

точником энергии на околоземных орбитах являются солнечные элементы. Еще несколько лет назад разработчики ЯЭУ ориентировались на уровень мощности 20 кВт; сегодня такой уровень планируется обеспечивать солнечными источниками энергии. В то же время для полетов в дальний космос, в частности, для осуществления таких масштабных проектов, как экспедиция на Марс, использование ЯЭУ не имеет альтернативы. ЯЭУ может служить не только источником энергии для жизнеобеспечения экипажа и питания аппаратуры, но и средством, обеспечивающим движение, в том числе с помощью ядерного ракетного двигателя, транспортно-энергетического модуля, обеспечивающего вывод аппарата на орбиту или возможность смены орбиты. Такая двухрежимная установка с уровнем мощности около 100 кВт позволит обеспечить вывод космического корабля на рабочую орбиту, а также энергопитание на более низком уровне мощности.

Список использованных источников:

1. О.Ф. Прилуцкий, С.Н. Родионов. «Ядерная энергия в космосе: военные аспекты и опасность для окружающей среды», Наука и всеобщая безопасность, — 1989. — Т. 1, № 1-2, — С. 83–92.
2. Гудилин В.Е., Слабкий Л.И. Ядерные ракетные двигатели // Ракетно-космические системы (История. Развитие. Перспективы). — М., 1996. — 326 с
3. Журнал «Атомная стратегия», июнь 2007 г., № 30.

## ЭНТРОПИЯ КАК МЕРА ХАОСА ВО ВСЕЛЕННОЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*Минск, Республика Беларусь*

*Ерёмина Е. О.*

*Молочко А.П. – канд. техн. наук, доцент*

Вселенная — наш большой необозримый дом. И очень хочется, чтобы процессы в ней были стабильны, поскольку все мы зависим от их результатов. Изучение и прогнозирование их представляет безусловный интерес. Энтропия Вселенной постоянно меняется. Ученые проводят целый ряд исследований, чтобы определить общие закономерности и иметь возможность сделать верные прогнозы развития.

**«Все процессы в мире происходят с увеличением энтропии»** — эта расхожая формулировка превратила энтропию из научного термина в какое-то непреложное свидетельство обреченной борьбы человека с окружающей его беспорядком. Но что в оригинале скрывается за этой физической величиной? Впервые термин «энтропия» в 1865 году ввел немецкий физик Рудольф Клаузиус. Тогда он имел узкое значение и использовался в качестве одной из величин для описания состояния термодинамических систем — то есть, физических систем, состоящих из большого количества частиц и способных обмениваться энергией и веществом с окружающей средой. Проблема заключалась в том, что до конца сформулировать, что именно характеризует энтропия, ученый не смог. К тому же, по предложенной им формуле можно было определить только изменение энтропии, а не ее абсолютное значение. Упрощенно эту формулу можно записать как  $dS = dQ/T$ . Поскольку Клаузиус так и не смог сформулировать физический смысл энтропии, она осталась абстрактным понятием до 1872 года — пока австрийский физик Людвиг Больцман не вывел новую формулу, позволяющую рассчитывать ее абсолютное значение. Она выглядит как  $S = k \ln W$  (где  $S$  — энтропия,  $k$  — константа Больцмана, имеющая неизменное значение,  $W$  — статистический вес состояния). Благодаря этой формуле энтропия стала пониматься как мера упорядоченности системы. Со времен появления формулы Больцмана **термин «энтропия» проник практически во все области науки и оброс новыми парадоксами.**

Возьмем, к примеру, астрофизику и пару **«черная дыра — падающее в нее тело»** (рис. 1). Ее вполне можно считать изолированной системой, а значит, энтропия такой системы должна сохраняться. Но она бесследно исчезает в черной дыре — ведь оттуда не вырваться ни материи, ни излучению. Что же происходит с ней внутри черной дыры? Некоторые специалисты теории струн утверждают, что эта энтропия превращается в энтропию черной дыры, которая представляет собой единую структуру, связанную из многих квантовых струн (это гипотетические физические объекты, крошечные многомерные структуры, колебания которых порождают все элементарные частицы, поля и прочую привычную физику). Впрочем, другие ученые предлагают менее экстравагантный ответ: пропавшая информация, всё-таки возвращается в мир вместе с излучением, исходящим от черных дыр.

**Энтропия Вселенной** — это, попросту говоря, мера хаоса (рис. 2). Появляются работы, в рамках которых специалисты пытаются рассчитать точное значение этой меры. Однако оценки такой величины, как энтропия Вселенной, значительно отличаются — на 1–3 порядка. Это связано с тем, что при расчетах необходимо учитывать влияние на нее не только небесных объектов, но и темной энергии, особенности которой пока изучаются. По мнению ученых, самым крупным источником беспорядка в нашем мире являются такие образования, как массивные и сверхмассивные черные дыры.

Связана также энтропия Вселенной с теорией большого взрыва и грядущей тепловой смертью. Наступить такое состояние должно в тот момент, когда значение этой величины достигнет максимума. Тогда в создавшейся замкнутой системе перестанут происходить какие-либо процессы, невозможной станет также жизнь.

**Еще один парадокс, идущий вразрез со вторым началом термодинамики** — это существование и функционирование живых существ. Ведь даже живая клетка со всеми ее биослоями мембран, молекулами ДНК и уникальными белками — это высокоупорядоченная структура, не говоря уже о целом организме.



Рис.1 – Чёрная дыра



Рис.2 – Вселенная

За счет чего существует система с такой низкой энтропией? Этим вопросом в своей книге «Что такое жизнь с точки зрения физики» задался знаменитый Эрвин Шредингер, создатель того самого мысленного эксперимента с котом: «Живой организм непрерывно увеличивает свою энтропию, или, иначе, производит положительную энтропию и, таким образом, приближается к опасному состоянию максимальной энтропии, представляющему собой смерть. Он может избежать этого состояния, то есть оставаться живым, только постоянно извлекая из окружающей его среды отрицательную энтропию. Отрицательная энтропия — это то, чем организм питается». Живой организм питается углеводами, белками и жирами. Высокоупорядоченными, часто длинными молекулами со сравнительно низкой энтропией. А взамен выделяет в окружающую среду уже гораздо более простые вещества с большей энтропией. **Вот такое вечное противостояние с хаосом мира.**

Список использованных источников:

1. Пригожин, И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс // М.: Прогресс, 1986.
2. Эткин, В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии) / В.А. Эткин // СПб, Наука, 2008. — 409 с.
3. О термодинамической направленности процессов самоорганизации [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://zhurnal.lib.ru/e/etkin\\_w\\_a](http://zhurnal.lib.ru/e/etkin_w_a). — Дата доступа: 14.08.2009.
4. Bekenstein, J.D. Black Holes and Entropy (англ.) / J.D. Bekenstein // *Phys. Rev. D*. — 1973. — Т. 7. — С. 2333–2346.

## ОРГАНИЧЕСКИЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ СВЕТОДИОДЫ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

*Минск, Республика Беларусь*

*Симаньков А.А.*

*Соловей Н.П. – канд. техн. наук, доцент*

В настоящей работе описаны устройство, принцип действия органических светоизлучающих диодов (ОСИД) показаны их достоинства, недостатки и область применения. Более перспективными являются ОСИД, созданные на гибких поверхностях, что позволяет значительно повысить эффективность всей системы.

Основным элементом светоизлучающих диодов является р-п-переход, представляющий собой тонкий слой на границе между двумя полупроводниками, обладающими различным типом проводимости (р-тип и п-тип). В качестве полупроводниковых материалов используются соединения АЗВ5, А2В6 позволяющие создавать излучения в различных областях спектра.

В настоящее время разработана технология изготовления светоизлучающих диодов из органических соединений, которые эффективно излучают свет при пропускании через них электрического тока. Функциональной частью таких диодов является двухслойный органический материал, один из которых проводит дырки, инжектируемые анодом, а второй – электроны, инжектируемые катодом, где и происходит излучательная рекомбинация носителей заряда.

Органические светоизлучающие диоды отличаются рядом преимуществ по сравнению со своими неорганическими аналогами. Например, в отличие от обычных светоизлучающих диодов, органические не содержат токсичных тяжелых элементов, например – мышьяка, применение которых в электронике на законодательном уровне в ряде стран ограничено или запрещено. В качестве материала анода обычно используется