и управления им в АТС (с дизелем) представлена на рис. 4.16 [53]. Потоки веществ показаны двойными стрелками, потоки механической энергии (в виде мощности N, ее параметров n, v, M и P) – жирными стрелками, потоки тепловой энергии (H) – стрелками средней толщины, потоки звука (S) – пунктирными стрелками, а управляющие воздействия (L) и сигналы обратной связи – тонкими стрелками.

Водитель, сообразуясь с необходимостью реализации скорости v_{a} и ускорения j_{a} АТС, контролирует подачу топлива посредством педали подачи (акселератора) L_{a}, управляющей с помощью привода (ПР) углом поворота рычага φ_{p} регулятора топливного насоса (РТН). РТН, с коррекцией по частоте вращения кулачкового вала (пропорциональной частоте вращения коленчатого вала (ЧВКВ) n_e), обеспечивает определенное положение рейки h_{p} ТНВД (ТН). Топливо ($\mathrm{C}_n\mathrm{H}_m$) подается на вход ТНВД. Последний обеспечивает в каждый цилиндр цикловую подачу топлива $q_{\mathrm{ц}} = q_{\mathrm{ц}}(n_e, h_{\mathrm{p}})$, зависящую от ЧВКВ n_e и положения рейки h_{p}. Избыток топлива сливается в бак. Работа ТНВД характеризуется шумом $S_{\mathrm{т.н}}$ [53].

В камере сгорания двигателя (Д*) высвобождается энергия $l_{\mathrm{ц}}$, доля которой по отношению к количеству теплоты $h_{\mathrm{ц}}$, внесенной с топливом в цилиндр, оценивается индикаторным КПД η_i (применительно к полноразмерному двигателю $\eta_i = 3600 / (g_i H_u) = 3{,}6\, N_i / (G_{\mathrm{т}} H_u)$). Процесс характеризуется индикаторной мощностью N_i (кВт) и индикаторным удельным расходом топлива $g_i = 3600 / (\eta_i H_u)$, г/(кВт · ч).

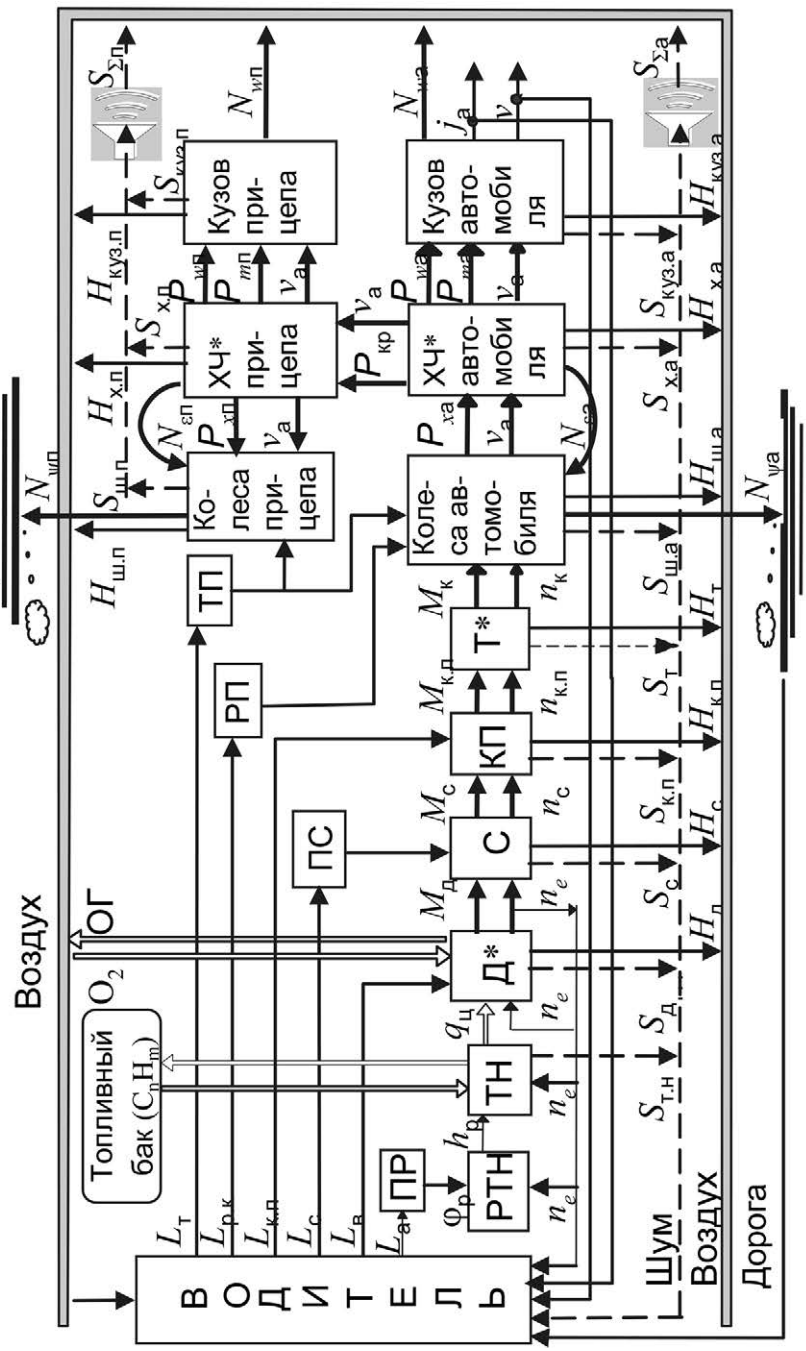

Воздух
ОГ
O_2
Топливный бак (C_nH_m)
ВОДИТЕЛЬ
$L_т$
$L_{р.к}$
$L_{к.п}$
$L_с$
$L_в$
$L_а$
ПР
$\varphi_р$
РТН
n_e
$h_в$
ТН
$q_ц$
Д*
$M_д$
n_e
ПС
С
$M_с$
n_e
РП
КП
$M_{к.п}$
$n_{к.п}$
ТП
Т*
$M_к$
$n_к$
Колеса автомобиля
Колеса прицепа
$N_{шп}$
$H_{ш.п}$
$S_{ш.п}$
$N_{εп}$
$H_{х.п}$
$S_{х.п}$
ХЧ* прицепа
$P_{хп}$
$v_а$
$P_{кр}$
$v_а$
$P_{ха}$
$v_а$
$N_{εа}$
ХЧ* автомобиля
$P_{ия}$
P_{ma}
$v_а$
$N_{ψа}$
$H_{ш.а}$
$S_{ша}$
$H_т$
$S_т$
$H_{к.п}$
$S_{к.п}$
$H_с$
$S_с$
$H_п$
$S_д$
$S_{т.н}$
Шум
Воздух
Дорога
$S_{х.д}$
$P_{ид}$
$P_{mп}$
$v_а$
Кузов прицепа
$S_{куз.п}$
$H_{куз.п}$
$N_{ип}$
$S_{Σп}$
Кузов автомобиля
$N_{ия}$
$j_а$
$v_а$
$S_{х.а}$
$H_{х.а}$
$S_{куз.а}$
$H_{куз.а}$
$S_{Σа}$

Рис. 4.16. Схема возникновения, преобразования, продвижения, реализации потока энергии и управления им в АТС (с дизелем): C_nH_m – углеводороды топлива; O_2 – кислород воздуха; ОГ – отработавшие газы; $L_а$, $L_в$, $L_с$, $L_{к.п}$, $L_{р.к}$, $L_т$ – управляющие воздействия соответственно педали акселератора, воздушной заслонки, педали сцепления, рычага КП, рулевого колеса, тормозной педали; РТН – регулятор топливного насоса; ПР – привод рычага РТН; ТН – топливный насос высокого давления (ТНВД); Д* – двигатель (без РТН и ТН); С – сцепление; КПП – коробка перемены передач; Т* – оставшаяся часть трансмиссии (без С и КП); ХЧ* – ходовая часть без колес (несущая часть); $\varphi_р$ – угол поворота рычага РТН; $h_р$ – ход рейки ТН; $q_ц$ – цикловая подача топлива; $M_д$ – снимаемый крутящий момент КВ двигателя; $M_с$ – момент на ведомом валу сцепления; $M_{к.п}$ – момент на вторичном валу КП; $M_к$ – момент на ведущих колесах; $P_{ха}$ – продольная сила воздействия движителя автомобиля на его несущую часть (ХЧ*); $P_{хп}$ – продольная сила воздействия несущей части (ХЧ*) прицепа на его колеса; $P_{кр}$ – сила на крюке; $P_{wа}$ и $P_{wп}$ – сила преодоления сопротивления воздуха автомобиля и прицепа соответственно; $N_{wа}$ и $N_{wп}$ – мощность, расходуемая на сопротивление воздуха движению автомобиля и прицепа соответственно; $N_{εа}$ и $N_{εп}$ – мощность, расходуемая на ускорение вращающихся масс автомобиля и прицепа соответственно; $N_{ψа}$ и $N_{ψп}$ – затраты мощности на качение по опорной поверхности колес автомобиля и прицепа соответственно; $n_{е,}$ $n_с$, $n_{к.п}$, $n_к$ – частоты вращения коленчатого вала, ведомого вала сцепления, вторичного вала КП и ведущего колеса соответственно; $v_а$, $j_а$ – скорость и ускорение АТС; ПС – привод сцепления; РП – рулевой привод; ТП – тормозной привод; $H_д$, $H_с$, $H_{к.п}$, $H_т$, $H_{ш.а}$ ($H_{ш.п}$), $H_{х.а}$ ($H_{х.п}$), $H_{куз.а}$ ($H_{куз.п}$) – тепловые потери мощности соответственно двигателя, сцепления, коробки передач, оставшейся части трансмиссии, шин колес автомобиля (прицепа), ходовой части автомобиля (прицепа), кузова автомобиля (прицепа); $S_{т.н}$, $S_д$, $S_с$, $S_{к.п}$, $S_т$, $S_{ш.а}$ ($S_{ш.п}$), $S_{х.а}$ ($S_{х.п}$), $S_{куз.а}$ ($S_{куз.п}$) – шум, создаваемый соответственно топливным насосом, двигателем, сцеплением, коробкой передач, оставшейся частью трансмиссии, шинами колес автомобиля (прицепа), ходовой частью автомобиля (прицепа), кузовом автомобиля (прицепа); $S_{Σ.а}$ и $S_{Σ.п}$ – суммарная звуковая энергия (переходящая в тепло воздуха) соответственно для автомобиля и прицепа

Энергия движения поршней посредством ЦПГ и КШМ преобразуется в энергию вращательного движения КВ с маховиком. Это происходит с потерей мощности $N_{\text{мех}}$ и с КПД $\eta_{\text{мех}} = (N_i - N_{\text{мех}}) / N_i$. В распоряжении потребителей энергии оказывается эффективная мощность $N_e = N_i - N_{\text{мех}}$. При этом эффективный КПД $\eta_e = \eta_i \eta_{\text{мех}} = 3600 / (g_e H_u) = 3{,}6\, N_e / (G_т H_u)$, эффективный удельный расход $g_e = 3600 / (\eta_e H_u)$.

Эффективные показатели определяются в стационарно-стендовых условиях. В эксплуатации же присутствуют еще затраты мощности $N_{\text{в.а}}$ на привод вспомогательных агрегатов, изменение мощности из-за отклонения состояния двигателя ($\Delta N_{\text{д.с.д}}$) и атмосферных условий ($\Delta N_{\text{д.ат}}$), влияние неустановившихся режимов (НУР) $\Delta N_{\text{д.нур}}$. Таким образом, мощность, которой располагает трансмиссия, равна

$$N_{\text{д}} = M_{\text{д}} n_e = N_e - N_{\text{в.а}} - \Delta N_{\text{д.с.д}} - \Delta N_{\text{д.ат}} - \Delta N_{\text{д.нур}}. \qquad (4.18)$$

Двигатель, используя O_2, выбрасывает отработавшие газы (ОГ), выделяет тепловую энергию $H_{\text{д}}$, производит шум $S_{\text{д}}$. Крутящий момент $M_{\text{д}}$ КВ поступает на ведущие и воспринимается ведомыми дисками сцепления. Мощность рассеяния энергии дисками сцепления: $\Delta N_{\text{с}} = H_{\text{с}} + S_{\text{с}} = N_{\text{д}} - N_{\text{с}}$, где $N_{\text{с}} = M_{\text{с}} n_{\text{с}}$ – мощность на выходе сцепления.

Мощность $N_{\text{с}}$ поступает на вход КПП. Функция КПП – согласовывать нагрузку сопротивления движению АТС с характеристиками двигателя. Водитель осуществляет ступенчатое управление посредством рычага $L_{\text{к.п}}$. Работа КПП сопровождается потерей энергии, связанной с трением и генерацией высокочастотных колебаний в зубчатых парах и подшипниках, трением в уплотнениях, перемешиванием масла: $\Delta N_{\text{к.п}} = H_{\text{к.п}} + S_{\text{к.п}} = N_{\text{с}} - N_{\text{к.п}}$, где $N_{\text{к.п}} = M_{\text{к.п}} n_{\text{к.п}}$ – мощность на выходе КПП.

Далее поток мощности проходит ряд звеньев оставшейся части трансмиссии (Т*): карданную передачу, главную передачу и др. Работа их происходит с трением в зубчатых парах, шарнирах, подшипниках, уплотнениях, с перемешиванием масла, генерацией высокочастотных колебаний в зубчатых парах, шарнирах и подшипниках, развитием и поглощением этих колебаний в валопроводах – все это с выделением тепловой энергии ($H_{\text{т}}$), и с шумом ($S_{\text{т}}$): $\Delta N_{\text{т}} = H_{\text{т}} + S_{\text{т}} = N_{\text{к.п}} - N_{\text{к}}$, где $N_{\text{к}} = M_{\text{к}} n_{\text{к}}$ – остаток мощности, подводимый к ведущим колесам.

Рабочий процесс отдельного колеса сложен: его определяют характеристики шины, свойства дороги, нагрузки, крутящий момент, скорость движения, крутизна траектории поворота, сцепление с дорогой. Процесс, просуммированный по всем колесам, сопровождается диссипацией энергии на деформацию и нагрев дороги ($N_{\text{ша}}$) и шин (в конечном итоге – воздуха $H_{\text{ш.а}}$), а также генерацией шума ($S_{\text{ш.а}}$): $\Delta N_{\text{ш.а}} = N_{\text{ша}} + H_{\text{ш.а}} + S_{\text{ш.а}} = N_{\text{к}} - N_{\text{ха}}$, где $N_{\text{ха}} = P_{\text{ха}} v_{\text{а}}$ – остаток мощности, подводимый к балкам мостов автомобиля, $P_{\text{ха}}$ – толкающее усилие со стороны ступиц [53].

Движитель объединен несущей частью. Эта объединенная конструкция наводит паразитную циркуляцию мощности в системе «трансмиссия – ходовая часть». Энергетически весомым является колебательный процесс подвески. Подвеска призвана обеспечивать плавное движение рамы с кузовом, грузом, людьми в процессе движения колес с мостами по неровной дороге – и это возможно только с реализацией колебаний неподрессоренной массы относительно подрессоренной. Такие колебания нужно непрестанно гасить. На демпфирование уходит часть энергии $H_{х.а}$, а работа элементов ХЧ* сопровождается шумом элементов $S_{х.а}$: $\Delta N_{х.а} = H_{х.а} + S_{х.а} = N_{ха} - N_р$, где $N_р = P_р v_а$ – остаток мощности, подводимый к раме автомобиля для формирования толкающего усилия.

Темп энергопотребления определяет мощность машины, энергосилового объекта – и рассчитывается как произведение силового параметра на скоростной. Мощность ДВС определяется произведением реализуемого крутящего момента вала двигателя M_e на частоту вращения этого вала n_e: $N_e = M_e n_e$.

Зависимости снимаемого крутящего момента M_e (и других параметров: положения регулирующих органов, подачи топлива и пр.) от частоты n_e являются скоростными характеристиками. При этом зависимость $M_e = f(n_e)$ при предельных положениях регулятора называется внешней скоростной характеристикой (ВСХ). ВСХ при реализации ограничений скоростного режима ДВС переходит в предельную регуляторную характеристику (ПРХ). Скоростные характеристики, снятые при промежуточных положениях регулятора, являются частичными скоростными характеристиками.

На рис. 4.17 представлено семейство скоростных характеристик дизеля КамАЗ-740 [53]. Если значения положения рейки топливного насоса $h_р$ положить на ось аппликат (к читателю), то получим 3D-изображение зависимости $h_р = f(M_e n_e)$. Так, на базе параметров M_e и n_e, строится многопараметровая характеристика ДВС, являющаяся его функциональным паспортом. Силовые, скоростные и мощностные показатели посредством трансмиссии и колесного движителя далее формируют кинематику и динамику движения экипажа.

4.6.2. Отличия в продвижении потока энергии и формировании тягового баланса у квантомобиля

Представленные выше в графическом виде зависимости, составляющие основу силового, мощностного и энергетического баланса автомобиля и его энергосилового тракта, приведены нами, чтобы заявить: ничего этого в случае использования КвД нет и не нужно. Нет кинематической увязки скоростного и нагрузочного режимов в силовом агрегате. В случае КвД всё по-другому и, наверное, проще: есть прикладываемый к кон-

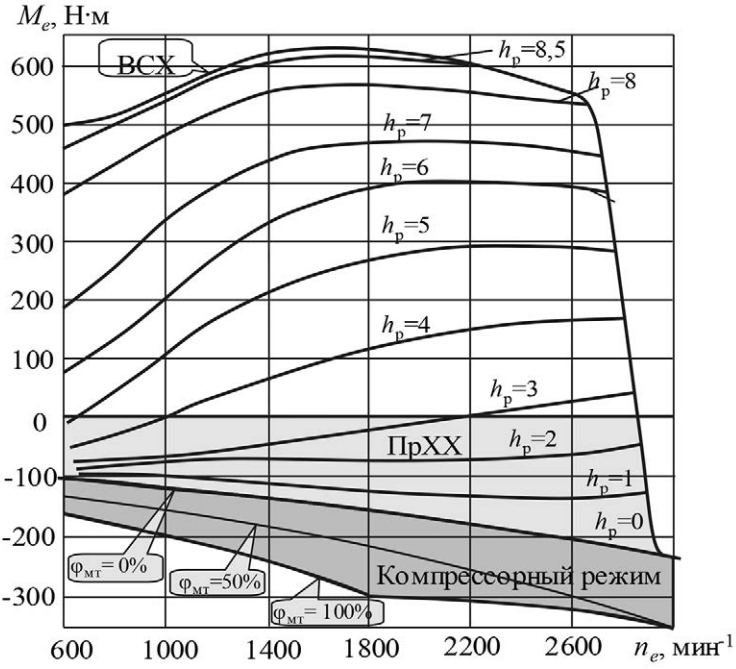


Рис. 4.17. Семейство скоростных характеристик $M_e = Me(n_e)$ двигателя КамАЗ-740 по ходу рейки ТНВД $h_р$ (в миллиметрах); $\varphi_{МТ}$ – положения заслонки моторного тормоза [53]

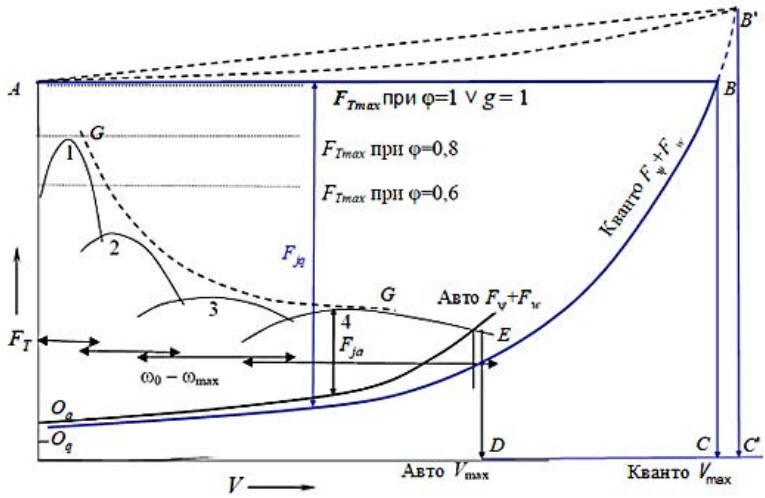


Рис. 4.18. Тяговый баланс автомобиля и квантомобиля

струкции экипажа вектор тяговой силы (траст), которым (и только им одним) и предстоит управлять.

Поскольку у КвД скоростного режима, по сути, нет, то основным средством расчета и управления является уравнение тягового баланса:

$$F_{\text{Т}} = F_f + F_i + F_w + F_j = F_{\psi} + F_w + F_j. \qquad (4.19)$$

Аналитические возможности уравнения (4.19) графически представлены на рис. 4.18, где отображена сравнительная картина для автомобиля (черным цветом) и квантомобиля – наследника свойств (веса, формы и пр.) (синим).

Во-первых, вспомним, что для автомобиля при силовых расчетах условия движения по сцеплению чаще всего ограничивают силой F_{Tmax} при $\varphi = 0{,}8$ [120], и гиперболу GG, огибающую графики тяговой силы по передачам КПП, чертят сверху с уровня $\varphi = 0{,}8$. В случае квантомобиля разгон условиями сцепления колес с дорогой не ограничен: на рис. 4.18 силовой предел отображен постоянной силой F_{Tmax} (при $\varphi = 1$), что соответствует ускорению $1g$ на начальной скорости разгона.

Далее видим, что у автомобиля на динамику остается остаток от тяговой силы F_{ja}. У квантомобиля же составляющая F_{jq} в несколько раз больше, чем F_{ja}. Более того, при меньших затратах тяговой силы квантомобиля на качение колес и преодоление сопротивления воздуха ($F_{\psi} + F_w$) (см. кривые O_aE и O_qB) и постоянстве силы F_{Tmax} (см. синяя горизонталь AB) максимальная скорость разгона квантомобиля (абсцисса C точки встречи кривых B) намного больше максимальной скорости автомобиля (сравните точки C и D).

Далее, увеличивая в ходе разгона тяговую силу (управляемый траст $F_{\text{Т}}$) КвД по прямолинейному либо криволинейному закону (см. линии AB'), можно добиться еще большей скорости разгона C'.

Таким образом, двухканальная (сила и скорость) многоступенчатая (регулятор ТНВД, собственно ТНВД, камера сгорания, муфта сцепления, КПП, главная передача, бортовые редукторы, ведущие колеса) система преобразования управляющего воздействия водителя в тяговую силу (см. рис. 4.16) заменяется у квантомобиля одноканальным регулированием интенсивности рабочего процесса рабочего органа (резонатора) КвД, производящего тяговую силу (траст), непосредственно прикладываемую к корпусу экипажа.

С точки зрения предельных возможностей внешняя скоростная характеристика ДВС автомобиля заменяется предельной регуляторной характеристикой (ПРХ) КвД, представляющей собой зависимость скаляра F траста $\boldsymbol{F}_{\text{Т}}$ от предельного по биомеханике (либо конструктивным ограничениям управляемого или автономного ТС) ускорения экипажа. ПРХ должна настраиваться на оперативную массу экипажа (жесткая настрой-

ка ПРХ на полную массу ТС может приводить к недопустимым ускорениям незагруженного ТС).

4.7. Влияние отличий экипажей с ДВС и с квантовым двигателем и сопротивления их движению на энергопотребление

4.7.1. Влияние различия концептуальных схем экипажей на генерацию тяговой силы

Начнем рассматривать аналитические цепочки с маховика коленчатого вала ДВС и резонатора КвД.

Приведем классическое уравнение тягового баланса автомобиля для установившегося движения на горизонтальном участке дороги:

$$P_{\text{т}} = P_f + P_w, \tag{4.20}$$

где $P_{\text{т}}$ – тяговая сила, образованная поступающим на ведущие колеса крутящим моментом и приложенная через ось (ступицу) колес к раме автомобиля; P_f – сопротивление качению; P_w – сопротивление воздуха.

Модифицируем (4.20) для квантомобиля, заменив $P_{\text{т}}$ на $F_{\text{т}}$ (см. рис. 4.15), где $F_{\text{т}}$ – тяговая (трастовая) сила, генерируемая КвД и приложенная к раме квантомобиля (в месте установки КвД):

$$F_{\text{т}} = F_f + F_w. \tag{4.21}$$

Прежде чем рассматривать изменения для каждой составляющей этого уравнения силового баланса при переходе от автомобиля к квантомобилю, полезно сравнить генерацию каждой из тяговых сил: $P_{\text{т}}$ и $F_{\text{т}}$ (левая часть уравнений). Привлечем на помощь схему рис. 4.19 [22].

Отметим, что, в отличие от академических курсов (где тяговая сила возникает на оси ведущего колеса), в нашем случае воздействие $P_{\text{т}}$ на экипаж A осуществляется со стороны подвески. Это сделано для обеспечения идентичности мест приложения этой силы для обоих рассматриваемых экипажей.

Будем придерживаться состава и терминологии АТС, представленных на рис. 4.20 [53].

ДВС производит эффективный крутящий момент M_e (с реализацией на заданной скорости эффективной мощности N_e), который до формирования тяговой силы $P_{\text{т}}$, воздействующей на раму (корпус) со стороны подвески, еще должен претерпеть цепь преобразований в сцеплении, коробке передач, дифференциалах, раздаточных коробках, бортовых редукторах, валопроводах, колесах (в непростом контакте их с дорогой) – и в каждом

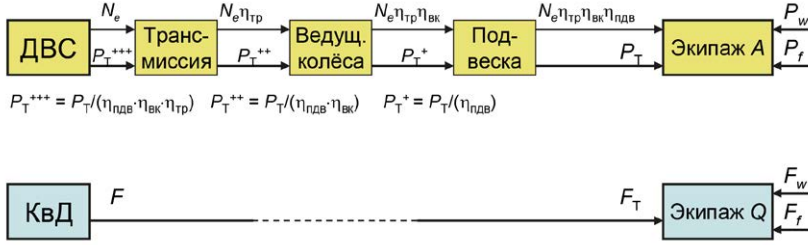


Рис. 4.19. Схемы генерации тяговых сил для автомобиля (экипаж *A*)
и квантомобиля (экипаж *Q*)

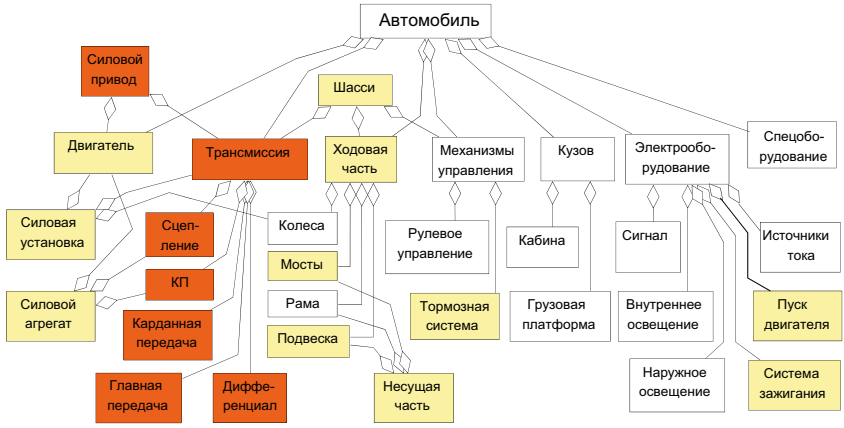


Рис. 4.20. Элементы и компоненты АТС:
коричневым цветом закрашены полностью ликвидируемые
в квантомобиле элементы базового автомобиля;
желтым цветом –либо частично ликвидируемые,
либо существенно видоизменяемые элементы базового экипажа

из этих звеньев идут преобразования с потерей энергии и значениями КПД (трансмиссии – $\eta_{тр}$, ведущих колес – $\eta_{в.к}$, подвески – $\eta_{пдв}$), зависящими от многих условий.

На схемах рис. 4.19 можно проследить (в верхнем слое связей) изменение мощности, передаваемой от ДВС через элементы энергосилового тракта (ЭСТ) до рамы экипажа *A*. Потери накапливаются, что аналитически учитывается величинами соответствующих КПД. В конечном итоге на осуществление движения экипажа *A* остается мощность $N_T = N_e\eta_{тр}\eta_{в.к}\eta_{пдв}$. Этой мощности (на данной скорости) соответствует сила тяги P_T.

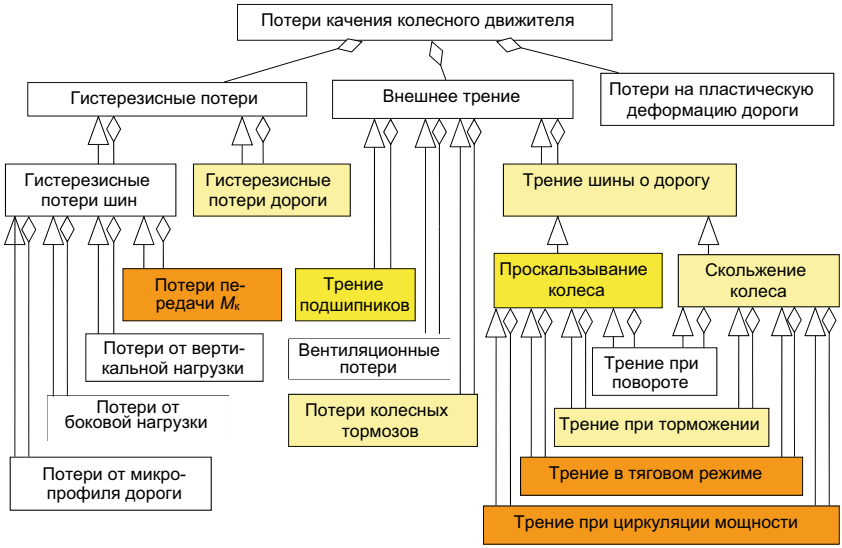


Рис. 4.21. Структура потерь качения колесного движителя [53]

Силу $P_т$ можно привести к коленчатому валу ДВС, учитывая обратные значения КПД силовых элементов, а именно: $P_т^{+++} = P_т / (\eta_{пдв}\eta_{вк}\eta_{тр})$.

Значения коэффициентов $\eta_{пдв}$, $\eta_{в.к}$, $\eta_{тр}$ в нижеследующем количественном анализе определялись автором на базе множества моделей, в том числе собственных материалов [53]; применялся также экспертный подход.

О глубине поиска свидетельствует, например, схема рис. 4.21 оценки $\eta_{в.к}$ колесного движителя, поскольку роль колес весьма значима в оценке различий между автомобилем (где колеса работают в ведущем режиме) и квантомобилем (где колеса оказываются ведомыми). На этом рисунке желтым цветом отмечены составляющие, частично уменьшающиеся у квантомобиля, а коричневым – полностью исчезающие у рассматриваемого АТС.

4.7.2. Отличие сил сопротивления движению экипажей

Из семи режимов качения колеса́ автомобиля (см. [53]) у квантомобиля останется только ведомый режим. Подвод энергии, уходящей на гистерезисные потери шины, работу сил внешнего трения шины о дорогу, на циркуляцию мощности, – отсутствует; вентиляционные потери – снижаются. Тормозной же режим колес квантомобиля почти не будет отличаться от автомобильного варианта.

Для ведущих колес в упрощенном анализе можно использовать коэффициент сопротивления качению шины ведущего колеса $f_ш$ [53]:

$$f_{ш} = P_f / Z = a_с / r_д + M_к (r_д - r_к) / (Z r_д r_к) = \frac{a_c}{r_д} + \frac{M_к}{Z r_к} \delta_к = f_с + f_к, \quad (4.22)$$

где $f_с = a_с / r_д$ – составляющая коэффициента $f_ш$, характеризующая силовые потери, связанные со смещением $a_с$ вертикальной реакции Z; $f_к = ((M_к / r_к) / Z) \delta_к$ – составляющая коэффициента $f_ш$, характеризующая кинематические потери, связанные со скольжением колеса $\delta_к = (r_д - r_к) / r_д$, приводящим к уменьшению скорости движения автомобиля v. Коэффициенты $f_ш$, $f_с$ и $f_к$ являются соответственно энергетическим, силовым и кинематическим коэффициентами сопротивления качению.

Величина $((M_к / r_к) / Z)(r_д - r_к))$ определяет дополнительный снос нормальной реакции Z. С учетом $(a_с + a_к) = a_ш$ можно записать

$$f_{ш} = (a_с + a_к) / r_д = (P_{fс} + P_{fк}) / Z = (M_{fс} + M_{fк}) / Z r_к = (N_{fс} + N_{fк}) / Z v, \quad (4.23)$$

где $P_{fс}$, $P_{fк}$, $M_{fс}$, $M_{fк}$, $N_{fс}$ и $N_{fк}$ – силовые и кинематические составляющие силы P_f, момента M_f и мощности N_f сопротивления качению колеса.

При переходе колеса из ведущего режима в ведомый скольжение колеса практически исчезает: величины $(r_д - r_к)$, $\delta_к$, $f_к$, $a_к$ обнуляются. Смещение $a_с$ вертикальной реакции Z уменьшается (допустим, вдвое – более подробные выкладки см. в [53]).

Аэродинамическое сопротивление представим известной формулой

$$P_w = k_w F_{лоб} v_w^2, \quad (4.24)$$

где k_w – коэффициент обтекаемости, $Н \cdot с^2 \cdot м^{-4}$; $F_{лоб}$ – площадь лобового сечения, $м^2$; v_w – скорость АТС относительно воздуха, $мс^{-1}$.

В случае квантомобиля из профиля миделя убираются выступающие части: ведущие мосты, карданные валы, картер КП, глушитель, топливный бак.

На аэродинамические характеристики колесного транспорта существенно влияет характер течения воздушного потока в подднищевой зоне. Для квантомобиля и автолета учитываем снижение потерь под днищем соответствующим уменьшением коэффициента k_w.

КвД (при отсутствии элементов, закрашеных коричневым цветом на рис. 4.20) в данном анализе непосредственно генерирует тяговую силу $F_Т$ (см. рис. 4.15 и 4.19; здесь $F_Т = F$). Дросселирующая и демпфирующая роль системы управления КвД (состоящая в том, чтобы обеспечить величину $F_Т$, достаточную для выполнения тягового баланса по выражению (4.19)) пока не рассматривается, однако возможность внесения такого элемента с осуществлением $F_Т = F$ учтена на рис. 4.19 (показана пунктиром).

С учетом основного условия сравнения вариантов – $F_Т = P_Т$ – можно посредством величины $F_Т / P_Т^{+++}$ оценить энергоэффективность внедрения

квантомобиля по сравнению с автомобилем. Речь идет об оценке того, насколько мощность КвД должна быть меньше или больше мощности ДВС для обеспечения предусмотренного режима установившегося движения.

4.8. Пример оценки энергетики квантомобиля на фоне автомобиля-аналога

С целью оценки энергетики квантомобиля на фоне современного автомобиля-аналога рассмотрим гипотетический численный пример сравнения тяговых сил и энергозатрат автомобиля КамАЗ-4326 [44] (рис. 4.22) и квантомобиля-лаборатории на его базе.

Ограничимся базовым режимом работы магистрального АТС, предусматривающим движение с постоянной скоростью на горизонтальном участке дороги – установившийся режим движения с постоянной скоростью 100 км/ч (27,8 м/с).

Груз – постоянный во всех расчетных вариантах; снижение общей массы экипажа обеспечено за счет облегчения конструкции при переходе от базового автомобиля КамАЗ-4326 к квантомобилю, а затем – квантолету (что соответствует смыслу модернизации).

Рис. 4.22. Автомобиль КамАЗ-4326 (участник гонки «Дакар») [44]

Рассмотрим пять расчетных вариантов [208]:

1) автомобиль КамАЗ-4326 с ДВС ЯМЗ-7Э846.10-07 – на дороге с предельно низким дорожным сопротивлением $f = 0{,}01$;

2) автомобиль КамАЗ-4326 с ДВС ЯМЗ-7Э846.10-07 – на дороге с достаточно высоким дорожным сопротивлением $f = 0{,}1$;

3) квантомобиль-лаборатория на базе КамАЗ-4326 с КвД (вместо ДВС с условно той же массой), без штатной трансмиссии, с облегченной подвеской, с бескартерными мостами-балками и исключительно ведомыми опорными колесами, без топливных баков, глушителей (экипаж не догружаем грузом до первоначального номинала) – на дороге с дорожным сопротивлением $f = 0{,}01$;

4) квантомобиль-лаборатория на базе КамАЗ-4326 с КвД (вместо ДВС) в коплектации по п. 3 – на дороге с дорожным сопротивлением $f = 0{,}1$;

5) квантолет-лаборатория на базе КамАЗ-4326 с КвД (вместо ДВС) с выводом из комлектации по п. 3 опорных колес, с обтекающим днищем. В расчет берется только горизонтальная курсовая тяговая сила $F_{Тх}$ (см. (4.16) и (4.17)).

В каждом из пяти названных вариантов расчета добиваемся равенства скоростного режима сопоставляемых экипажей. При этом условии определяем разницу необходимых тяговых сил $P_Т$ и $F_{Тх}$, а также разницу значений необходимой эффективной мощности ДВС $N_{eДВС}$ и КвД $N_{eКвД}$.

Результаты расчетов помещены в табл. 4.1. В ней $G_{эк}$ – это вес экипажа с постоянным грузом для всех пяти вариантов: варианты 1 и 2 – полный вес 10 т; варианты 3 и 4 – облегчение конструкции на 1,2 т (из-за вывода трансмиссии, ведущих мостов и топливного бака); вариант 5 – облегчение еще на 1 т (из-за вывода опорных колес с их мостами) (см. авторские работы [57, 208]).

Таблица 4.1

Результаты расчетов

Показатель	Варианты расчета				
	1. Автомобиль, ДВС, $f = 0{,}01$, $P_Т$	2. Автомобиль, ДВС, $f = 0{,}1$, $P_Т$	3. Квантомобиль, КвД, $f = 0{,}01$, $F_Т$	4. Квантомобиль, КвД, $f = 0{,}1$, $F_Т$	5. Квантолет, КвД, $F_{Тх}$
1	2	3	4	5	6
$G_{эк}$, Н	100 000	100 000	88 000	88 000	78 000
$F_{лоб}$, м^2	7,0	7,0	6,5	6,5	5,5
k_w, Н · с^2/м^4	0,6	0,6	0,55	0,55	0,45
$\eta_{тр}$	0,85	0,92	–	–	–

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
$\eta_{вк}$	0,9	0,7	–	–	–
$\eta_{пдв}$	0,97	0,9	–	–	–
$\eta_{эст}$	0,74	0,58	–	–	–
P_f, Н	1000	10 000	880	8800	0
$P_в$, Н	3240	3240	2760	2760	1910
$P_т$ ($F_т$, $F_{тх}$), Н	4240	13 240	3640	11 560	1910
$N_т$ ($N_{тх}$), кВт/л. с.	118/160	368/500	101/137	321/437	53/72
P_e^{+++} ($F_т$, $F_{тх}$), Н	5730	22 830	3640	11 560	1910
N_e ($N_{тх}$), кВт/л. с.	159/216,5	634/862	101/137	321/437	53/72

Анализ показателей таблицы позволяет сделать следующие выводы.

Энергозатраты квантомобиля с опорными колесами на скорости 100 км/ч в полтора-два раза меньше, нежели у базового автомобиля КамАЗ-4326 (см. строку N_e ($N_{тх}$) табл. 4.1).

Энергозатраты квантолета на горизонтальную составляющую силу тяги $\boldsymbol{F}_{тх}$ в три раза меньше, чем для базового автомобиля в условиях движения с минимально возможным сопротивлением горизонтальной дороги $f = 0{,}01$, и в 10 раз ниже для дороги $f = 0{,}01$ (сравните столбцы 2, 3 и 6 табл. 4.1).

Отсутствие в мире данных по энергозатратам на вертикальное вывешивание квантолета (составляющая $\boldsymbol{F}_{тz}$ траста (4.16)) не позволяет пока сравнить квантолет с базовым автомобилем в условиях продолжительного движения.

Полная картина тягового баланса во всем диапазоне скоростей до 100 км/ч приведена на рис. 4.23. Поле тяговых сил автомобиля окрашено желтым цветом. Кривые по передачам соответствуют максимальным тяговым усилиям. Обратим внимание на силу F_{ja}: это доля тяговой силы, остающаяся на реализацию ускорения автомобиля.

Пунктирная огибающая *GG* является геометрическим местом точек максимальных тяговых сил при произвольном варьировании ряда передаточных чисел возможных КПП автомобиля. Это отражает и вариант применения вариатора с непрерывной сменой передаточного числа.

Если огибающую кривую *GG* выбрать за регуляторную характеристику траста квантомобиля, то получим вариант движения квантомобиля с силовой нагрузкой его конструкции, равноценной варианту автомобиля-прототипа. Обратим теперь внимание на силу F_{jq}: она больше силы F_{ja} (в основном по причине меньших сопротивлений качению колес и воздуха) – стало

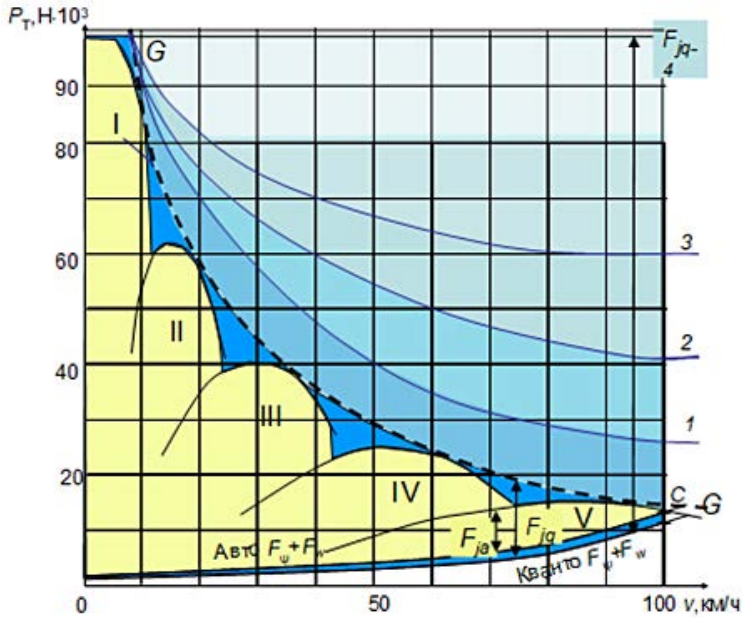


Рис. 4.23. Тяговый баланс автомобиля (желтый цвет)
и квантомобиля (синий) для $f = 0{,}1$:
GG – гипербола, огибающая попередаточные графики тяговых сил автомобиля;
кривые *1–4* описывают возможные регуляторные характеристики КвД

быть, квантомобиль может двигаться с бóльшим ускорением, нежели сравниваемый с ним автомобиль-прототип.

Гиперболы *1*, *2* и *3* могут выступать в роли регуляторных характеристик КвД для реализации значительно бóльших ускорений, чем у автомобиля-прототипа. Гиперболический характер этих кривых отвечает тенденции снижения ускорения ТС на высоких скоростях, т. е. реализации «осмотрительности» с точки зрения безопасности движения. Вероятно, их можно будет выбирать исходя из условий эксплуатации. Прямая *4* является предельной регуляторной характеристикой КвД, отвечающей его предельным возможностям (если не введен форсаж *AB′* по рис. 4.18).

В системе управления КвД (как открытой квантомеханической системы), по всей видимости, будет использоваться концепция клапана и принцип фазовых соотношений между состояниями двух клапанов, рассмотренные в подразделе 3.2 и Приложении.

4.9. Этапы проведения расчетно-экспериментальных работ по созданию квантомобилей

Представленные выше выкладки обозначили возможность формирования теории квантомобиля, а также рассмотрения аспектов перманентной подготовки транспортной отрасли к соответствующему перевооружению.

Несмотря на то, что рассмотренные теоретические концепции еще требуют всесторонней технической апробации и верификации со стороны научной общественности, все же возрастающее число патентов и действующие лабораторные образцы антигравитационных устройств с квантовой тягой уже вселяют уверенность в появлении в обозримом будущем автомобилей с КвД – квантомобилей. И это определяет необходимость осмысления встречного движения со стороны автопрома: проведения расчетных и экспериментальных исследований тяговых сил КвД, мест установки КвД в/на корпусе транспортного средства; прогнозирования многофункциональности КвД и управления ими.

Ниже предпримем попытку планирования НИОКР для ранних стадий создания квантомобилей – исследования формирования и приложения тяговой силы КвД и установки на экипаже КвД (одного или нескольких).

Общая установка комплекса НИОКР

Этап 1 – опробование первых опытных тяговых КвД и схем установки этих КвД на шасси существующих конструкций автомобилей.

Этап 2 – проработка схем подвеса квантомобиля на двух тяговых КвД.

Этап 3 – проработка схем подвеса квантомобиля на трех КвД (тяговых и векторно-управляемых по горизонту).

Этап 4 – проработка схем подвеса квантомобиля на четырех КвД (тяговых, векторно-управляемых по горизонтали и вертикали).

Этап 5 – проработка концептов квантомобилей на множестве КвД разной функциональности.

В табл. 4.2 приведены основные схемно-компоновочные и временны**е** особенности этапов.

Таблица 4.2

План экспериментальных работ

Этап	Число КвД на квантомобиле	Варианты мест установки	Условные сроки проведения экспериментальных работ (с момента появления первых КвД)
1	1	1–9	Первое десятилетие
2	2	10–15	Второе десятилетие
3	3	16–27	Третье десятилетие
4	4	28–35	
5	*N*	Произвольно	Четвертое десятилетие и далее

Естественно, потребуется пространство для перемещения и монтажа КвД, опробования различных схем установки, размещения лабораторного оборудования и персонала. Поэтому рационально использовать ходовые лаборатории на базе грузового автомобиля (особенно на первых этапах).

Для представления концептуальных аспектов продвижения по этапам настоящей работы нами выбран в качестве базового экипажа автомобиль КамАЗ-4326 – тот самый, что участвует в гонке «Дакар» (см. рис. 4.24). К тому же Камский автозавод, с его мощной производственной и научно-исследовательской базой, передовыми технологиями, пытливой мыслью и амбициозными устремлениями инженерного корпуса, вполне может оказаться в первых рядах производителей будущих массовых квантомобилей.

Рис. 4.24. Автомобиль КамАЗ-4326 [44]

Этап 1: опробование первых опытных тяговых КвД и схем установки этих КвД на шасси существующих конструкций автомобилей

На этом, начальном этапе будут осуществляться первые попытки проектирования и изготовления опытных образцов КвД автомобильного класса. Будет уделяться внимание решению компоновочных вопросов, поиску оптимальных силовых схем квантомобиля общего характера, расчету общей тяговой динамики, рассмотрению колебательной системы экипажа, принципиальным вопросам обеспечения управляемости экипажа и безопасности его движения, безопасности персонала.

Естественно, начинать надо с одного КвД на автомобиль и только с горизонтальной курсовой тягой. Аналитически и экспериментально установка единственного КвД должна быть опробована и изучена на трех горизонтальных уровнях: в плоскости осей колес автомобиля, в плоскости плавающего центра тяжести автомобиля, в максимально высокой точке крепления КвД. Также уместно опробовать и изучить установку КвД в трех

вертикальных сечениях: в плоскости (и/или впереди) передней оси автомобиля, в плоскости с плавающим центром тяжести автомобиля, в плоскости (и/или сзади) задней оси автомобиля. На рис. 4.25 это отражено в виде условной матрицы аналитических и экспериментальных работ. Естественно, установка единственного КвД должна осуществляться в центральной продольно-вертикальной плоскости автомобиля. Точка *9* отсутствует из-за явной бессмыслицы по причине возникновения опрокидывающего (клюющего) момента (хотя для автопоезда это может иметь смысл).

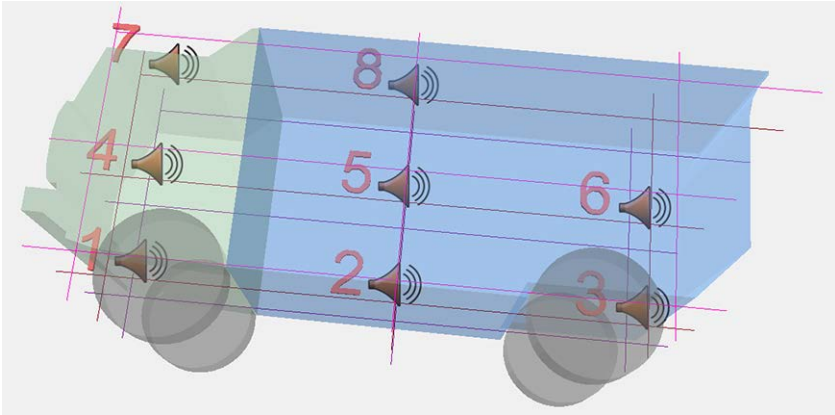


Рис. 4.25. Матрица плана эксперимента мест установки единственного КвД

Этап 2: проработка схем подвеса квантомобиля на двух тяговых КвД

На данном этапе будут продолжены попытки проектирования и изготовления опытных образцов КвД автомобильного класса. Будет уделяться внимание решению компоновочных вопросов, поиску оптимальных силовых схем квантомобиля, расчету тяговой динамики, рассмотрению колебательной системы экипажа, принципиальным вопросам обеспечения управляемости экипажа и вопросам безопасности.

Поскольку два соосно установленных КвД улучшают (в сравнении с одним КвД) продольную устойчивость, гибкость развесовки нагрузки по осям автомобиля, а также создают возможность бокового рыскания вектора тяги, то нам следует дополнительно к аспектам первого этапа учесть и эти моменты. Здесь появляется понятие КвД, векторно-управляемого по горизонту.

Аналитически и экспериментально установка двигателей должна быть опробована и изучена на двух горизонтальных уровнях: в плоскости осей колес автомобиля и в плоскости плавающего центра тяжести автомобиля. Уместно опробовать и изучить установку КвД в трех вертикальных сече-

ниях: в плоскости (и/или впереди) передней оси автомобиля, в плоскости с плавающим центром тяжести автомобиля, в плоскости (и/или сзади) задней оси автомобиля. На рис. 4.26 отражена матрица экспериментальных мест установки КвД. Выбор пар КвД согласно здравому смыслу имеет множество вариантов (по крайней мере 12). Естественно, установка обоих КвД должна осуществляться в центральной продольно-вертикальной плоскости автомобиля.

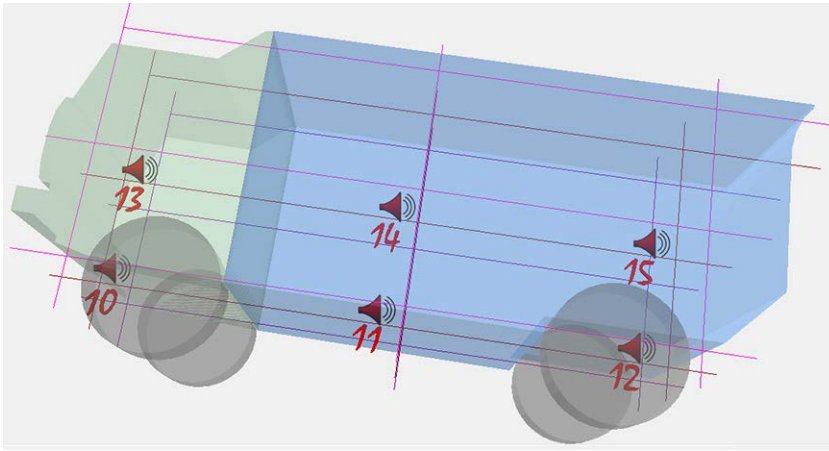


Рис. 4.26. Матрица плана эксперимента мест установки пары КвД

На этапе 2, когда по результатам работ этапа 1 состоятельность квантомобиля принципиально будет доказана, необходимо начинать ранние НИОКР по КВД-строению, квантомобилестроению, их технологическому обеспечению.

Этап 3: проработка схем подвеса квантомобиля на трех КвД (тяговых и векторно-управляемых по горизонту)

На этом этапе продолжаются НИОКР с детализацией вопросов, генерированных на этапах 1 и 2. Проводится дальнейшее исследование продольной устойчивости. Добавляется изучение поперечной устойчивости. Осуществляется выделение одного (из трех) КвД на управление траекторным движением.

План экспериментальной установки трех КвД состоит из четырех треугольников (см. рис. 4.27): 16–17–18; 21–19–20; 22–23–24; 27–25–26. В каждой из этих четырех связок на первом месте стоит локация острого угла треугольника (расположенного на продольной оси автомобиля), а далее – две позиции бортового расположения.

Исследуются способности векторного управления по горизонту посредством КвД на продольной оси автомобиля. Возможно исследование частичного подвешивания автомобиля горизонтальными тяговыми векторами боковых КвД.

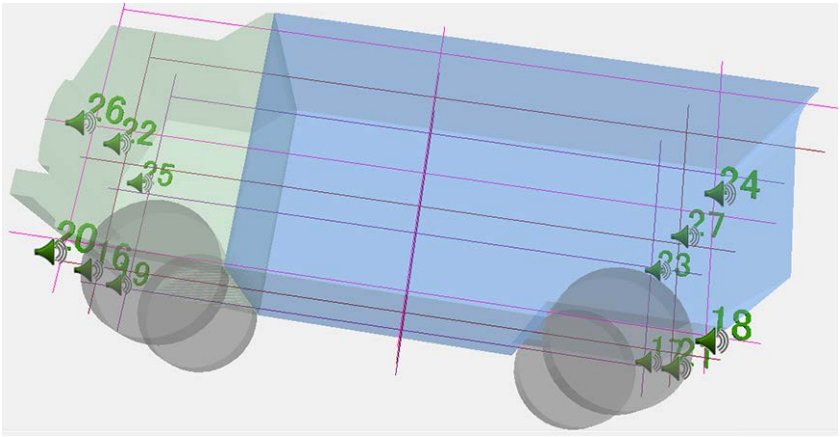


Рис. 4.27. Матрица плана эксперимента мест установки тройки КвД

На этапе 3 необходимо продолжать НИОКР по КВД-строению, квантомобилестроению, их технологическому обеспечению.

По результатам этапов 1–3 желательна также подготовка монографий, учебных пособий, курсов специальной подготовки инженеров и преподавателей этой новой отрасли.

Этап 4: проработка схем подвеса квантомобиля на четырех КвД (тяговых, векторно-управляемых по горизонтали и вертикали)

Цели НИОКР этого этапа следующие: использование знаний, накопленных на трех предыдущих этапах, для создания квантомобиля с частичным или даже полным замещением колесной опоры, с реализацией продольной тяги, траекторного и бокового управления, возможности зависания; отработка системы трастов нескольких КвД – тяговых, векторно-управляемых по горизонтали и вертикали.

Матрица плана расчетных и экспериментальных работ показана на рис. 4.28.

Суммарная картина плана локаций КвД по всем четырем этапам НИОКР отражена на рис. 4.29 и 4.30.

На этапе 4 необходимо выполнение пилотных проектов по внедрению предприятий КВД-строения, квантомобилестроения, их технологической оснастки.

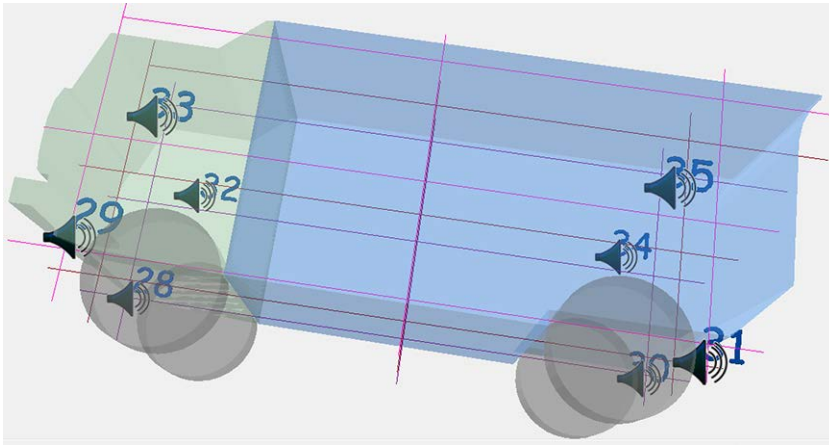


Рис. 4.28. Матрица плана эксперимента мест установки четырех КвД

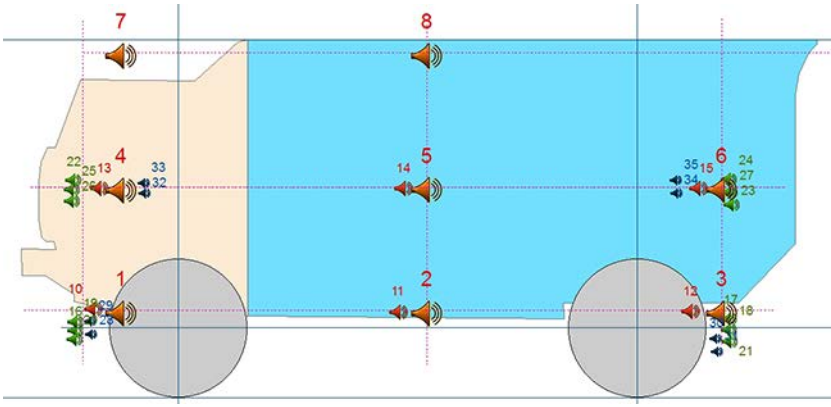


Рис. 4.29. Суммарная картина плана локаций КвД
по четырем этапам НИОКР (вид сбоку)

По результатам этапов 1–4 необходимы подготовка монографий, учебных пособий, курсов подготовки инженеров и преподавателей этой отрасли квантомобилестроения, а также внедрение соответствующих специальностей в вузах и колледжах.

Этап 5: проработка концептов квантомобилей на множестве КвД разной функциональности

Это этап рассчитан на дальнюю перспективу. НИОКР будут посвящены утонченной функциональности комплекса КвД на квантомобиле, возможно-

му отказу от опорных колес, реализации, по сути дела, концепции квантолета. Последняя концепция предначертана Леоновым В. С. (рис. 4.31 [211]).

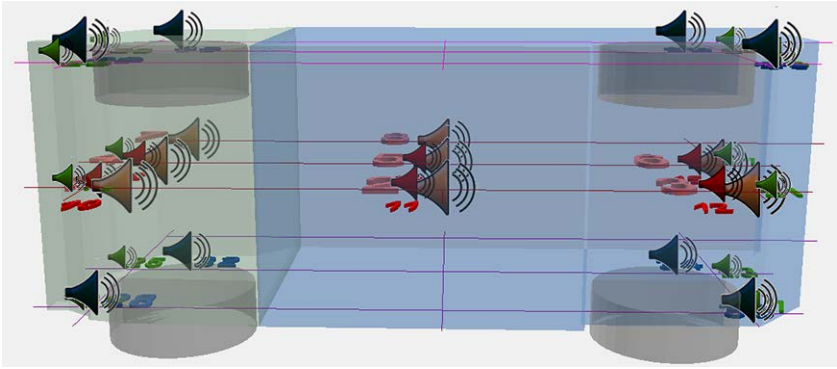


Рис. 4.30. Суммарная картина плана локаций КвД
по четырем этапам НИОКР (вид снизу)

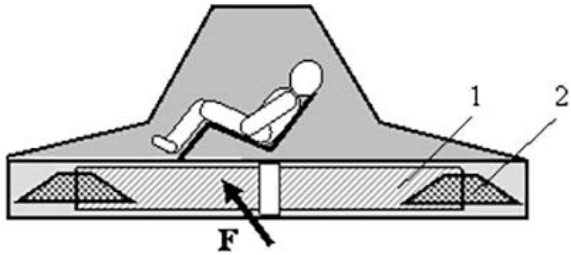


Рис. 4.31. Схема квантолета: *1* – силовой контур; *2* – активатор, деформирующий КПВ и создающий регулируемый вектор тяги ***F*** [211]

Заключение

Завершая монографию, можно отметить следующее.

1. Энергетика обеспечивает реализацию производительных сил и трудовых ресурсов общества, благосостояние его членов. Вместе с тем процессы извлечения, преобразования и утилизации энергоресурсов, в первую очередь сгораемых топлив, наносит ущерб природе, окружающей среде. Энергетика – весьма расточительная область деятельности. Эти коллизии требуют соблюдения некоего баланса, закладываемого в основу устойчивого развития общества [2, 142, 218, 232, 234].

2. Все хорошо известные законы сохранения справедливы для замкнутых систем. Однако мир живой природы, включая человека и человечество в целом, – это открытые системы, непрерывно обменивающиеся с внешней средой потоками энергии. Тем не менее все прогнозы основаны на моделях, описывающих глобальную систему как замкнутую. Естественно, что на таких моделях всегда будет формироваться предел роста.

3. Предел роста (см. точку конвергенции на графике в составе рис. 1.2) неустраним для существующего технологического уклада. Усовершенствование теории горения и способов его реализации за счет автотермии (горение воды, азота воздуха – см. подраздел 1.3.3) способно лишь слегка сдвинуть критическую точку «вправо» по временно́й оси графика (за счёт некоторого снижения кривой роста потребляемой энергии).

Существенно отдалить критическую точку удастся только путем освоения перспективных источников и принципов бестопливной энергетики, реализации соответствующих конструктивных решений машин и оборудования, т. е. в результате перехода к новому технологическому укладу мирового хозяйства (иными словами, к существенному ступенчатому подъему кривой используемого космического потока энергии на графике – за счет использования выявленной энергии физического вакуума).

4. Решение проблемы должно полагаться на использование неисчерпаемых источников энергии. При этом следует разрабатывать и применять

технологические схемы, обеспечивающие долговременную стабильность среды обитания. Эти технологические схемы должны преобразовывать энергию окружающей среды в вид энергии, пригодный для утилизации в повседневной и долговременной практике. Эти же схемы должны обеспечить кругооборот энергии: после утилизации энергия должна быть возвращена в природу в ее первоначальном виде.

5. Второе начало термодинамики (2НТ) на протяжении двух столетий верно и благотворно работало для представления замкнутых систем (как правило, производящих термодинамические преобразования рабочего тела или сгораемого топлива в пределах рабочего цикла). Для этих систем 2НТ и далее будет принципиальным ориентиром при моделировании, расчете соответствующих рабочих процессов.

Однако за последнее столетие сначала в теоретической физике, а затем на волне изобретений устройств класса «вечный двигатель второго рода» (ВД2), представляющих собой открытые системы, росла критика постулирования всеобщности 2НТ – охвата этим принципом всех природных и рукотворных систем и явлений. В настоящее время накопилась критическая масса исследований, изобретений и других акций для пересмотра официальной академической доктрины о недопустимости ВД2.

6. В термодинамике второе начало формулируется как закон возрастания энтропии. Применение 2НТ ко Вселенной приводит к выводу о неизбежности тепловой смерти Вселенной (ТСВ) – прекращению всех процессов вследствие всеобщего уравновешивания температур. Но поскольку Вселенная существует вечно, то возникает парадокс. Стало быть, тезис о ТСВ неверен, поскольку он постулируется на ограниченном рассмотрении случаев обмена теплом двух тел различной температуры. Но во Вселенной существует разного рода энергообмен. В 2НТ не учитываются ни ядерные реакции, ни неведомые на сегодня взаимодействия в недрах материи.

При наличии диссипации и роста энтропии в результате отдельных термодинамических процессов, факт отсутствия ТСВ говорит о том, что во Вселенной как противовес существуют антидиссипативные процессы с негэнтропией. И эти процессы могут стать осязаемыми и измеримыми. Однако этим процессам «открыты» только открытые системы, имеющие каналы связи с энергоемкой внешней средой.

7. К теориям энергоемкой структуры, в которой может проявляться антидиссипация, следует отнести в первую очередь теорию «физического вакуума», основы которой были заложены П. Дираком [178, 179].

8. Многие ученые и научные школы в настоящее время интенсивно работают над концепцией физического вакуума как источника энергии (три десятка из них упомянуто в книге). Особое место в их ряду занимает российский ученый Леонов В. С. Ему удалось осуществить мечту Эйнштейна – создать теорию суперобъединения (объединяющую электро-

магнитные, гравитационные, слабые и сильные ядерные силы), запатентовать способы извлечения энергии из физического вакуума и динамично развивать экспериментально-лабораторную базу по верификации своей теории и реализации запатентованных методов [70–81, 211].

9. Продвинутость теории суперобъединения относительно подобных разработок других исследователей, ее сильный конструктивизм, впечатляющие результаты экспериментальных работ на пути создания квантового двигателя (КвД) – все это мотивировало автора настоящей монографии на попытку формирования инженерного представления этой теории и дальнейшего прогнозирования свойств гипотетического автомобиля с КвД – квантомобиля.

10. Теория суперобъединения исследует свойства пространства-времени в диапазоне $10^{-25}…10^{25}$ м, т. е. от размеров квантона до охвата Вселенной. Эта теория [211] рассматривает процесс квантования эйнштейновского пространства-времени. Процесс квантования – энергетический процесс, связанный с заполнением объема пространства квантонами. Квантон имеет структуру, в состав которой входят четыре целых кварка: два электрических ($+1e$ и $-1e$) и два магнитных ($+1g$ и $-1g$), образующих тетраэдр [133, 134] с двумя ортогонально расположенными диполями: электрическим и магнитным. В целом два диполя образуют электромагнитный квадруполь квантона. Названные четыре кварка, входящие в состав квантона, объединяют электричество и магнетизм в виде единой субстанции электромагнетизма, носителем которой является четырехмерное квантованное пространство-время (КПВ) [75].

11. Мировой вакуум плотно заполнен подвижными квантонами, в своем множестве представляющими «кипящий бульон» Дирака [34–35, 148, 227]. Взаимодействие между квантонами происходит непрерывно, исходя из близости, знака заряда прилегающих кварков соседних квантонов и ориентации осей диполей [150].

12. В равновесном состоянии фрагмента КПВ суммарные векторы осевых сил диполей кварков равны нулю в любом направлении (нуль-векторы). Появление во фрагменте вещественного объекта (содержащего множество свободных кварков) возмущает электромагнитное поле, искривляя его относительно исходного равновесного состояния: суммарный силовой нуль-вектор при этом приобретает величину и направление. Управляя вбросом свободных кварков, можно влиять на изменение генерируемого суммарного вектора [211].

13. Гравитационные трансформации единого поля КПВ представляют собой сферические эйнштейновские искривления КПВ за счет смещения квантонов в малой окрестности – стягивания их во фрагменте к некоему коротко-временно́му полюсу при одновременном разрежении периферии фрагмента [211].

14. При вбросе в КПВ электрического заряда квантоны начинают стягиваться к нему, сжимая КПВ вблизи этого заряда и растягивая КПВ на удалении от него. Между зонами сжатия и растяжения появляется некая гравитационная граница. Происходит процесс сферической деформации квантованной среды [211].

15. Принцип работы квантовых двигателей основан на взаимодействии поля вращающегося электромагнитного квадруполя с квантованной средой (вакуумным полем). Работа КвД основана на эффекте Эйнштейновского искривления (сферической деформации) квантованного пространства-времени. В результате взаимодействия возникает реактивная тяга (траст), под действием которой осуществляется перемещение в пространстве [71].

16. В соответствии с теорией суперобъединения квантовый двигатель представляет собой открытую квантомеханическую систему, в которой сила тяги создается внутри тела рабочего органа (активатора) КвД. Таким образом, чтобы создать силу тяги без выброса реактивной массы, необходимо перейти к открытым квантомеханическим системам, активно используя взаимодействие с КПВ как упругой квантованной средой (УКС), от которой можно отталкиваться [211].

17. Деформация КПВ в локальной области внутри рабочего органа (активатора) КвД соответствует энергии, которая тратится телом на свой разгон. При этом обеспечивается классический закон сохранения энергии. В теле рабочего органа КвД, активно взаимодействующего с вакуумной средой, пронизывающей тело, осуществляется деформация вакуумной среды. Возникает внутренняя сила тяги внутри тела рабочего органа. Это не внешнее, как у реактивного двигателя, а внутреннее отталкивание от УКС [211].

18. Автором на концептуальном уровне рассмотрено более трех десятков конструктивных особенностей и достоинств гипотетического автомобиля с КвД – квантомобиля: силовой схемы, механики, динамики и безопасности движения, управляемости, устойчивости, проходимости, маневренности. Что до экологической безопасности, вибрационных и шумовых характеристик, то здесь пока остается неопределенность.

19. Основное достоинство квантомобиля связано с непосредственным формированием тяговой силы (траста) в активаторе КвД, закрепленного жестко на корпусе экипажа. Заключается оно в устранении традиционных элементов энергосилового тракта автомобиля: КПП, редукторов, валопроводов, ведущих мостов. Это позволит значительно снизить собственный вес экипажа, улучшить аэродинамику (за счет уменьшения миделя и ламинаризации потоков в подднищевом пространстве) – и тем самым повысить ходовые свойства транспортного средства.

20. Проведенный сравнительный анализ тяговых сил и энергозатрат автомобиля КамАЗ-4326 и квантомобиля-аналога в условиях установившегося движения на скорости 100 км/ч показал улучшение показателей

этих свойств у аналога в 1,5–2 раза. А в режиме квантолета (при вывешивании аналога над дорогой) горизонтальная составляющая силы тяги будет в 3–10 раз меньше (в зависимости от сопротивления дороги сравниваемому движению автомобиля).

Энергозатраты на вывешивание экипажа пока остаются в области неопределенности.

21. Построенные и подвергнутые анализу графики тягового баланса автомобиля и квантомобиля-аналога вплоть до скорости 100 км/ч позволили, во-первых, оценить запас тяги на ускорение сравниваемых экипажей, а во-вторых – наметить пути поиска регуляторных и предельных характеристик КвД.

Последнее важно для динамики разгона, если учесть, что эта динамика ограничена у автомобиля предельным значением коэффициента сцепления шин с дорогой ($\varphi < 0{,}8\ldots1$, т. е. $a < 1g$), в то время как у квантомобиля можно реализовать разгон с ускорением $a > 1g$, а ограничениями для него будут не показатели сцепления шин с дорогой, а биомеханические пределы возможностей водителя и/или искомые регуляторные и предельные характеристики КвД.

22. Несмотря на кажущуюся отдаленность эпохи реального внедрения квантомобилей и квантолетов, проведенное исследование обозначило необходимость перманентной, на первых порах концептуальной, подготовки транспортной отрасли к соответствующему перевооружению. Автор попытался сформировать поэтапный план НИОКР по исследованию формирования и приложения тяговой силы КвД и установки на экипаже квантовых двигателей – одного или нескольких.

23. Параллельно необходимы подготовка монографий, учебных пособий, курсов подготовки инженеров и преподавателей этой отрасли квантомобилестроения, внедрение соответствующих специальностей в вузах и колледжах.

24. Кризис второго начала термодинамики (затронутый в подразделе 1.2.1.) стал тормозом на пути продвижения новых способов энергообеспечения стационарных объектов и мобильных машин. Во-первых, 2НТ предназначено для замкнутых систем – а перспективные машины и способы относятся к открытым системам. Во-вторых, классическую термодинамику должна сменить монотермия, в которую термодинамика будет входить как частный случай (см. подразделы 3.1, 3.2).

25. Использование в будущем новых источников энергии, в том числе энергии физического вакуума, с освоением открытых систем (с подводом энергии извне) приведет к тому, что привычный КПД (введенный в начале XIX в. для замкнутых термодинамических систем) потеряет смысл. Однако какой-то показатель энергоэффективности использования поступающего в энергетическую машину мощностного потока все же должен появиться.

По всей видимости, это будет коэффициент преобразования (КП) [147, 157, 158]. Как правило, он будет превышать единицу, т. е. КП > 1 (уже появился термин «сверхъединичное» устройство [135, 157]).

26. Согласно авторской рабочей гипотезе, новые всеобщие инварианты (см. подраздел 2.1.9) и *LT*-система Бартини (см. подраздел 2.1.10) должны лечь в основу исследования, проектирования, оптимизации и оценки энергоэффективности объектов будущей бестопливной энергетики и транспорта.

27. История возникновения *мысли о минимальном составе физических инвариантов* (и поиск этих инвариантов) зародилась три столетия назад в Форономии Германа [188], была подхвачена Максвеллом в середине XIX в. [85] и оформилась в виде *LT*-системы Бартини в середине XX в. [15–17]. Однако деятельность по освоению этой системы в практике исследований, внедрению в научные и инженерные проекты, по стандартизации этой новаторской системы физических величин разворачивается медленно. (Этому развитию уделено внимание в главе 3.)

28. Автором осуществлена разработка методики оценки энергоэффективности транспортного обслуживания 1D–3D-хозяйственных объектов на базе сущностей таблицы Бартини. В ходе этой разработки произведена унификация терминологии сущностей горизонтального «энергетического» ряда таблицы Бартини (строка T^{-4}). Исследование нацелено на разработку методики унифицированной оценки энергоэффективности логистических цепей с элементами разной размерности (от 1D до 3D).

29. По мнению автора, большие перспективы *LT*-система Бартини имеет для оценки энергоэффективности открытых систем на уровне *потоков мощности* (строка таблицы Бартини T^{-5}) и *темпов роста потоков полезной мощности* (строка T^{-6}) (с чего и начиналась книга, см. подраздел 1.1.1). Актуальность этого будет расти с освоением массовой квантовой энергетики.

Библиографический список

1. *Андреев Е. И.* [и др.]. Естественная энергетика-2. – СПб.: Невская жемчужина, 2002.

2. *Андреев Е. И.* Основы естественной энергетики. – СПб.: Невская жемчужина, 2004. – 584 с. – URL: https://docviewer.yandex.ru/view/33288305/?*=zm5aaeaReGv26Htuhn408ZhORFt7InVybCI6Imh0dHA6Ly94bi0tODBhZGJrY2tkZmFjOGNkMWFocGxkMGYueG4tLXAxYWkvZmlsZXMvbW9ub2dyYXBocy9LdXpuZXRzb3ZfQm9sc2hha292X3VjaGVibmlrLjEtNjA0LnBkZiIsInRpdGxlI-joiS3V6bmV0c292X0JvbHNoYWtvdl91Y2hlYm5pay4xLTYwNC5wZGYiLCJ1aWQiOiIzMzI4ODMwNSIsInl1IjoiMTk0MDczNzg3MTQwMDQ4NTU3OCIsIm5vaWZyYW1lIjp0cnVlLCJ0cyI6MTU0MzY2MjI2ODQxNSwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmbmFtZT1LdXpuZXRzb3ZfQm9sc2hha292X3VjaGVibmlrLjEtNjA0LnBkZiZ0bT0xNTQzNjYyMjUxJnRsZD1ydSZ0ZXh0PSVEMCVCRiVEMSU4MCVEMCVCOCVEMSU4MCVEMCVCRSVEMCVCNCVEMCVCMC0lRDAlQkUlRDAlQjElRDElODklRDAlQjUlRDElODElRDElODIlRDAlQjIlRDAlQkUtJUQxJTg3JUQwJUI1JUQwJUJCJUQwJUJFJUQwJUIyJUQwJUI1JUQwJUJBJTIwJUQxJTgyJU-QwJUI1JUQwJUJFJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJThGJTIwJUQwJUJDJUQwJUIwJUQxJTg4JUwJUI4JUQwJUJEJnVybD1odHRwJTNBJTJGJTJGeG4tLTgwYWRia2NrZGZhYzhjZDFhaHBsZDBmLnhuLS1wMWFpJTJGZmlsZXMlMkZtb25vZ3JhcGhzJTJGS3V6bmV0c292X0JvbHNoYWtvdl91Y2hlYm5pay4xLTYwNC5wZGYmbHI9MiZtaW1lPXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249MzlkZWQwZjNjMTg4NzRmM2U4Y2U1NjBmYzk0ZDczM2Ima2V5bm89MCJ9&page=7&lang=ru

3. *Андреев Е. И., Смирнов А. П.* Десять новых источников природной энергии. 2004. – URL: http://narod-akademia.com/ru/lab_energy/533/

4. *Андреев Е. И.* Природная энергия. СПб, 2008. – URL: http://www.narod-akademia.com/en/lab_energy/533//

5. *Андреев Е. И.* Способ подготовки топливно-воздушной смеси и устройство для его осуществления. Заявка 2002124485 от 06.09.2002 F 02 M 27/00. (Патент РФ № 2229619.)

6. *Андреев Е. И.* Устройство для обработки воздуха топливно-воздушной смеси. Заявка 2002124489 от 06.09.2002 F 02 M 27/00. (Патент РФ № 2229620.)

7. *Антонов Ю. Ф., Зайцев А. А*. Магнитолевитационная транспортная технология / под ред. В. А. Гапановича. – М.: Физматлит, 2014. – 476 с.

8. Ацюковский В. А. Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики. К 100-летию выхода в свет книги В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», 3-е изд. М.: Петит, 2009. – 256 с.

9. *Ацюковский. В. А.* Энергия вокруг нас. Эфиродинамические подходы к разрешению энергетического кризиса. – 2-е изд. – М.: Петит, 2009. – 103 с.

10. *Ацюковский В. А.* Начала эфиродинамического естествознания. Книга 2. Ч. 1. Методология эфиродинамики и свойства эфира; Ч. 2. Эфиродинамические основы строения вещества. – М.: Петит, 2009. – 396 с.

11. *Баёв А. С.* Транспортная энергетика в XXI веке. 2016. – URL: http://econf.rae.ru/pdf/2016/11/5823.pdf; http://bas49.ucoz.ru/publ/modulno_distancionnoe_obuchenie/1-1-0-15

12. *Баёв А. С.,* Будущее энергетики транспорта. 2017. – URL: http://bas49.ucoz.ru/_ld/0/65__.-__.pdf

13. *Базаров И. П.* Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991. – 376 с. – ISBN 5-06-000626-3.

14. *Базиев Д. Х.* Основы единой теории физики. – М.: Педагогика, 1994. – 640 с.

15. *Бартини Р. О.* Некоторые соотношения между физическими константами // Доклады Академии наук СССР. – М., 1965. – Т. 163(4). – С. 861–864.

16. *Бартини Р. О.* Соотношения между физическими величинами // в сб.: «Проблемы теории гравитации и элементарных частиц» / под ред. К. П. Станюковича. – М.: Атомиздат, 1966. – С. 249–266. – URL: http://www.univer.omsk.su/omsk/Sci/Bartini/Bartini_1.pdf

17. *Бартини Р. О.*, *Кузнецов П. Г.* Множественность геометрий и множественность физик // Моделирование динамических систем. Вып. 2. Труды семинара «Кибернетика электроэнергетических систем». – Брянск, 1974. – URL: http://www.metodolog.ru/01380/01380.html (дата обращения 26.04.2017).

18. *Бауров Ю. А.* О структуре физического пространства и новом виде взаимодействия в природе // Сознание и физическая реальность. – 1996. – Т. 1, № 4. – С. 28–36.

19. *Бауэр Э. С.* Теоретическая биология. М. – Л.: Изд-во ВИЭМ, 1935. – 206 с.

20. *Бестопливные* энергетические технологии и их судьба. 2015. – URL: https://fishki.net/anti/1569093-bestoplivnye-jenergeticheskie-tehnologii-i-ih-sudba.html

21. *Большаков Б. Е.* Наука устойчивого развития. Книга I. Введение. – М.: РАЕН, 2011. – 272 с. – URL: http://window.edu.ru/resource/543/79543/files/Bolshakov-Nauka-introduction.pdf

22. *Большаков Б. Е., Кузнецов О. Л.* Научные основы проектирования устойчивого развития в системе природа–общество–человек: учеб.-метод. пособие. – СПб., 2012. – 678 с. – URL: http://elib.spbstu.ru/dl/2551.pdf/download/2551.pdf

23. *Бояринцев В.* Эйнштейн – главный миф 20-го века. Мировой эфир или физический вакуум. – М.: Яуза, 2005. – URL: http://bourabai.kz/boyarintsev/einstein11.htm

24. *Бродянский В. М.* Вечный двигатель – прежде и теперь. – М.: Физматлит, 2001. – 260 с.

25. Вакуумный поезд. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D0%B5%D0%B7%D0%B4

26. *Вейник А. И.* Термодинамика реальных процессов. – Мн.: Навука і тэхніка, 1991. – 576 с.

27. *Вернадский. В. И.* Избранные сочинения. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1954.

28. *Виноградов Ю. Е., Виноградов С. Ю.* Другая энергетика в путах Российской академии наук. – URL: https://x-faq.ru/index.php?topic=1756.0

20. *Галимов М. М.* Прикладная теплотехника: учеб. пособие / под ред. Г. Н. Злотина. – Волгоград: ВолгГТУ, 2000. – 88 с.

30. *Гольстрем В. А., Кузнецов Ю. Л.* Энергетический справочник инженера. – Киев: Техника, 1983. – 488 с.

31. *Горев А. Э.* Грузовые перевозки: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – 6-е изд., перераб. – М.: Издат. центр «Академия», 2013. – 304 с.

32. *Гребенченко Ю. И., Ольшанский О. В.* Квантовый вакуум – два вида энергии: динамическая геометрия, нетрадиционная физика, волновое единство природы. – Волгоград: Принт, 2012. – 232 с. – URL: https://techlibrary.ru/b/2k1r1f1b1f1o1y1f1o1l1p_3m.2q.,_2w1m2d1z1a1o1s1l1j1k_2w.2j._2s1c1a1o1t1p1c2c1k_1c1a1l1u1u1n_-_1e1c1a_1c1j1e1a_2e1o1f1r1d1j1j._2012.pdf

33. *Девис П.* Суперсила. Поиски единой теории природы / пер. с англ. Ю. А. Данилова и Ю. Г. Рудого; под ред. Е. М. Лейкина. – М.: Мир, 1989. – URL: http://www.e-reading.by/book.php?book=127690

34. Дирак П. А. М. и физика XX века: сб. статей / под ред. Б. В. Медведева. – М.: Наука, 1990.

35. *Дирак П. А.* Собрание научных трудов / под ред. А. Д. Суханова. – М.: Физматлит, 2002–2004. – (Серия «Классики науки»).

36. Дорожная техника 2004. Каталог-справочник. – СПб.: Трансдайн, 2004. – 255 с.

37. *Дроздов Б. В.* Направления разработки физической экономики (применительно к транспортному комплексу) // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». – 2014. – Т. 10, № 2(23). – С. 86–94. – URL: http://www.rypravlenie.ru/wp-content/uploads/2014/08/05-Drozdov.pdf

38. *Дудышев В.* Новые методы извлечения скрытой энергии потенциального электрического поля в кинетическую энергию и электроэнергию. 2007. – URL: https://eco21x.wordpress.com/2010/03/21/article13/

39. *Ефимов В. А.* Когда введут в обращение энергорубль? – URL: https://otvet.mail.ru/question/14107523

40. *Заев Н. Е.* Бестопливная энергетика (проблемы, решения, прогнозы). Памяти П. К. Ощепкова. – М., 2001. – URL: http://www.rusphysics.ru/files/Saev.Beztoplinnaya_%20energetika.pdf

41. *Зайцев А. А.* Транспорт будущего на основе магнитной левитации. Интервью, 2017. – URL: https://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/intervyu-s-ekspertami/levitiruyushchij-transport-zaicev/

42. *Зайцев А. А.* Магнитолевитационный транспорт: ответ на вызовы времени. 2017. – URL: http://www.transsyst.ru/files/zaytsev-1-2017-pdf.pdf

43. *Игнатович В. Н.* Об истории запрета «Вечный двигатель второго рода невозможен». – URL: https://bourabai.ru/ignatovich/history.pdf

44. КамАЗ-мастер: что мы знаем о легендарной гоночной команде. – URL: https://mhealth.ru/technics/garage/kamaznyj_fond/

45. Квантовая энергетика (обзор). – URL: http://www.wikiznanie.ru/ru-wz/index.php/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%

D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0

46. *Колтовой Н. А.* Книга 5. Новая физика. – URL: https://koltovoi.nethouse.ru/page/941248

47. *Константинов С. И.* Космическая среда, парадоксы электродинамики и устройства на субатомном уровне. – URL: https://docviewer.yandex.ru/view/33288305/?*=piQyOweLhWpJ6yGHzHWqGnLlf5B7InVybCI6Imh0dHA6Ly93d3cudHJpbml0YXMucnUvcnVzL2RvYy8wMDE2LzAwMWUvMzEzOC1rcy5wZGYiLCJ0aXRsZSI6IjMxMzgta3MucGRmIiwidWlkIjoiMzMyODgzMDUiLCJ5dSI6IjE5NDA3Mzc4NzE0MDA0ODU1NzgiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZSwidHMiOjE1MzM5OTI4NjA1NDEInNlcnBQYXJhbMOiJsYW5nPXJ1Jm5hbWU9MzEzOC1rcy5wZGYmdG09MTUzMzk5MjU1MCZ0bGQ9cnUmdGV4dD0lRDAlQTAlRDElOEIlRDAlQkElRDAlQkUlRDAlQjIlMjAlRDAlOTAuJTIwJUQwJTky-LiUyMCVECU5RSVEMSU4MSVEMCVCRCVEMCUyMCVEMSU4MiVEMCVCNSVEMCVCRSVEMSU4MCVEMCVCOCVEMCVCOCUyMCVEMSU4RCVEMSU4NCVEMCVCOCVEMSU4MCVEMCVCMCZ1cmw9aHR0cCUzQSUyRiUyRnd3dy50cmluaXRhcy5ydSUyRnJ1cyUyUyRjAwMTYlMkYwMDFlJTJGMzEzOC1rcy5wZGYmbHI9MiZtaW1lPXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249NzgwZTlhMzY1MzkxNTUyYTk5Njc1N2FhOWNjYWFlOTgma2V5bm89MCJ9&page=1&lang=ru

48. *Косинов Н. В., Гарбарук В. И.* Мир подступается к вакуумной энергии // Физический вакуум и природа. – 1999. – № 2.

49. *Косинов Н. В.*, *Гарбарук В. И.*, *Поляков Д. В.* Энергетический феномен вакуума. 2003. – URL: http://www.shramenko.kiev.ua/top/physics/studies/5.shtml

50. *Котиков Ю. Г.* Основы системного анализа транспортных систем. – СПб.: СПбГАСУ, 2001. – 264 с.

51. *Котиков Ю. Г.* Анализ энергоэффективности транспорта с помощью измерителя Тран // Интегрированная логистика. – 2005. – № 3. – С. 15–20.

52. *Котиков Ю. Г.* Энергетическая эффективность автотранспортного комплекса // Вестник транспорта. – 2005. – № 4. – С. 37–39.

53. *Котиков Ю. Г.*, *Ложкин В. Н.* Транспортная энергетика. – М.: Издат. центр «Академия», 2006. – 272 с.

54. *Котиков Ю. Г.* Методика оценки энергоэффективности транспорта с привлечением сущности Transfer Бартини // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 6 (65). – СПб.: СПбГАСУ. – С. 271–279. DOI 10.23968/1999-5571-2018-14-6-271-279.

55. *Котиков Ю. Г.* Об оценке энергоэффективности перевозки на основе единицы «тран» // Архитектура – строительство – транспорт: матер. 73-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 4–6 октября 2017 г. Ч. II. Транспортные и инженерно-экологические системы. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – С. 104–109.

56. *Котиков Ю. Г.* Конструктивные и эксплуатационные особенности автомобиля с квантовым двигателем // Вестник гражданских инженеров. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. – № 1 (66). – С. 164–174. DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-1-164-174.

57. *Котиков Ю. Г.* Квантомобиль: исследование формирования и приложения тяговой силы // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 4 (69). СПб.: СПбГАСУ. – С. 164–174. DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-4-189-198.

58. *Котиков Ю. Г.* Использование сущности Volergy (L^8T^{-4} Таблицы Бартини) для оценки энергоэффективности транспортно-складского обслуживания 3D про-

странственных объектов // Вестник гражданских инженеров. – СПб.: СПбГАСУ, 2018. – № 5 (70). – С. 182–189. DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-5-182-189.

59. *Котиков Ю. Г.* Концепция мультипортовой мультимодальной полицентрической системы Ленинградского региона. Вторая международная научно-практическая конференция «Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах (РИЛТТРАНС-2017)» (Санкт-Петербург, 4–6 октября 2017 г.): сборник трудов / под ред. А. А. Краснощека, П. К. Рыбина. СПб.: ООО «АРТ-ЛАЙН», 2018. С. 38–46.

60. *Котиков Ю. Г.* Тягово-скоростные свойства квантомобиля // Вестник гражданских инженеров. – СПб.: СПбГАСУ, – 2019. – № 1 (72). – С. 168–176. DOI 10.23968/1999-5571-2019-15-6-168-176.

61. *Крон Г.* Применение тензорного анализа в электротехнике. – М., 1955.

62. *Кудрин Д. А., Фомичева Т. Л.* Энерговалюты как будущее денежной системы. – URL: https://interactive-plus.ru/e-articles/532/Action532-467784.pdf

63. *Кузнецов О. Л., Кузнецов П. Г., Большаков Б. Е.* Система природа–общество–человек: Устойчивое развитие. – М. – Дубна: Ноосфера, 2000. – 392 с. – URL: http://www.pobisk.narod.ru/Pr-ob-ch/003_oglav.htm

64. *Кузнецов О. Л., Большаков Б. Е.* К юбилею академика В. И. Вернадского: Русский космизм, глобальный кризис, устойчивое развитие. С. 146-169. Ж. Современные производительные силы. №3/2013. Типография: ООО «Белый Ветер». https://www.researchgate.net/profile/Kristina_Khutsishvili/publication/298350158_Public-Private_Partnership_Juridical_Issues_of_Economic_Processes/links/56e840f608ae9bcb3e1cb36f.pdf.

65. *Кузнецов О. Л., Кузнецов П. Г., Большаков Б. Е.* Физика как наука о материальном мире. – URL: http://www.pobisk.narod.ru/Pr-ob-ch/t1.htm

66. *Кузнецов О. Л., Кузнецов П. Г., Большаков Б. Е.* Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа–общество–человек. Дубна, 2001. – 604 с. – URL: https://docviewer.yandex.ru/view/33288305/?*=zm5aaeaReGv26Htuhn408ZhORFt7InVybCI6Imh0dHA6Ly94bi0tODBhZGJrY2tkZmFjOGNkMWFocGxkMGYueG4tLXAxYWkvZmlsZXMvbW9ub2dyYXBocy9LdXpuZXRzb3ZfQm9sc2hha292X3VjaGVibmlrLjEtNjA0LnBkZiIsInRpdGxlIjoiS3V6bmV0c292X0JvbHNoYWtvdl91Y2hlYm5pay4xLTYwNC5wZGYiLCJ1aWQiOiIzMzI4ODMwNSIsInl1IjoiMTk0MDczNzg3MTQwMDQ4NTU3OCIsIm5vaWZyYW1lIjp0cnVlLCJ0cyI6MTU0MzY2MjI2ODQxNSwic2VycFBhcmFtcyI6Imxhbmc9cnUmbmFtZT1LdXpuZXRzb3ZfQm9sc2hha292X3VjaGVibmlrLjEtNjA0LnBZiZ0bT0xNTQzNjYyMjUxJnRsZD1ydSZ0ZXh0PSVEMCVCRiVEMSU4MCVEMCVCOCVEMSU4MCVEMCVCRSVEMCVCNCVEMCVCMC0lRDAlQkUlRDAlQjElRDElODklRDAlQjUlRDElODElRDElODIlRDAlQjIlRDAlQkUtJUQxJTg3JUQwJUI1JUQwJUJCJUQwJUJFJUQwJUIyJUQwJUI1JUQwJUJBJTIwJUQxJTgyJUQwJUI1JUQwJUJFJUQxJTgwJUQwJUI4JUQxJThGJTIwJUQwJUJDJUQwJUIwJUQxJTg4JUQwVybD1odHRwJTNBJTJGJTJGeG4tLTgwYWRia2NrZGZhYzhjZDFhaHBsZDBmLnhuLS1wMWFpJTJGZmlsZXMlMkZtb25vZ3JhcGhzJTJGS3V6bmV0c292X0JvbHNoYWtvdl91Y2hlYm5pay4xLTYwNC5wYmbHI9MiZtaW1lPXBkZiZsMTBuPXJ1JnNpZ249MzlkZWQwZjNjMTg4NzRmM2U4Y2U1NjBmYzk0ZDczM2Ima2V5bm89MCJ9&page=7&lang=ru

67. *Кузнецов П. Г.* Киловатт-час может использоваться как универсальная мера стоимости в мировой экономике третьего тысячелетия // Экономическая газета. Развитие. – 1997. – № 6 (123).

68. *Кун Т.* Структура научных революций. – М., 2009. – 310 с.

69. *Лайн В.* Сверхсекретные архивы Теслы: специальное расследование / пер. с англ. А. Т. Панкиной. – URL: http://ut27972.narod.ru/Book_2/97_Book_2_part_97.files/arxiv_Tesla.pdf

70. *Леонов В. С.* Теория упругой квантованной среды. Минск: Биспринт, 1996. –156 с.

71. *Леонов В. С.* Теория упругой квантованной среды. Ч. 2. Новые источники энергии. – Минск: Полибиг, 1997, – 122 с.

72. *Леонов В. С.* Патент РФ № 2185526. Способ создания тяги в вакууме и полевой двигатель для космического корабля (варианты). Бюллетень № 20 от 20.07.2002. – URL: https://drive.google.com/file/d/0B1gwB1O4JZNwdjVCdWtrN3ZSVDJMMUFfWlpFVHRlZw/view

73. *Леонов В. С.* Результаты испытаний 2009 года квантового двигателя для создания тяги без выброса реактивной массы. – URL: http://rnto.club/up/files/321/rezultati_ispitaniy_2009.pdf

74. *Леонов В.С.* Космос: результаты испытаний квантового двигателя для создания тяги без выброса. – URL: http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,77730.0.html

75. *Леонов В. С.* Эйнштейн против Хиггса: или что такое масса? – URL: http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001e/3139-ln.pdf

76. *Леонов В. С.* Космический миникорабль с квантовым двигателем долетит до Альфы Центавра за 8 лет. – URL: http://leonovpublitzistika.blogspot.ru/2016/04/8.html

77. *Леонов В. С.* О научно-технической революции. – URL: http://www.quanton.ru/o-nauchno-tehnicheskoj-revoljucii/

78. *Леонов В. С.* Новые энергетические концепции. – URL: http://www.quanton.ru/novye-jenergeticheskie-koncepcii/

79. *Леонов В.С.* Открытие нулевого элемента таблицы Д. И. Менделеева. 2017. – URL: http://zg5.cosmotest.ru/leonov7.php

80. *Леонов В. С.* Квантовые двигатели-генераторы. 2017. – URL: http://www.quanton.ru/kvantovye-dvigateli-generatory/

81. *Леонов В. С.* Основы теории реактивной и нереактивной тяги. 2018. – URL: https://drive.google.com/file/d/1ZPHqpyZ0hjovwWxbvuRpOV_yRVu2yt0F/view

82. *Лихачёв В. И.* Не стоит делать из 2НТ новую религию. – URL: https://x-faq.ru/index.php?topic=1756.0

83. *Луканин В. Н., Буслаев А. П., Яшина М. В.* Автотранспортные потоки и окружающая среда – 2: учеб. пособие для вузов / под ред. В. Н. Луканина. – М.: ИНФРА–М, 2001. – 646 с.

84. *Луканин В. Н., Трофименко Ю. В.* Промышленно-транспортная экология: учеб. для вузов / под ред. В. Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001. – 273 с.

85. *Максвелл Д. К.* Трактат об электричестве и магнетизме: в 2 т. Т. 1. – М.: Наука, 1989. – 415 с.

86. *Маслов О. Ю.* Энерговалюта Побиска Кузнецова. 2008. – URL: http://www.polit.nnov.ru/2008/01/15/multigcconsens/

87. *Матвеев В. И.* Ощепков П. К. К 100-летию со дня рождения // Контроль. Диагностика. – 2008. – № 2. – URL: http://www.idspektr.ru/download/Oschepkov.pdf

88. Математический базис изобретательской физики. 2012. – URL: http://www.ruleright.ru/ruls-171-1.html.

89. *Медведев Б. В., Спиров Д. В.* А. М. Дирак и становление основных представлений квантовой теории поля // УФН. – 1989. – Т. 153. – Вып. 1. – С. 59.

90. *Менделеев Д. И.* Попытка химического понимания мирового эфира. – СПб.: типолитография М. П. Фроловой, 1902. – URL: http://www.alt-tech.org/files/fizika/Popytka.pdf

91. *Микрюков В. Е.* Курс термодинамики. – 3-е изд. – М.: изд-во ГУПИМП РСФСР, 1960. – 236 с. – URL: http://scask.ru/book_term.php

92. *Митешов А. А.* Вакуумный двигатель – будущее космонавтики. 2015. – URL: http://www.avmodels.ru/news/interesting/index_full.html?id=4333

93. Модели данных. Вопросы организации данных в ГИС. – URL: http://geum.ru/next/art-4488.leaf-5.php

94. *Мякишев Г. Я.* Виртуальные частицы // Большая советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1969–1978. – URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/74704/%D0%92%D0%B8%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5

95. *Никитин А. П.* К энергодинамике движущегося космоса // ЖРФМ. – 2014. – № 1-12 (ЖРФХО, Т. 86, вып. № 2). – URL: http://www.rusphysics.ru/files/Nikitin.pdf

96. *Никитин А. П.* Термодинамика. – URL: https://docviewer.yandex.ru/view/33288305/?*=FpBwh2JUsYouEvwsV1%2F1wKIjwNJ7InVybCI6Imh0dHA6Ly93d3cuc2NpY29tLnJ1L2ZpbGVzL2pvdXJuYWwvdjM3L04yLzE1LnBkZiIsInRpdGxlIjoiMTUucGRmIiwidWlkIjoiMzMyODgzMDUiLCJ5dSI6IjE5NDA3Mzc4NzE0MDA0ODU1NzgiLCJub2lmcmFtZSI6dHJ1ZSwidHMiOjE0OTk3Nzk0ODE3Nzl9&page=25&lang=ru

97. ОАО «НИИВТ им. С. А. Векшинского» взаимодействует с Объединенным ученым советом ОАО «РЖД» в деле создания российской вакуумно-левитационной транспортной системы. – URL: http://niivt.ru/index.php/novosti-i-sobytiya-2/83-vakuumnyj-poezd

98. *Образцова Р. И., Кузнецов П. Г., Пшеничников С. Б.* Инженерно-экономический анализ транспортных систем. Новосибирск. 1997. – 156 с. – URL: http://lib.uni-dubna.ru/search/files/ur_enj-ek-an/~ur_enj-ek-an.htm (дата обращения: 07.04.2017).

99. *Опарин Е. Г.* Физические основы бестопливной энергетики. Ограничения второго начала термодинамики. 2007. – URL: http://www.vixri.com/d/Oparin%20E.G.%20%20_Fizicheskie%20osnovy%20Bestoplivnoj%20energetiki.pdf

100. *Ощепков П. К.* Жизнь и мечта. – 4-е изд. – М.: Моск. рабочий, 1984. – 320 с.

101. *Паркер Б.* Мечта Эйнштейна. В поисках единой теории строения Вселенной / пер. с англ. В. И. и О. И. Мацарских; под ред. Я. А. Смородинского. – М.: Наука, 1991. – 223 с. – URL: http://ega-math.narod.ru/Reid/Parker.htm

102. *Паули В.* Физические очерки. – М.: Наука, 1975. – URL: http://www.read.in.ua/book154211/

103. *Пашков А. К., Ролярин Ю. Н.* Складское хозяйство и складские работы. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 366 с.

104. *Петров А.* Россия успешно испытала антигравитационный двигатель Леонова. 2016. – URL: http://www.km.ru/science-tech/2015/01/16/nauka-i-tekhnologii/753573-rossiya-uspeshno-ispytala-antigravitatsionnyi-dvi

105. *Петюшко А.* О марковских случайных полях и их связи с цепями Маркова. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=16689940

106. *Подолинский С. А*. Труд человека и его отношение к распределению энергии на планете. – СПб., 1880. – С. 1–103.

107. Применение вакуумной среды для создания скоростных транспортных систем. Заседание Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» 30 октября 2015 г. – URL: http://www.vniizht.ru/?id=20&news=470

108. *Путилов К. А.* Термодинамика. – М.: Наука, 1971. – URL: http://know.sernam.ru/book_pterm.php

109. Роберт Орос ди Бартини – советский авиаконструктор, физик-теоретик, философ. Статьи по физике и философии / сост. А. Н. Маслов. – М.: Самообразование, 2009. – 224 с.

110. *Руже М*. Не устарела ли теория Эйнштейна? // В защиту мира. – 1968. – № 84.

111. *Рыбин В. А.* Энтропия – теоретический фантом? // Вестник Челябинского государственного университета. – 2016. – № 10(392). Философские науки. Вып. 42. – С. 71–77. – URL: http://vuzirossii.ru/publ/istorija_filosofija/ehntropija_teoreticheskij_fantom/42-1-0-6275

112. *Карно С*. Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу. – М.; Л.: Госиздат, 1923.

113. *Сагизлы А.* Береговые причальные перегружатели. – URL: https://os1.ru/article/6824-beregovye-prichalnye-peregrujateli

114. Самый большой контейнеровоз. – URL: https://yandex.ru/images/search?text=%D1%81%D0%B0%D0%BC%D1%8B%D0%B9%20%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9%20%B9%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B7%20%D0%B2%20%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%B5%202018&img_url=https%3A%2F%2Ftheloadstar.co.uk%2Fwp-content%2Fuploads%2F-Build_31-1024x683.png&pos=28&rpt=simage&lr=2

115. СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

116. *Суханов А. Д.* О четырех актуальных проблемах современной термодинамики // Вестник московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2004. – № 3. – URL: http://les-vest.msfu.ru/les_vest/2004/Les_vest_3_2004.pdf#page=8

117. *Санюк В. И.*, *Суханов А. Д.* Дирак в физике XX века // Успехи физических наук. – 2003. – Т. 173, № 9. – С. 965–984. – URL: https://www.google.ru/url?sa=t&rct=-j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0ahUKEwiV04Tpl9DYAhVKI1AKHem2D-cQQFghJMAU&url=https%3A%2F%2Fufn.ru%2Fufn03%2Fufn03_9%2FRussian%-2Fr039c.pdf&usg=AOvVaw258e4U1gq_H2OlDp1KhFwz

118. *Сапогин Л. Г., Рябов Ю. А., Участкин В. И.* Унитарная квантовая теория и новые источники энергии: учеб. пособие / МАДИ(ГТУ). – М., 2003. – 174 с.

119. *Сахаров А. Д.* Квантовые флуктуации вакуума в искривленном пространстве и теория гравитации // Доклады Академии Наук СССР. – 1968. – Т. 12. – С. 1040.

120. *Селифонов В. В., Хусаинов А. Ш., Ломакин В. В.* Теория автомобиля: учеб. пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2007. – 102 с.

121. Сила Лоренца. 2017. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D0%9B%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B0

122. *Смирнов С. А., Смирнова О. Ю.* Экономические аспекты грузового магнитолевитационного транспорта. 2017. – URL: http://www.transsyst.ru/files/smirnov-1-2017-pdf.pdf

123. *Суворова Н.* Интервью основателя Hyperloop Transportation Technologies Дирка Алборна. – URL: https://hightech.fm/2018/05/28/Hyperloop-Transportation-Technologies

125. *Сухарев М.* Энергорубль и инфодоллар. – URL: http://worldcrisis.ru/crisis/129629

126. СЦБИСТ. Электропоезда. Особенности их работы и конструкции. – URL: http://scbist.com/zheldor/elektrovoz/elektrovoz_44.html

127. *Тесла Н.* Патенты. – Самара: Издат. дом «Агни», 2009. – 496 с. – URL: http://mexalib.com/view/19985

128. *Тесла Н.* Статьи. Миссия науки. Free Press Detroit. 2 сентября 1900 г. – URL: http://library.raikevich.com/tesla/37.htm

129. *Тигунцев С. Г.* Потенциальная и кинетическая энергия при равномерном горизонтальном движении тел. 2014. – URL: http://www.russika.ru/userfiles/adm_1404275497.pdf (accessed on: 30.10.2017).

130. *Тигунцев С. Г.* Об инерции и принципе относительности. 2015. – URL: http://www.bourabai.kz/tiguntzev/index.htm (accessed on: 30.10.2017).

131. *Тихонов М. Н., Довгуша В. В.* Электромагнитная безопасность // Мост. – 2001. – № 48-50.

132. *Уланова О. В., Старостина В. Ю.* Краткий обзор метода оценки жизненного цикла продукции и систем управления отходами // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=6799

133. *Фролов А. В.* К вопросу о волновой природе материи. – URL: http://www.faraday.ru/wave-matter.pdf

134. *Фролов А. В.* Новые источники энергии. – 9-е изд. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 219 с. – URL: http://www.faraday.ru/book01.pdf

135. *Фролов А. В.* Новые космические технологии. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 198 с. – URL: http://www.faraday.ru/book2.pdf

136. *Фролов А. В.* Роль альтернативной энергетики для развития России // Новая энергетика. – 2005. – № 4 (23). – URL: http://001-lab.at.ua/NewEnergy/novaja_ehnergetika-2005_no.04.pdf

137. *Фролова Л.* Дождевальные установки: виды, применение. 2017. – URL: http://fb.ru/article/364163/dojdevalnyie-ustanovki-vidyi-primenenie

138. *Хайтун С. Д.* «Тепловая смерть» на Земле и сценарий ее предотвращения. Ч. 1. Энергетика, построенная на круговороте тепла и вечных двигателях 2-го рода. – М.: Либроком, 2016. – 192 с.

139. *Хайтун С. Д.* «Тепловая смерть» на Земле и сценарий ее предотвращения. Ч. 2. Вечные двигатели 2-го рода и несостоятельность запрета на них. – М.: Либроком, 2013. – 304 с.

140. *Хайтун С. Д.* Несостоятельность запрета на вечные двигатели 2-го рода и их возможное использование для предотвращения «тепловой смерти» на Земле: преобразование энергетики в круговорот тепла. – URL: http://old.ihst.ru/files/khaitun/vechn_dvigatel.pdf

141. *Хижняк Н.* Элон Маск раскрыл подробности своего проекта Hyperloop. – URL: https://hi-news.ru/technology/elon-mask-raskryl-podrobnosti-svoego-proekta-hyperloop.html

142. *Циолковский К. Э.* Второе начало термодинамики // Журнал русской физической мысли. – 1991. – № 1. – С. 22–39. (Калуга: Типография С. А. Семенова, 1914). – URL: http://www.veinik.ru/science/fizmat/article/193.html

143.96. *Циолковский К. Э.* Библия и научные тенденции Запада. 1935. – URL: http://ether.wikiext.org/wiki/Tsiolkovsky

144. *Чуев А. С.* Физическая картина мира в размерности «длина-время». – М.: СИНТЕГ, 1999. – 96 с. – (Серия «Информатизация России на пороге XXI века»).

145. *Чуев А. С.* Система физических величин. Ч. 1. Механика. – М., 2007. – URL: http://www.chuev.narod.ru/

146. *Чуев А. С.* О размерностных и числовых соотношениях фундаментальных физических констант в системах единиц LT и СИ // Мир измерений. – 2017. № 1. – С. 48–53. – URL: www.ria-stk.ru/mi

147. *Шипов Г. И.* Теория физического вакуума. Новая парадигма. – М.: НТ-Центр, 1993. – URL: https://studfiles.net/preview/6343843/page:19/

148. *Шипов Г.* Теория физического вакуума в популярном изложении. – URL: https://docviewer.yandex.ru/view/33288305/?*=DluXq9Jc%2Bks7Ci%2Frk1b5Y2UgzqF7In-VybCI6Imh0dHA6Ly9pdGMub3JnLnJ1L2Jvb2tzL1NoaXBvdl9URlYucGRmIiwidGl0bGUiOiJTaGlwb3ZfVEZWLnBkZiIInVpZCI6IjMzMjg4MzA1IiwieXUiOiIxOTQwNzM3ODcxNDAwNDg1NTc4Iiwibm9pZnJhbWUiOnRydWUsInRzIjoxNTE1NDE0NDYzNDcxLCJzZXJwUGFyYW1zIjoibGFuZz1ydSZuYW1lPVNoaXBvdl9lYucGRmJnRtPTE1MTU0MTMyODQmdGxkPXJ1JnRleHQ9JUQxJTg4JUQwJUI4JUQwJUJGJUQwJUJFJUQwJUIyJTIwJUQxJTgyLiVEMCVCRC4lMjAlRDElODIlRDAlQjUlRDAlQkUlRDElODAlRDAlQjglRDElOEYlMjAlRDElODQlRDAlQjglRDAlQjclRDAlQjglRDElODclRDAlQjUlRDElODElRDAlQkElRDAlQkUlRDAlQjMlRDAlQkUlMjAlRDAlQjIlRDAlQjAlRDAlQkElRDElODMlRDElODMlRDAlQkMlRDAlQjAuJTIwJUQwJUJDLiUzQSUyMCVEMCVCRCVEMSU4Mi0lRDElODYlRDAlQjUlRDAlQkQlRDElODIlRDElODAlMkMlMjAxOTkzLiZ1cmw9aHR0cCUzQSUyRiUyRml0Yy5vcmcucnUlMkZib29rcyUyRlNoaXBvdl9URlYucGRmJmxyPTImbWltZT1wZGYmbDEwbj1ydSZzaWduPWY5NjVjYjVhYzU4ZGNjOWJkYzNmMzc4OGVjOTlmMTEwJmtleW5vPTAifQ%3D%3D&lang=ru

149. *Шипов Г. И.* Теория физического вакуума отменяет положение 1.6 при регистрации научных открытий, идей и гипотез. 2018. – URL: http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/1159-shp.pdf

150. *Шкруднев Ф. Д.* Вселенная: кипящий «бульон» из квантонов. 2017. – URL: https://shkrudnev.com/index.php/home/drugie-avtory/v-s-leonov/item/1866-vselennaya-kipyashchij-bulon-iz-kvantonov-bulon-iz-kvantonov

151. *Шрёдингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физики? – М.: Атомиздат, 1972. – 88 с.

152. *Эйнштейн А.* Единая теория физического поля // Собрание научных трудов. Т. 2. – М.: Наука, 1963. – С. 286–301.

153. *Эйнштейн А.* Собр. научных трудов. Т. IV. – М.: Наука, 1967.

154. Электреты. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%d0%ad%d0%bb%d0%b5%d0%ba%d1%82%d1%80%d0%b5%d1%82%d1%8b.

155. Энергетические проблемы и экономия топливно-энергетических ресурсов в дорожном строительстве / сост. Полосина-Никитина Н. С. // Информавтодор. – М., 1995. – Вып. 4. – С. 1–60.

156. *Энергия* вакуума. – URL: http://www.psciences.net/main/sciences/physics/articles/energiya-vakuuma.html

157. *Эткин В. А.* Теоретические основы бестопливной энергетики. – Canada: Altaspera Publishing & Literary Agency Inc., 2013. – 159 с. – URL: http://bourabai.ru/etkin/energy.pdf

158. *Эткин В. А.* К бестопливной энергетике. Ч. 1. Преобразователи энергии магнитных полей. – URL: http://www.google.ru/url?sa=t&rct=-j&q=&esrc=s&source=web&cd=47&ved=0ahUKEwjng8240NrYAh-WJKlAKHWGzBuk4KBAWCEswBg&url=http%3A%2F%2Fwww.alt-tech.org%2Ffiles%2Ffizika%2FEtkin_p1.doc&usg=AOvVaw3yYo-rvQoNtZlhd8duS0-6

159. Эфир (Физика). 2014. – URL: http://wk45.ucoz.ru/publ/ehfir_vse_chto_bylo_do_menja/istorija_ehfira/ehfir_fizika/22-1-0-47

160. *Ярковский И. О.* Всемирное тяготение как следствие образования весомой материи внутри небесных тел. Кинетическая гипотеза. – М., Т-во Кушнерев и К°, 1889. – 388 с. – URL: https://dlib.rsl.ru/viewer/01003657248#?page=1

161. *Aleinikov A.* Nine new laws of conservation: future science horizons // Allied Academies International Conference. – 2007. – № 6(2). – Pp. 5–10.

162. *Aleinikov A.*, *Smarsh D.* 11 New Laws of Conservation: Expanding Physics Horizons for Strategic Management // Proceedings of the Allied Academies' Internet Conference. – 2011. – Vol. 13. – Pp. 130–131. – URL: http://www.alliedacademies.org/pdfs/Internet_Proceedings_Vol_13_2011.pdf

163. *Aseev A. G*. Glamour and Emptiness of our world. 2012. – URL: http://noo-cosmology.com/article/glamour_and_emptiness_of_our_world.html (дата обращения 26.04.2017).

164. *Bartini R. O.* Relations between Physical Constants // Progress in Physics. Vol. 3, October 2005. – URL: http://www.ptep-online.com/2005/PP-03-06.PDF

165. *Bothnia Line*. 2017. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Bothnia_Line (viewed on: 30.06.2017).

166. *Boustead I.*, *Hancock G.* Handbook of Industrial Energy Analysis. – Ellis Horwood Ltd., 1979.

167. *Brandenburg J.* GEM theory, QV–Thruster // Proceedings of the Estes Park Advanced Propulsion Workshop, 19–22 September 2016. – Estes Park, Colorado, USA. CSU Fullerton – Physics Konuence Research Institute. – URL: http://ssi.org/wp-content/uploads/2017/02/ssi_estes_park_proceedings_201609.pdf

168. *Brillouin L.* Negentropy Principle of Information // J. of Applied Physics. – 1953. – Vol. 24(9). – Pp. 1152–1163.

169. *Brown G. B.* A new treatment of the theory of dimensions // Proc. Phys. Soc. – 1941. – Vol. 53, № 4. – P. 418–432.

170. *Brown G. B.,* Science: Its Philosophy and Method. – London, 1950. – P. 122.

171. *Brown G.B.*, Fundamentals of Classical Electric and Magnetic Theory, 1940, Nature, London, 147, 789. https://docslide.us/download/link/fundamentals-of-classical-electric-and-magnetic-theory.

172. *Carnot S.* Reflections on the Motive Power of Fire. – 1824. – 55 p.

173. *Casimir H. B. G*. On the attraction between two perfectly conducting plates // Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. – 1948. – Vol. 51. – Pp. 793–795.

174. *Chester M., Horvath A.* Life-cycle assessment of high-speed rail: the case of California. – 2010. – URL: http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/5/1/014003/pdf (accessed on: 30.10.2017).

175. *Clausius R.* On the Motive Power of Heat. – 1850. – 43 p.

176. *Damgaard A.* Life-cycle-assessment of the historical development of air pollution control and energy recovery in waste incineration // Waste Management. – 2010. – № 30. – P. 1244–1250.

177. *Davies. P.* Superforce. The Search for a Grand Unified Theory of Nature. A Touchstone Book. Published by Simon & Schuster, Inc. New York. 1985. – URL: http://cyber-ek.ru/world/davies/superforce1.html

178. *Dirac P.* The quantum theory of the emission and absorption of radiation. Proceeding of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. – 1927. – Vol. 114, № 767. URL: https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspa.1927.0039

179. *Dirac P. A. M.* The Principles of Quantum Mechanics. – Oxford: The Clarendon Press, 1930.

180. eLCAr. Guidelines for the LCA of electric vehicles. Empa, 2013. – URL: http://www.elcar-project.eu/uploads/media/eLCAr_guidelines.pdf

181. eLCAr Project. E-Mobility Life Cycle Assessment Recommendations. 2013 – URL: http://www.elcar-project.eu/uploads/media/Self_learning_script.pdf

182. eLCAr. Self-explanatory training script for practitioners. 2013. – URL: http://www.elcar-project.eu/uploads/media/Self_learning_script.pdf

183. *Fetta G.* ElectromagneticThruster. Patent US 2014 013724 A1. – URL: http://www.rexresearch.com/fetta/US2014013724A1.pdf

184. *Frischknecht R., Jungbluth N.* (editors). Ecoinvent. Overview and Methodology. 2007. – URL: https://www.ecoinvent.org/files/200712_frischknecht_jungbluth_overview_methodology_ecoinvent2.pdf

185. *Fysikopoulos A.*, *Anagnostakis D., Salonitis K., Chryssolouris G.* An Empirical Study of the Energy Consumption in Automotive Assembly. 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2012 // Procedia CIRP, Vol. 3. – 2012. – Pp. 477–482. DOI: 10.1016/j.procir.2012.07.082.

186. *Gruber J.* New Hope for Our Planet: Space-Age Energy and a New Kondratieff Cycle // Vortex Sci. Technol. – 2015. – Vol. 2, Is. 1. DOI: 10.4172/2090-8369.1000113. – URL: https://www.omicsonline.org/open-access/new-hope-for-our-planet-space-age-energy-and-a-new-kondratieff-cycle-2090-8369-1000113.php?aid=41745

187. *Heaviside O.* Electromagnetic Theory. Vol. 1. – London: «The Electrician» Printing and Publishing Company, Limited, 1893. – 526 p. – URL: http://www.shamanicengineering.org/wp-content/uploads/2014/09/Oliver-Heaviside-Electromagnetic-Theory-Volume-I.pdf

188. *Hermann J.* Phoronomia sive de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum. Liberi duo. – Amstelжdami: R. & G. Wetstenios, 1716. – URL: https://archive.org/details/phoronomiasived00conggoog/page/n10

189. *Hilty L.*, *Vlad Coroama V., Eicker M., Ruddy T., Müller E.* The Role of ICT in Energy Consumption and Energy Efficiency. 2009. – URL: http://s3.amazonaws.com/publicationslist.org/data/lorenz.hilty/ref-42/2009-08%20Hilty%20Coroama%20et%20al%20EU%20ENSURE%20ICT%20Energy.pdf (accessed on: 30.10.2017).

190. *Hischier R., Weidema B.* – URL: http://www.ecoinvent.org/files/201007_hischier_weidema_implementation_of_lcia_methods.pdf

191. Hyperloop Alpha. 2013. – URL: http://www.spacex.com/sites/spacex/files/hyperloop_alpha-20130812.pdf (accessed on: 30.10.2017).

192. Hyperloop. – URL: http://itc.ua/articles / hyperloop-vakuumnyie-poezda-i-ih-podvodnyie-kamni/

193. Hyperloop vs Maglev. Принципиальное различие. – URL: http://svobodoff.livejournal.com/390589.html

194. International Energy Outlook. 2016. – URL: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf (дата обращения: 07.04.2017).

195. ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. – URL: http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_4838.htm (дата обращения: 01.12.2018).

196. ISO 14041: Environmental management. Life cycle assessment. Goal and scope definition and inventory analysis. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200007259 (дата обращения: 01.12.2018).

197. ISO 14042: Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle impact assessment. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200028581 (дата обращения: 01.12.2018).

198. ISO 14043: Environmental management. Life cycle assessment. Life cycle interpretation. – URL: https://блог.базатут.рф/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2-%D0%A0-%D0%98%D0%A1%D0%9E-14043-2001-%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD4976/ (дата обращения: 01.12.2018).

199. ISO 14044: Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines. – URL: http://www.opengost.ru/iso/13_gosty_iso/13020_gost_iso/1302001_gost_iso/3055-gost-r-iso-14044-2007-ekologicheskiy-menedzhment.-ocenka-zhiznennogo-cikla.-trebovaniya-i-rekomendacii.html (дата обращения: 01.12.2018).

200. *Klupffer W*., *Grahl B.* Цkobilanz (LCA): Ein Leitfaden fьr Ausbildung und Beruf. – WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. – 426 p.

201. *Konstantinov S. I.* Space Environment is an Inexhaustible Source for Conceptual Innovations // International Journal of Physics and Astronomy. – 2014 (March). – Vol. 2, №.1. – Pp. 17–26. – URL: http://ijpanet.com/journals/ijpa/Vol_2_No_1_March_2014/2.pdf

202. *Kotikov Ju. G.* Estimation of Transportation Energy Efficiency by Bartini Criterion L^6T^{-4} // Architecture and Engineering. – 2017. – Vol. 2, № 2. – Pp. 15–19.

203. *Kotikov Ju. G.* Calculation of Freight Rail Transport Energy Efficiency by Bartini Criterion L^6T^{-4} // Architecture and Engineering. – 2017. – Vol. 2, № 3. – Pp. 21–25. DOI: 10.23968/2500-0055-2017-2-3-21-25.

204. *Kotikov Ju. G.* Transport Energy Efficiency Assessment on the Basis of Life Cycle with Attraction of Entity *Transfer* Bartini // Architecture and Engineering. – 2017. – Vol. 2, No. 4. – Pp. 21–25. DOI: 10.23968/2500-0055-2017-2-4-14-19.

205. *Kotikov Ju*. Structural properties and operational philosophy of the vehicle with the quantum engine // Architecture and Engineering. – 2018. – Vol. 3, Is. 1. – Pp. 13–20. DOI: 10.23968/2500-0055-2018-3-1-13-20.

206. *Kotikov Ju.* Stages of Quantomobile Development // Architecture and Engineering. – 2018. – Vol. 3, Is. 2. – Pp. 26–35. DOI: 10.23968/2500-0055-2018-3-2-26-35.

207. *Kotikov Ju.* Formation of a Function Series for Estimates of Transportation Energy Efficiency Based on Bartini's LT-table Entities // Architecture and Engineering. – 2018. – Vol. 3, Is. 3. – Pp. 3–9. DOI: 10.23968/2500-0055-2018-3-3-3-9.

208. *Kotikov Ju.* The Comparative Analysis of Power Inputs of the Modern Automobile and the Future Quantomobile // Architecture and Engineering. – 2018. – Vol. 3, Is. 4. – Pp. 26–32. DOI: 10.23968/2500-0055-2018-3-4-26-32.

209. *Kron G.* Generalized theory of electrical machinery // AIEE Trans. – 1930. – Vol. 49, Apr. – Pp. 666–683.

210. *Kron G.* Non-Riemannian dynamics of rotating electrical machinery // J. Math. Phys., – 1934. – Vol. 13, № 2. – Pp. 103–194.

211. *Leonov V. S.* Quantum Energetics. Vol. 1. Theory of Superunification. – Cambridge International Science Publishing, 2010. – 745 p. – URL: http://www.cisp-publishing.com/acatalog/info_54.html

212. Life Cycle. Environmental Certificate Mercedes-Benz S-Class, 2015. – URL: https://www.daimler.com/images/sustainability/produkt/new-enviromentalcertificates/daimler-umweltzertifikat-mb-s-klasse.pdf (accessed on: 30.10.2017).

213. *Maxwell J. C.* A Treatise on Electricity and Magnetism. Vol. 1. Oxford at the Clarendon Press. 1873. 500 p. URL: http://www.aproged.pt/biblioteca/MaxwellI.pdf

214. *Matulka R., DeShazo J., Callahan C.* Moving Towards Resiliency: An Assessment of the Costs and Benefits of Energy Security Investments for the San Pedro Bay Ports. 2013. – URL: http://innovation.luskin.ucla.edu/sites/default/files/Port%20Report.pdf

215. *McCulloch M.* Physics from the Edge: A New Cosmological Model for Inertia. – World Scientific Publishing Company, 2014. – 168 p. – URL: https://www.amazon.com/Physics-Edge-Cosmological-Model-Inertia/dp/9814596256

216. *McCulloch M.* Testing quantised inertia on emdrives with dielectrics // EPL (Europhysics Letters). – 2017. – Vol. 118, № 3. – URL: http://iopscience.iop.org/article/10.1209/0295-5075/118/34003/meta. DOI: 10.1209/0295-5075/118/34003.

217. *Mithraratne N.* Lifetime liabilities of land transport using road and rail infrastructure. 2011. – URL: http://www.nzta.govt.nz/assets/resources/research/reports/462/docs/462.pdf (accessed on: 30.10.2017).

218. Oak Ridge National Laboratory. Transportation Energy Data Book: 35th ed. 2016. – URL: https://cta.ornl.gov/data/editions/Edition35_Full_Doc.pdf

219. OOCL Hong Kong – контейнеровоз, технические характеристики. – URL: http://portsinfo.ru/katalog/gonkong/66075-oocl-hong-kong-kontejnerovoz-mestopolozhenie

220. *Pfaff J. F.* Methodus generalis aequationes differentiarum partialum nec non aequetiones differentiales vulgares, utrasque primi ordinis, inter quotcunque variabiles complete integrandi, Abh. d. K.-P. Akad. d. Wiss. zu Berlin (1814–1815). P. 76–136.

221. Pfaffian equation – Encyclopedia of Mathematics. – URL: https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Pfaffian_equation

222. *Pimentel D.* Food Production and the Energy Crisis // Science. – 1973. – Vol. 182, Is. 4111. – Pp. 443–449.

223. Port of Los Angeles, Los Angeles, CA. Energy Management Action Plan. 2014. – URL: https://safety4sea.com/port-of-los-angeles-to-develop-energy-management-action-plan/

224. *Puthoff H.* Advanced Space Propulsion Based on Vacuum (Spacetime Metric) Engineering // JBIS. – 2010. – Vol. 63. – Pp. 82–89. – URL: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1204/1204.2184.pdf

225. *Puthoff H.* Extracting energy and heat from the vacuum // Physical Review E. – 1993. – Vol. 48, № 2. http://www.earthtech.org/publications/PREv48_1562.pdf

226. *Rossi A.* Method and apparatus for carrying out nickel and hydrogen exothermal reaction. United States, Patent Application Publication. Pub. No.: US 2011/0005506 A1. Pub. Date: Jan. 13, 2011.

227. *Sanyuk V. I. Sukhanov A. D.* Dirac in 20th century physics: a centenary assessment // УФН. – 2003. – № 9. – URL: https://ufn.ru/ru/articles/2003/9/d/

228. *Shawyer R.* A Theory of Microwave Propulsion for Spacecraft. Satellite Propulsion Research Ltd, 2006. – URL: https://www.researchgate.net/publication/242313276_A_Theory_of_Microwave_Propulsion_for_Spacecraft

229. Searle Technology Limited-Electronics. Doc-Sisrc-St-Dce-It-2.1. – URL: http://www.searlsolution.com/members/documents/DC_Electronics_Chapter2.pdf

230. *Stripple H.*, *Uppenberg S.* Life Cycle Assessment of Railways and Rail Transports. 2010. – URL: http://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b75d4/1445517456715/B1943.pdf (accessed on: 30.06.2017).

231. *Tajmar M.*, *Köβling M., Weikert M., Monette M.* The SpaceDrive Project – First Results on EMDrive and Mach-Effect Thrusters. [SP2018_016, Barcelo Renacimiento Hotel, Seville, Spain. 14–18 May 2018]. – URL: https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ilr/rfs/ressourcen/dateien/forschung/folder-2007-08-21-5231434330/ag_raumfahrtantriebe/SPC-The-SpaceDrive-Project-First-Results-on-EMDrive-and-Mach-Effect-Thrusters.pdf?lang=en

232. Transportation Energy Data Book: Edition 35. – URL: https://info.ornl.gov/sites/publications/files/Pub69643.pdf

233. VDI 4600. Cumulative Energy Demand. 2012. – URL: https://www.vdi.de/uploads/tx_vdirili/pdf/1807038.pdf

234. U.S. Energy Information Administration. International Energy Outlook. – URL: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf (accessed on: 30.06.2017).

235. *White H., March P, Lawrence J., Vera J., Sylvester A., Brady D., Bailey P.* Measurement of Impulsive Thrust from a Closed Radio-Frequency Cavity in Vacuum. [NASA Johnson Space Center, Houston, Texas 77058] // Journal of Propulsion and Power. – July–August 2017. – Vol. 33, No. 4. – URL: https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/1.B36120. DOI: 10.2514/1.B36120

236. *Zhou J.* Improving the energy efficiency of high speed rail and life cycle comparison with other modes of transport (Thesis). 2014. – URL: https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjIvMLYyarWAhUBDJoKHXnaAc0QFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fspiral.imperial.ac.uk%3A8443%2Fbitstream%2F10044%2F1%2F25066%2F3%2FZhou-J-2014-PhD-Thesis.pdf&usg=AFQjCNHMl73iTD9wyjJevlVpeOs_1H9CgA (accessed on: 30.10.2017).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Базис выкладок подраздела 3.1 «Открытые системы. Поток энергии. Обобщенная машина», составленный по работам Крона Г. [209], Большакова Б. Е., Кузнецова О. Л. [65, 66] и Базарова И. П. [13]

Как следовало из главы 2, *LT*-система представляет собой иерархию вложенных понятий. Величиной, объединяющей всю группу, является мощность. Все другие величины – это составные элементы мощности и могут быть выражены через нее. В этом смысле мощность (в настоящее время) является наиболее общей величиной. Закон сохранения мощности имеет наибольшую силу, охватывая наиболее широкий класс систем. В классических консервативных системах требуется постоянство скорости. Это требование снимается при введении инварианта мощности [65].

В системе $L^R T^S$ энергия имеет размерность L^5T^{-4}, а мощность – L^5T^{-5}. Основным свойством энергии является ее *способность совершать работу* в процессе превращения из одной формы в другую. Основное свойство мощности – *работоспособность в единицу времени*. Эти свойства весьма различны и обеспечивают отличающиеся друг от друга методологические базисы [65].

Рассмотрим структуру энергии. Полная энергия E произвольной системы является суммой двух частей [66]:

$$E = B + A \ [L^5T^{-4}], \tag{П1}$$

где B – превратимая, или свободная, энергия; A – непревратимая, или связная, энергия.

Свободная и связная энергия

Если полное максимальное значение энергии системы обозначить как E_{max}, а минимальное значение энергии – как E_{min}, то получим еще одно выражение для свободной энергии B [66]:

$$B = E_{своб} = E_{max} - E_{min}. \tag{П2}$$

По-другому:

$$E_{max} = E_{своб} + E_{min}. \tag{П3}$$

Минимальное значение энергии E_{min} называется *связной энергией A* [66]. Принимая тождество «связная энергия» ≡ «минимальная энергия» (т. е. $A = E_{связ}$), получим

$$E_{max} = E_{своб} + E_{связ}, \text{ или } E_{max} = B + A. \quad (П4)$$

В классической термодинамике E_{max} называется полной энергией системы.

«Одномерное» фазовое пространство энергии можно изобразить в виде «отрезка», состоящего из двух компонент: «свободной» и «связной» энергии (рис. П1) [66].

Рис. П1. Одномерное фазовое пространство энергии [66]

Любое произвольное состояние системы представляется точкой 2, находящейся между крайними точками 1 и 3.

КПД системы достигает значения 1, когда «связная» энергия обращается в нуль, и наоборот: КПД системы достигает значения, близкого к нулю, когда связная энергия приближается к значению полной энергии системы [66].

В уравнениях Гельмгольца была показана связь «полной», «свободной» и «связной» энергий для изотермически замкнутых систем [13, 66]:

$$E_{полн} = E_{своб} + TS, \quad (П5)$$

где T – температура термометрического тела; S – энтропия изолированной системы.

«Связная» энергия здесь представляется произведением температуры T термометрического тела и энтропии S [65].

Расскажем несколько подробнее о свободной энергии и о её связи с потенциальной и кинетической энергией»? Рассмотрим фазовые диаграммы маятника (без трения) в виде колебаний тележки (рис. П2 и П3) [65]. «Полная энергия маятника, состоящего из «пружины» и «массы» тела, будет при отсутствии «диссипативных» сил постоянна и состоять из «кинетической» и «потенциальной» энергии, а еще некой «связной» энергии» [65].

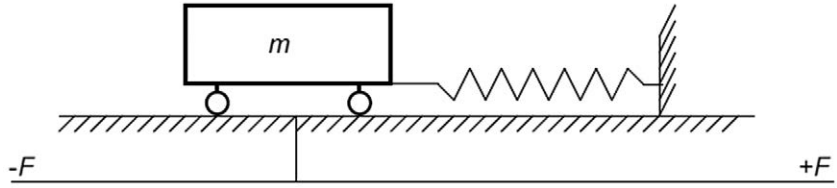


Рис. П2. Маятник в виде подпружиненной тележки [65]

При оттягивании пружины системе сообщается некоторое количество энергии, которое и будет «свободной» энергией. Отпуск тележки вызовет гармоническое колебание. Общая и свободная энергия (для случая отсутствия диссипации) будут сохраняться, а «потенциальная» и «кинетическая» энергия будут превращаться друг в друга. Представляющая точка *D* при этих переходах будет перемещаться на отрезке 2–3 (рис. П3).

Точка *D* находится в точке 2, когда свободная энергия является «потенциальной» энергией; когда же точка *D* находится в точке 3, то вся свободная энергия является «кинетической». Если считать «кинетическую» и «потенциальную» энергию «компонентами» свободной энергии, то можно рассматривать свободную энергию как векторную сумму этих компонент. Так как свободная энергия постоянна, а угол между кинетической и потенциальной энергией всегда прямой, то точка *D* будет описывать окружность (рис. П3) [65].

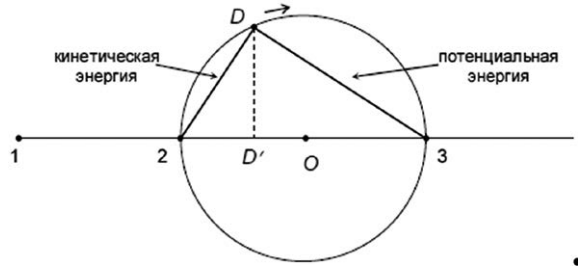


Рис. П3. Векторное представление колебания маятника [65]

Скалярная величина энергии как бы расщепляется в векторные компоненты «свободной» энергии. То есть «свободную» энергию можно представить «векторной величиной». Этот факт не отмечается в классической термодинамике, но нашел отражение в электродинамике Г. Крона [61, 65, 209].

Аналогичные диаграммы могут быть построены для любой машины.

Существенны два вывода относительно потока энергии:

1) переход «потенциальной» энергии в «кинетическую» и наоборот связан с изменением знака направления движения потока энергии;

2) величина потока свободной энергии при переходе потенциальной энергии в кинетическую и наоборот остается постоянной [65].

Эти выводы дают возможность сравнивать все возможные машины по величине потока свободной энергии (мощности) [65].

В 1930 г. Г. Крон в работе «Общая теория электрических машин» [209] вводит понятие «поток свободной энергии» и определяет понятие «машина» как устройство, через которое поток свободной энергии идет от источника «к нагрузке». Данный факт вводит в описание машин и механизмов понятие «мощность». Оно обобщает понятие «энергия в рабочем цикле» до понятия «число циклов в единицу времени, умноженное на энергию в рабочем цикле». Это новое понятие охватывает и все «непрерывные», «нециклические» рабочие процессы (чего не охватывает машина Карно) [209].

Рабочий цикл машины или установившийся характер ее движения возможны тогда и только тогда, когда имеет место баланс *потоков свободной энергии*, т. е. поступление энергии в канал машины равно оттоку энергии в нагрузку. «Обобщенная машина» представима как «канал», который соединяет источник потока свободной энергии с нагрузкой прямой и обратной связями (рис. П4) [65]. Общим свойством всех машин является то, что все они представляют собой обобщенный «канал», через который поток свободной энергии от источника переходит в поток свободной энергии, поступающий в нагрузку машины [65].

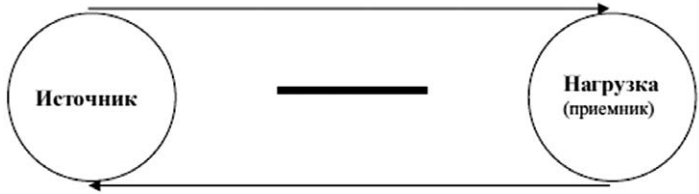


Рис. П4. Обобщенная машина [65]

Новое определение машины дает возможность сравнивать все возможные машины по величине мощности [L^5T^{-5}] (чего не может дать машина Карно) [65].

Система является замкнутой в том и только в том случае, если поток энергии на входе и выходе системы равен нулю. Однако такая ситуация является лишь частным случаем. В общем случае поток энергии на входе и выходе системы не равен нулю. Замкнутые системы являются частным случаем открытых систем [65].

Здесь уместно отметить вклад Г. Крона в обобщенное моделирование открытых систем – создание для этого своеобразного аппарата тензорного исчисления.

Определение открытой системы в новой постановке

Система является открытой тогда и только тогда, когда она обменивается потоками энергии с окружающей ее средой [65]. Особенностью открытых систем является то, что полный поток N на входе в систему равен сумме активного P и пассивного G (или потерь) потоков на выходе из системы (рис. П5).

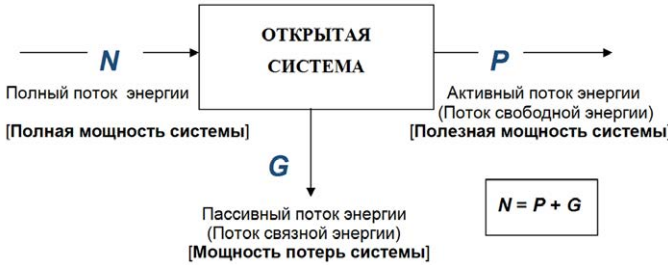


Рис. П5. Открытая система

Полная мощность системы равна сумме полезной мощности и мощности потерь [65]:

$$N = P + G\ [L^5T^{-5}]. \qquad (П.6)$$

Мощность и энергия различаются на величину производной по времени:

$$N = E',\ P = B',\ G = A'. \qquad (П.7)$$

Из этих определений видно, что поток связной энергии A' есть мощность потерь G. Следовательно, связная энергия – это интеграл от мощности потерь, т. е. «отработанная» энергия (теплота). Накопленный поток связной или «отработанной» энергии (теплоты), а точнее – интеграл от мощности потерь, отнесенный к единице объема, – и есть энтропия [22].

Формы энергии и мощности

Все возможные виды энергии – механическая, тепловая, магнитная, электрическая и т. д. – являются формой энергии и имеют единую пространственно-временную размерность $[L^5T^{-4}]$ [65].

Аналогично, и мощность может быть представлена в различных формах [65]. Например, механическая форма мощности имеет выражение

$$N = FV,$$

где F – сила $[L^4T^{-4}]$; V – скорость $[L^1T^{-1}]$.

Полная мощность N произвольной системы равна сумме активной (полезной) P и пассивной (мощность потерь) G частей, каждая из которых имеет размерность $[L^5T^{-5}]$ [65].

Закон сохранения мощности

В общем виде закон сохранения мощности записывается как инвариантность величины мощности [65]:

$$[L^5T^{-5}] = \text{const}. \qquad (П8)$$

Из уравнения полной мощности $N = P + G$ следует, что полезная мощность и мощность потерь проективно инверсны и поэтому любое изменение свободной энергии $B' = P$ компенсируются изменением мощности потерь $A' = G$ под контролем полной мощности $E' = N$ [65].

Это дает основание представить закон сохранения мощности в виде скалярного уравнения [65]

$$0 = B' + A_1', \qquad (П9)$$

где $A_1' = A' - E'$.

Содержательный смысл уравнения такой: изменение свободной энергии компенсируется разностью между потерями и поступлениями энергии в систему [65].

Обобщенная машина как «канал», соединяющий источник мощности с нагрузкой

Понятие «обобщенная машина» (по Крону Г.) означает, что система совершает внешнюю работу, т. е. ее энергия переходит от источника (в том числе находящегося

во внешней среде) к нагрузке (в том числе представляющей собой преодоление сопротивления внешней среды движению машины) (рис. П6 [66]).

Рис. П6. «Обобщенная» машина как «канал», соединяющий источник мощности с нагрузкой [66]

В обобщенной машине выделяется три группы переменных:

1) параметры источника мощности;
2) параметры канала;
3) параметры нагрузки.

На рис. П6 изображены два клапана, которые способны «изолировать» либо источник мощности от канала (клапан № 1), либо канал от нагрузки (клапан № 2). В классических теориях автоколебаний или автовращательного движения обычно используется модель с одним клапаном (клапан № 1), который «управляется» параметром нагрузки. Это «управление» параметрами нагрузки на рисунке представлено клапаном № 2, а «обратная связь» классической теории может быть выражена «фазовыми» соотношениями между состояниями этих двух клапанов [66].

Элементарная схема производственного цикла

В соответствии с вышеизложенным, любой производственный процесс можно представить как открытую систему преобразования материальных потоков, имеющих размерность меры «мощность». Элементарный цикл такого процесса отображен на рис. П7 [22]. Здесь материальный поток, поступающий на вход системы и характеризующий ее полную мощность, обозначен через *N*.

Рис. П7. Элементарный цикл производственного процесса [22]

Полная мощность может быть представлена как сумма полезной мощности и мощности потерь: $N = P + G$.

Отсюда следует, что мощность потерь находится под контролем полной и полезной мощностей. Уменьшение мощности потерь может быть достигнуто (при постоянстве полной мощности) только за счет увеличения полезной мощности.

Производственный цикл есть процесс, совершаемый между субъектом и окружающей его природной средой. Это представимо потоковой структурой (рис. П8 [66]).

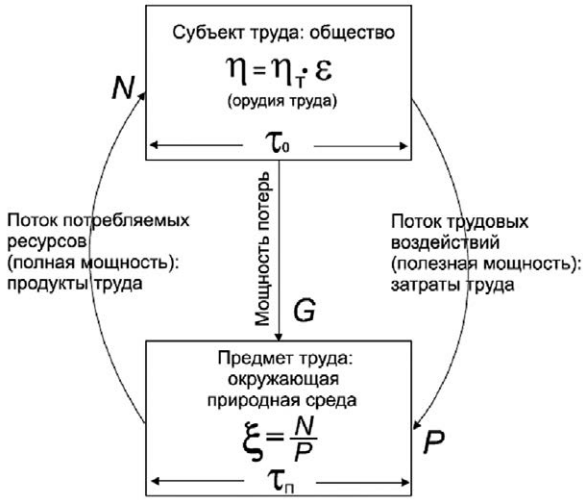


Рис. П8. Потоковая схема производственного цикла субъекта труда [66]

Большие производственные системы (энергетические, транспортные, логистические) по сути своей открытые – с изменяемой полной мощностью потоков N (и, более того, с темпом изменения во времени мощности N' – см. сущность L^5T^{-6} таблицы Бартини). Принятие этого утверждения и концепций, приведенных здесь в общих чертах, позволит, по нашему твердому мнению, в будущем моделировать эти системы на базе новой идейной основы, с привлечением LT-системы Р. Бартини, тензорного аппарата Г. Крона и других прогрессивных теоретических наработок.

Оглавление

Предисловие 3
Список сокращений 5
Введение 7

Глава 1. Аспекты развития энергетики 9
1.1. Проблема устойчивого развития общества 9
1.2. Аспекты развития физики 12
1.3. Проблемы развития энергетики в целом 19
1.3.1. Коллизии современной энергетики 19
1.3.2. Традиционное горение 20
1.3.3. Усовершенствование теории горения и способов его реализации (выход на бестопливное горение) 21
1.3.4. Необходимость перехода на новые источники энергии . . . 23
1.3.5. Перспективные источники природной энергии 25
1.3.6. Классификация существующих и перспективных энергоустановок 26
1.4. Проблемы развития транспортной энергетики 28
1.4.1. Совершенствование процесса горения в ДВС 28
1.4.2. Перспективные движители транспортных средств 30

Глава 2. Оценка энергоэффективности транспортных систем на базе сущностей бартини 37
2.1. Энергия как мера стоимости продуктов и услуг 37
2.2. Методики оценки жизненного цикла 39
2.3. Накопление энергозатрат объектами транспортной сферы 43
2.3.1. Понятие, стандартизация и анализ накопленных энергозатрат 43
2.3.2. Энергозатраты при производстве автотранспортных средств 44
2.3.3. Энергозатраты на строительство и содержание автомобильных дорог 47
2.3.4. Поддержание работоспособности техники и персонала 58
2.3.5. Погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы 61
2.4. Таблица *LT*-сущностей Бартини 64
2.5. Критерии энергоэффективности на базе сущности Transfer 72
2.5.1. Методические особенности оценки энергоэффективности транспорта на базе сущности Transfer 72
2.5.2. Пример по линейным автомобильным перевозкам 75

2.5.3. Пример по линейным железнодорожным перевозкам 78
2.5.4. Методические обобщения построения оценок энергоэффективности линейных перевозок транспорта на базе сущности Transfer 83
2.6. Унификация ряда энергетических сущностей таблицы Бартини для 1D–3D-объектов, обслуживаемых транспортом . . . 93
2.6.1. Формирование функционального ряда 1D–3D-оценок энергоэффективности перевозок на базе сущностей таблицы Бартини 93
2.6.2. Пример D-2: транспортное обслуживание агломерации 98
2.6.3. Пример D-3: погрузка океанского контейнеровоза 102

Глава 3. Основы бестопливной квантовой энергетики 109
3.1. Переход от термодинамики к монотермии 109
3.2. Открытые системы. Поток энергии. Обобщенная машина . . . 117
3.2.1. Инварианты закрытых и открытых систем 117
3.2.2. Свободная и связная энергия 117
3.2.3. Полезная мощность и мощность потерь 118
3.2.4. Внешнее сходство и внутренне различие полной энергии и полной мощности и их составных частей . . . 118
3.2.5. Поток свободной энергии 118
3.2.6. Обобщенная машина как «канал», соединяющий источник мощности с нагрузкой 119
3.3. Теории эфира и физического вакуума 119
3.4. Безопасность и социальные факторы бестопливной энергетики 125
3.4.1. Опасность электромагнитных излучений 125
3.4.2. Социальные аспекты перестройки энергетики 126

Глава 4. Концепции автомобиля с квантовым двигателем – квантомобиля. 129
4.1. Концепции теории суперобъединения Леонова В. С. 130
4.1.1. Предпосылки создания теории суперобъединения 130
4.1.2. Квантовая модель гравитации теории суперобъединения 133
4.1.3. Тяготение и инерция 136
4.2. Концепции квантовых двигателей и квантомобилей 139
4.2.1. Идейная основа квантового двигателя 139
4.2.2. Квантовые двигатели: прототипы технических решений и образцы созданных аппаратов с квантовым двигателем 141

4.2.3. Концептуальные схемы и достоинства автомобилей с квантовым двигателем, обозначенные Леоновым 142
4.3. Авторский прогноз конструктивных и эксплуатационных особенностей квантомобиля 144
4.4. Концепции формирования тяговых сил в квантовом двигателе 147
4.5. Базовые различия конструкции и силовых схем квантомобиля и автомобиля 152
4.6. Функциональные отличия формирования тягово-скоростных свойств автомобиля и квантомобиля 153
4.6.1. Продвижение и реализация потока энергии в автомобиле с ДВС 153
4.7. Влияние отличий экипажей с ДВС и с квантовым двигателем и сопротивления их движению на энергопотребление 160
4.7.1. Влияние различия концептуальных схем экипажей на генерацию тяговой силы 160
4.7.2. Отличие сил сопротивления движению экипажей 162
4.8. Пример оценки энергетики квантомобиля на фоне автомобиля-аналога 164
4.9. Этапы проведения расчетно-экспериментальных работ по созданию квантомобилей 168
Заключение 175
Библиографический список 181
Приложение 196

Научное издание

ЭНЕРГЕТИКА ТРАНСПОРТА

Монография

Котиков Юрий Георгиевич

Редактор *А. А. Стешко*
Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 26.12.2018. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.
Усл. печ. л. 11,97. Тираж 500 экз. Заказ 201. «С» 136.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, д. 4.
Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.