

$$\begin{pmatrix} X_1 & X_4 & X_5 \\ -X_4^t & X_2 & X_6 \\ -X_5^t & -X_6^t & X_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_m & 0 & 0 \\ 0 & S & 0 \\ 0 & 0 & -E_l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_m & 0 & 0 \\ 0 & S & 0 \\ 0 & 0 & -E_l \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 & X_4 & X_5 \\ -X_4^t & X_2 & X_6 \\ -X_5^t & -X_6^t & X_3 \end{pmatrix};$$

$$\begin{pmatrix} X_1 & X_4 S & -X_5 \\ -X_4^t & X_2 S & -X_6 \\ -X_5^t & -X_6^t S & -X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & X_4 & X_5 \\ -S X_4^t & S X_2 & S X_6 \\ X_5^t & X_6^t & -X_3 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} X_4 S = X_4, \\ -X_5 = X_5, \\ X_4^t = S X_4^t, \\ X_2 S = S X_2, \\ -X_6 = S X_6, \\ -X_6^t S = X_6^t. \end{cases} \quad (1)$$

Решив систему матричных уравнений (1), получаем, что подалгебра \mathfrak{h} имеет вид:

$$\mathfrak{h} = \left\{ X = \begin{pmatrix} X_1 & X_4 & 0 \\ -X_4^t & X_2 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 \end{pmatrix} \left| \begin{array}{l} X_1, X_3 - \text{произв. кососимметрические,} \\ X_4 = \begin{pmatrix} x_1 & x_1 & x_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ x_m & x_m & x_m \end{pmatrix}, X_2 = \begin{pmatrix} 0 & a & -a \\ -a & 0 & a \\ a & -a & 0 \end{pmatrix} \end{array} \right. \right\}.$$

Заключение. Данная работа может найти применение в различных сферах производства и технологий, где используются знания линейной и дифференциальной геометрии и топологии. Также теория групп Ли уже активно используется при изучении основной теории молекулярной физики. Материал стоит включить в учебные пособия. Несмотря на довольно узкую специализацию темы, данные расчёты и теоремы очень важны для многих исследований и сфер производства.

Список цитируемых источников

1. Кобаяси, Ш. Основы дифференциальной геометрии / Ш. Кобаяси, К. Номидзу. — М. : Наука, 1981. — Т. 2. — 416 с.
2. Уорнер, Ф. Основы теории гладких многообразий и групп Ли / Ф. Уорнер. — М. : Мир, 1987. — 302 с.
3. Вольф, Дж. Пространства постоянной кривизны / Дж. Вольф. — М. : Мир, 1982. — 480 с.
4. Винберг, Э. Б. Линейные представления групп / Э. Б. Винберг. — М. : Наука, 1985. — 144 с.
5. Балащенко, В. В. Канонические аффинорные структуры классического типа на регулярных Φ -пространствах / В. В. Балащенко, Н. А. Степанов // Математ. сб. — Б. м. : [б. и.], 1995. — Т. 186. — № 11. — С. 3—34.
6. Однородные пространства: теория и приложения: монография / В. В. Балащенко [и др.]. — Ханты-Мансийск : Полиграфист, 2008. — 208 с.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.

УДК 551.521.32

Е. С. Стецкий, Г. В. Качкар

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

О ПРЕОБРАЗОВАНИИ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ

Введение. Инфракрасное излучение — электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным концом видимого света ($\lambda = 0,74$ мкм и $\nu = 430$ ТГц) и микроволновым радиоизлучением ($\lambda = 1 - 2$ мм и $\nu = 300$ ГГц). Оно было открыто в 1800 г. английским астрономом Вильямом Гершелем, который, проводя измерения энергии различных лучей видимого света, случайно обнаружил, что используемые им термометры нагреваются и за границей красного конца спектра. Учёный сделал вывод, что существуют некоторые лучи, продолжающие спектр за красным светом. Это положило начало изучению инфракрасного излучения. Установлено, что его испускают возбуждённые атомы или ионы. Источниками инфракрасного излучения являются лампы накаливания, различные излучатели, газоразрядные источники света, но самым дешёвым и естественным источником является Земля. *Инфракрасное излучение Земли* состоит из двух составляющих: собственного теплового и отражённого солнечного излучения.

Инфракрасное излучение Земли уносит энергию в мировое пространство, что способствует охлаждению поверхности Земли. Именно поэтому в пустынях, где атмосфера прозрачна, ночью становится холодно, хотя днём бывает очень жарко. Если есть облака, то инфракрасное излучение с поверхности Земли отражается от них и потери энергии в мировое пространство уменьшаются. Поэтому зимой при густой облачности на поверхности Земли становится теплее.

Инфракрасное излучение Земли экранируется парами воды и озоном. Это предохраняет поверхность Земли от чрезмерной потери тепла излучением и способствует повышению температуры на поверхности планеты. Подсчитано, что без этого парникового эффекта температура в околоземном слое была бы примерно на 40°С ниже, чем регистрируемая сейчас. Естественно, такая температурная ситуация не способствовала бы развитию жизни — по крайней мере в тех формах, в каких она известна на Земле.

Воздействие топливно-энергетического комплекса на атмосферу связано с эмиссией так называемых тепличных газов (двуокись углерода, метан, закись азота и др.), задерживающих *инфракрасное излучение Земли* и теоретически способных при чрезмерной их концентрации в атмосфере привести к её перегреву, повышению средней температуры и изменению климата планеты.

Озон поглощает некоторую часть *инфракрасного излучения Земли*. В естественных условиях озон образуется из атмосферного кислорода при грозовых разрядах, а на высоте 10—30 км — под действием ультрафиолетовых солнечных лучей. Озон задерживает вредное для жизни ультрафиолетовое излучение Солнца и поглощает *инфракрасное излучение Земли*, препятствуя её охлаждению. Следовательно, озонный пояс играет большую роль в обеспечении жизни на Земле [1].

Основная часть. Приборы, регистрирующие инфракрасное излучение. Отправляясь от видимого света в длинноволновую сторону спектра, попадаем в диапазон инфракрасного излучения. Ближнее инфракрасное излучение физически ничем не отличается от видимого света, за исключением того, что не воспринимается сетчаткой глаза. Его можно регистрировать теми же приборами, в частности, телескопами, что и видимый свет. Человек также ощущает инфракрасное излучение кожей — как тепло. Именно благодаря инфракрасному излучению нам тепло сидеть у костра. Большую часть энергии горения уносит вверх восходящий поток воздуха, на котором мы кипятим воду в котелке, а инфракрасное (и видимое) излучение испускается в стороны молекулами газов, продуктов сгорания и раскалёнными частицами угля.

С ростом длины волны атмосфера теряет прозрачность для инфракрасного излучения. Это связано с так называемыми колебательно-вращательными полосами поглощения молекул атмосферных газов. Будучи квантовыми объектами, молекулы не могут вращаться или колебаться произвольным образом, как грузы на пружинке. У каждой молекулы есть свой набор энергий (и, соответственно, частот излучения), которые они могут запастись в форме колебательных и вращательных движений. Однако даже у не самых сложных молекул воздуха набор этих частот столь обширен, что фактически атмосфера поглощает всё излучение в некоторых участках инфракрасного спектра — это так называемые инфракрасные полосы поглощения. Они перемежаются небольшими участками, в которых космическое инфракрасное излучение достигает поверхности Земли — это так называемые окна прозрачности, которых насчитывается около десятка. Интересно отметить, что поглощение инфракрасного излучения почти полностью происходит в нижних слоях атмосферы из-за повышения плотности воздуха у поверхности Земли. Это позволяет вести наблюдения почти во всем инфракрасном диапазоне с аэростатов и высотных самолётов, которые поднимаются в стратосферу.

Деление инфракрасного излучения на поддиапазоны также весьма условно. Граница между ближним и средним инфракрасным излучением проводится примерно в районе абсолютной температуры 300°K, которая характерна для предметов на земной поверхности. Поэтому все они, включая приборы, являются мощными источниками инфракрасного излучения. Чтобы в таких условиях выделить излучение космического источника, аппаратуру приходится охлаждать до температур, близких к абсолютному нулю, и выносить за пределы атмосферы, которая сама интенсивно светит в среднем инфракрасном диапазоне — именно за счёт этого излучения Земля рассеивает в космос энергию, постоянно поступающую от Солнца. Основной тип приёмника излучения в этом диапазоне — болометр, т. е., попросту говоря, маленькое чёрное тело, поглощающее излучение, соединённое со сверхточным термометром.

Дальний инфракрасный диапазон — один из наиболее сложных, как для генерации, так и для регистрации излучения. В последнее время благодаря разработке особых материалов и сверхбыстродействующей электроники с ним научились достаточно эффективно работать. В технике его часто называют терагерцевым излучением. Сейчас активно идёт разработка бесконтактных сканеров для определения химического состава объектов на основе генераторов терагерцевого излучения [2].

«Вечный» генератор. Вопрос изобретения и использования возобновляемого источника энергии, который мог бы служить для обеспечения человеческих нужд и потребностей является актуальным и сегодня. В качестве такого источника энергии может быть использовано *инфракрасное излучение Земли*. В природе этот механизм работает так: излучение от Солнца поглощается поверхностью Земли и облаками, а затем большая часть энергии возвращается обратно в атмосферу в виде инфракрасного излучения благодаря переизлучению. В то же время ряд содержащихся в атмосфере веществ вновь поглощает это излучение и возвращает определённую его часть обратно на планету. Именно из-за этого поверхность и атмосфера находятся в более нагретом состоянии, чем, если бы они были при отсутствии подобного

эффекта. Собственно, это и называют парниковым эффектом. Более того, из-за этого неиспользованными остаются 10^{17} Вт энергии. Это в 10 миллионов раз больше мощности четырёх энергоблоков некогда функционировавшей Чернобыльской АЭС.

Основываясь на данных фактах можно изымать часть этой энергии и использовать её во благо человечества. Для её изъятия предлагается использовать так называемый излучательный источник электроэнергии, который может генерировать энергию, отражая в небо инфракрасное излучение и получая энергию за счёт разницы температур [3].

На рисунке 1 представлены три генераторные цепи с разной входящей температурой. Первая цепь (рисунок 1, а) в равновесии и не вырабатывает ток; вторая цепь (рисунок 1, б) — обычный выпрямитель тока; третья цепь (рисунок 1, в) — устройство, вырабатывающее ток.

Возможны два различных вида генератора, работающих на принципе захвата инфракрасного излучения: один, макроразмерный, является аналогом солнечного коллектора, а второй, наноразмерный, — аналогом фотоэлектрической панели.

Суть макроразмерного «эмиссионного комбайна» в использовании термоэлектрического эффекта: выработки электричества под воздействием разницы температур. Устройство представляет собой две соединённые пластины: одна («горячая») направлена к земле и поглощает инфракрасное излучение, а вторая («холодная») направлена вверх и сделана из материала, эффективно отдающего тепло. Однако из-за определённых проблем с охлаждением подобной установки придётся создать модель альтернативного устройства, основанного на механизмах фотовольтаики — выработке электрической энергии путём использования фоточувствительных элементов для преобразования солнечной энергии в электричество.

Надо отметить, что удельная мощность солнечного излучения в безоблачный день может достигать до 1400 Вт/м^2 , тогда как современные солнечные панели могут преобразовать в электричество лишь 10—20% этой энергии, причём только днём, в то время, как данное устройство выдаёт электричество днём и ночью и не требует наведения на Солнце.

Второй, более эффективный, нанотехнологичный тип круглосуточной солнечной панели. Суть термоэлектрического генератора второго типа заключается в использовании способности электрической цепи самопроизвольно «толкать» ток в любом направлении. Здесь используются ректенны — выпрямляющие антенны, предназначенные для преобразования энергии поля падающей на неё волны в энергию постоянного тока. Так, если компонент электросхемы, например, простой диод, нагрет больше, чем резистор, цепь создаёт электрический шум, производя положительное напряжение. Роль резистора может выполнить микроскопическая нанополупроводниковая антенна, способная эффективно излучать инфракрасные лучи. Таким образом, диод в сочетании с нанотехнологичными антеннами составят термоэлектрическую пару, вырабатывающую ток. Получение энергии в данном случае происходит за счёт разницы в температурах между компонентами устройства. Проблемой в данном случае является ничтожное количество энергии, которое можно получить с помощью ректенн [4].

Оба устройства могут быть созданы с помощью новейших достижений в области плазмоники, микроэлектроники и новых материалов, таких как графен. Возможно, уже в ближайшие годы удастся разработать микроскопические диоды, которые могут работать на низких напряжениях и переключаться с частотой 30 триллионов раз. Поэтому сделать использование такого устройства действительно эффективным можно лишь при достижении определённого технического прогресса.

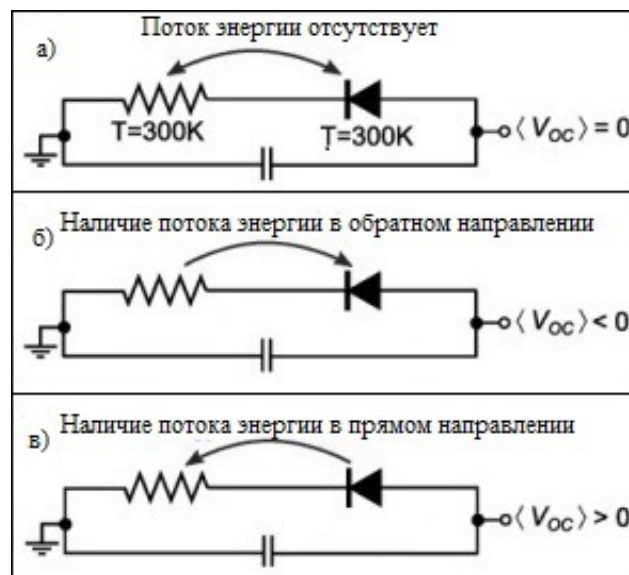


Рисунок 1 — Генераторные цепи

Заключение. Принцип работы прибора основан на преобразовании инфракрасного излучения, которое наша планета отдаёт в космос. Сейчас существует два типа генераторов для данного вида излучения. Первый представляет собой аналог солнечного коллектора, а другой — аналог фотоэлектрической панели. При работе устройство за счёт излучения инфракрасных волн вырабатывает электроэнергию, при этом, не поглощая видимый свет. За счёт разницы температур в материалах образуется электрический ток. Мощность может достигать 1,4 кВт на одном квадратном метре, что в пять раз больше, чем современные солнечные панели. Генераторы для преобразования инфракрасного излучения Земли могут стать научным прорывом в энергетике страны.

Список цитируемых источников

1. Ландау, Л. Д. Теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. — М. : Наука, 1998. — Т. 2.
2. О́рп, Дж. Популярная физика / Дж. О́рп. — М. : Мир, 1969.
3. Калашников, И. П. Основы физики / И. П. Калашников, М. А. Смондырев. — Б. м. : [б. и.].— Т. 1.
4. Изобретатель. — 2014. — № 9. — С. 22—23.

Материал поступил в редакцию 25.02.2015 г.

УДК 519.1

А. В. Суряпина, М. В. Пивоваревич, Ю. П. Нерода

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ В ЭКОНОМИКЕ

Введение. В последнее время теория графов привлекает всё более пристальное внимание специалистов различных областей знания. Наряду с традиционными применениями её в таких науках, как физика, электротехника, химия, она проникла и в науку, считавшиеся раньше далёкими от неё — экономику, социологию, лингвистику и др. [1]. В данной статье приведены примеры решения задач экономического содержания с помощью графов. В силу доступности, наглядности и полезности этого материала, возможно его рассмотрение на факультативных и внеурочных занятиях со студентами экономического профиля.

При подготовке учащихся часто сталкиваешься с вопросом — на какие методы решения задач обратить больше внимания? Можно предложить, например, такие критерии: заинтересованность, решение большого круга задач данным методом, использование исторического материала и т. п. Всем этим критериям в полной мере удовлетворяет метод, основанный на применении теории графов.

Актуальность темы заключается в том, что, благодаря применению теории графов, можно решать задачи в таких разделах экономики, как эконометрика, логистика, математическое моделирование [2]. С помощью этой теории можно решить на доступном уровне ряд достаточно сложных задач.

Основная часть. Графы есть способ «визуализации» связей между определёнными объектами. Для решения типовых задач мы используем определённые правила, описывающие последовательность действий — алгоритмы. Для некоторых экстремальных задач в теории графов известны эффективные алгоритмы решения. К таким задачам относятся, в частности, рассматриваемые ниже задачи о минимальном остовном дереве, о минимальном пути между вершинами и др.

Приведём несколько примеров решения задач экономического содержания с помощью алгоритмов теории графов.

Пример 1. Практическое применение жадного алгоритма. На территории некоего города N размещены заводы, которые поставляют продукцию в магазины этого города. В результате разработки были определены возможные трассы для прокладки коммуникаций и оценена стоимость их создания для каждой трассы. Стоимость прокладки коммуникаций для трассы между заводом № 1 и магазином № 1 составляет 15 у.е., между заводом № 1 и заводом № 3 — 85 у.е., между заводом № 1 и хлебозаводом — 20 у.е. Между магазином № 1 и заводом № 2 составит 25 у.е., между магазином № 1 и обувной фабрикой — 65 у.е. Стоимость прокладки коммуникаций для трассы, соединяющей хлебозавод и магазин № 2 — 5 у.е., между хлебозаводом и кафе — 50 у.е., между заводом № 2 и кафе — 20 у.е., между магазином № 2 и продуктовым магазином — 20 у.е., между продуктовым магазином и обувной фабрикой — 25 у.е., между продуктовым магазином и кафе — 35 у.е., между обувной фабрикой и магазином № 3 — 15 у.е., между обувной фабрикой и аптекой — 40 у.е., между кафе и аптекой — 10 у.е., между магазином № 3 и торговым центром — 20 у.е., между аптекой и заводом № 3 составит 30 у.е., между аптекой и торговым центром — 45 у.е., между заводом № 3 и торговым центром — 25 у.е. Необходимо, чтобы коммуникации связали все объекты, затраты на прокладку данных коммуникаций должны быть минимальны.