

## СТЕРЕОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ

Абдыев А.Д., Гундина М.А.

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

В первых работах, посвященных стереографической поверхности, описывается такой инструмент для определения координат звезд на небесной сфере, который называется астролябия. Одни из первых попыток изложить комплексно теорию стереографической проекции принадлежат ученому Ахмаду ал-Фергани, ей он посвятил свою книгу «Книга о построении астролябии».

Позже стереографическая проекция называлась «проекцией астролябии», а современное общеупотребимое название получила в 1831 г. Этот термин был введен немецким математиком Л.И. Магнусом (1790-1861). Термин происходит от греческих слов «стерон» – «пространственное тело» и «графейн» – «чертить, писать» [1].

Сейчас стереографическая проекция широко применяется в астрономии для проектирования поверхности Земного шара на плоскость, т. е. для составления карт, кроме этого, нашла применение при создании фильтров при обработке изображений, используя панорамные снимки. Это позволяет получить изображение, для которого области, удаленные от центра проекции, подвержены большему растяжению.

При обработке астрономических данных важным вопросом является введение двух координат, лежащих в основе системы – широты и долготы.

Применению стереографической проекции для составления карт посвящены работы Л. Эйлера (1707–1783) «О представлении стереографической проекции на плоскости», «О географической проекции сферической поверхности».

Исследования по этой тематике ведутся и в настоящее время. Этим вопросам посвящены статьи и материалы учебно-методического характера отечественных и зарубежных авторов [2, 3]

Стереографическая проекция используется при обработке космических сигналов. Такие сигналы может быть разложены на составляющие с помощью сферических гармоник.

Остановимся на вопросе применения вейвлетов для разложения сигнала, поступающего от источника, имеющего форму аппроксимируемую сферой (Солнце), на приемник, также имеющий такую же форму (Земля).

Для рассмотрения вейвлетов на сфере, необходимо описать геометрию на сфере, а ее, в свою очередь, построить как расширение евклидова пространства. Чтобы это расширение было корректно, необходимо соблюсти ряд условий:

1) полученный сигнал и вейвлеты должны полностью существовать на единичной сфере;

2) преобразование должно порождать локальное расширение некоторого вида на единичной сфере;

3) сферическое вейвлет-преобразование должно приблизиться локально к евклидовому преобразованию, по причине того, что сфера является асимптотически плоской, следовательно, любое сферическое вейвлет-преобразование должно соответствовать плоскому евклидову преобразованию в мелких масштабах, или эквивалентно, для большого радиуса кривизны (искривления).

Принцип соответствия между сферическим и евклидовым вейвлетом был подобно описан в работе Вьё, Жака и Вандерхейнста «Принцип соответствия между сферическими и евклидовыми вейвлетами» [4]. Этот принцип связывает понятия плоских евклидовых вейвлетов со сферическими вейвлетами, используя стереографическую проекцию.

Используя стереографическое проектирование, определим аффинные преобразования на единичной сфере, которые способствуют выбору базисного вейвлета на единичной сфере.

Сферическое вейвлет-преобразование может быть определено как проектирование на базис, где сферические вейвлеты должны удовлетворять соответствующему критерию допустимости, чтобы гарантировать восстановление исходного сигнала.

Заметим, что условие допустимости для определения вейвлетов на сфере оказывается трудно проверяемо на практике [4].

Чтобы построить соответствие между вейвлетами на плоскости ( $R^2$ ) и на сфере ( $S^2$ ), оператор проектирования между двумя пространствами должен быть замкнут.

В статье [5] указывается на то, что стереографическая проекция является единственным унитарным, радиальным и конформным отображением между сферой и плоскостью.

Единичная сфера, на которой определены сферические вейвлеты, сосредоточена в начале отсчета ортогональной декартовой системы координат  $(O, O_x, O_y, O_z)$  в трехмерном пространстве со сферическими координатами  $(\theta, \varphi)$ .

Удобно рассматривать, для простоты и без потери общности, что плоскость, на которой определены евклидовы вейвлеты, параллельна плоскости  $(O_x, O_y)$  и проходит через северный полюс  $z_0$ . Полярные координаты  $(r, \varphi)$  на плоскости определены относительно системы  $(O, O_x, O_y)$ .

Пусть плоскость касается сферы в северном полюсе  $z_0 = 1$ . Возникает необходимость непрерывной дифференцируемой биекции между  $S^2$  и  $R^2$ , которая связывает радиальные переменные  $r$  на плоскости и  $\theta$  на сфере независимо от  $\varphi$ .

Пусть  $\varphi$  – долгота,  $\theta$  – широта,  $\Pi$  – оператор стереографической проекции, а оператор  $\Pi^{-1}$  – обратный к оператору стереографической проекции, точка  $S$  соответствует южному полюсу.

Точка на сфере определяется следующими координатами  $(\theta, \varphi)$ , где  $\theta \in [0, 2\pi]$ ,  $\varphi \in [0, 2\pi]$ . Точка на касательной плоскости определяется координатами  $(r, \varphi)$ . Касательная плоскость проходит через северный полюс.

Стереографическая проекция определяется проектированием точки на единичной сфере в точку на плоскости, касающейся сферы в северном полюсе, вдоль луча, исходящего из южного полюса.

Оператор проектирования реализуется следующим образом:

$$\Pi: \omega \rightarrow x = \Pi\omega = (r(\theta), \varphi), \quad (1)$$

где полярный радиус  $r(\theta) = 2tg(\theta/2)$ , а ему соответствующая точка на сфере  $\omega = (\theta, \varphi) \in S^2$  определяют сферические координаты широтой  $\theta$  и долготой  $\varphi$  и  $x \in R^2$  – точка на плоскости, определяемая координатами  $(r, \varphi)$ . Поскольку есть возможность восстановления сигнала, обратный оператор  $\Pi^{-1}$ :

$$\Pi^{-1}x = (\theta(r), \varphi), \quad (2)$$

где  $\theta(r) = 2arctg(r/2)$ .

Растяжение на сфере вводится на основе стереографической проекции, и может определяться на сфере.

Вращение на единичной сфере характеризуется элементами группы вращений  $SO(3)$ , которая параметризуется в терминах трех эйлеровых углов.

Тогда вращение для интегрируемых функций  $f \in L^2(S^2, d\Omega)$  определим следующим образом:

$$[\mathfrak{R}(\rho)f](\omega) = f(\rho^{-1}\omega), \quad \rho \in SO(3). \quad (3)$$

УДК 631.15:33

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Оганезов И.А.<sup>1</sup>, Атаев С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Дайханское объединение «Чарлакян» Векилбазарского этрапа Марыйского велаята Мары, Республика Туркменистан

Одной из основных задач энергетической политики Республики Беларусь наряду с устойчивым обеспечением страны энергоносителями является создание условий для функционирования и развития экономики при максимально эф-

фективном использовании топливно-энергетических ресурсов.

Достиженные сегодня результаты в энергетике несколько смягчили, но не устранили кризисные явления в обеспечении страны энергоносителями,

Растяжение на единичной сфере строим переводом сферы на плоскость, применяя стереографическую проекцию, далее на плоскости применяем евклидово растяжение, а затем переводим полученный результат на сферу, используя обратную стереографическую проекцию.

Точку трехмерного пространства зададим с помощью однородных тетрациклических координат  $x_1, x_2, x_3, x_4$  и считать, что уравнение сферы [6]:

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - x_4^2 = 0. \quad (4)$$

Связь между координатами точек сферы и плоскости задается формулами

$$\sigma x_1 = X_1, \quad (5)$$

$$\sigma x_2 = X_2, \quad (6)$$

$$\sigma x_3 = \frac{1 - (X_1^2 - X_2^2)}{2}, \quad (7)$$

$$\sigma x_4 = \frac{1 - (X_1^2 + X_2^2)}{2}, \quad (8)$$

где  $X_1, X_2$  – однородные действительные координаты точки на плоскости,  $\sigma$  – множитель пропорциональности.

### Литература

1. Розенфельд, Б.А. Стереографическая проекция / Б.А. Розенфельд, Н.Д. Сергеева. – М.: Наука, 1973. – 48 с.
2. Apostol, T.M. Mathematical Analysis. A Modern Approach to Advanced Calculus / T.M. Apostol. – Pearson: Addison-Wesley, 1974. ISBN 0-201-00288-4.
3. Casselman, B. Mathematical Illustration. F manual of geometry and postscript / B. Casselman. – Cambridge: Cambridge University Press, 2004. – 20 p.
4. Wiaux, Y. Correspondence principle between spherical and Euclidean wavelets / Y. Wiaux, L. Jacques, P. Vandergheynst // Astrophys. J. – 2005. – V. 632. – № 1. – P. 15–28.
5. Schröder, P. Spherical wavelets: Efficiently representing functions on the sphere. / P. Schröder, W. Sweldens // Siggraph. – 1995. – P. 161–172.
6. Виноградов, И.М. Математическая энциклопедия / И.М. Виноградов // М.: Советская энциклопедия, 1977. – Т. 5. – С. 349–350.

так как доля энергоресурсов, добываемых на территории республики (нефть, попутный газ, торф топливный, дрова и пр.), остается на уровне 18 % от общей потребности в ТЭР (31,11 млн. т у.т.), что составляет 5,6 млн. т у.т. (тонн условного топлива) в год, нереализованный же потенциал энергосбережения оценивается в 30 % от общего потребления ТЭР, что эквивалентно 9,5-10 млн. т у.т.

Особое внимание в Республиканской программе по энергосбережению уделяется использованию местных видов топлива (МВТ) и нетрадиционных источников энергии (НИЭ).

Их динамичное широкое применение в Республике Беларусь очень важно по нескольким причинам. Во-первых, работы по их использованию будут способствовать развитию собственных технологий и оборудования, которые впоследствии могут стать предметом экспорта; во-вторых, эти источники, как правило, являются экологически чистыми; в-третьих, развитие таких источников повышает энергетическую безопасность государства.

Для обеспечения быстрой окупаемости затрат на нетрадиционную энергетику во всех случаях предпочтение следует отдать техническим решениям с использованием оборудования, выпускаемого на предприятиях республики, и с максимальным использованием местных материалов.

1. Пределные возможности Республики Беларусь по использованию дров в качестве топлива можно определить исходя из естественного годового прироста древесины, который приближенно оценивается в 25 млн. м<sup>3</sup>, или до 6,6 млн. т у. т. в год

2. Гидроэнергетические ресурсы сосредоточены на трех реках: Западной Двине, Немане и Днепре. Потенциальная мощность всех водотоков Беларуси составляет 850 МВт, в том числе технически доступный – 520 МВт, а экономически целесообразный – 250 МВт. На Западной Двине намечено сооружение наиболее крупного каскада из четырех ГЭС: Верхнедвинской (29 МВт), Полоцкой (23 МВт), Бешенковичской (30,5 МВт) и Витебской (40 МВт). За счет гидроэнергетических ресурсов к 2020 г. возможна выработка 715 млн. кВт\*ч и соответственно экономия 250 тыс. т у.т. в год.

3. Ветроэнергетический потенциал. На территории Беларуси выявлено 1840 площадок для размещения ветроустановок с теоретически возможным энергетическим потенциалом 1600 МВт и годовой выработкой электроэнергии 3,3 млрд. кВт\*ч. На данный момент в Новогрудском районе насчитывается 13 подобных установок, из них больше половины (7 ВЭУ) принадлежат частным инвесторам, а еще 6 ВЭУ мощностью по 1,5 мВт каждая – государственному предприятию «Гродноэнерго». Они объединены в небольшой ветропарк, расположенный близ д. Грабники. Это уникальное место, которое является вторым по высоте в нашей стране

(225 м над уровнем моря), уступая лишь Держинской возвышенности. Между тем высота, на которой находятся лопасти ВЭУ, имеет огромное значение: чем выше, тем сильнее и стабильнее воздушные потоки. Ожидается, что инвестиции в этот проект окупятся за 11 лет. После этого в течение длительного времени можно будет получать практически бесплатную электроэнергию (срок службы ВЭУ составляет 25 лет, но, как показывает практика, его можно увеличить). Однако в ближайшее время технически возможное и экономически целесообразное использование потенциала ветра не превысит 5 % от установленной мощности электростанций энергосистемы, т. е. может составить не более 300-350 МВт, или 720-840 млн. кВт\*ч электроэнергии (не более 300 тыс. т у.т. в год).

4. Биогаз из отходов животноводства. Результаты испытаний биогазовых установок для производства биогаза из отходов животноводческих комплексов подтвердили требование комплексной оценки их эффективности, т. к. их использование только для получения биогаза экономически неконкурентоспособно относительно других видов топлива. Основная составляющая эффекта состоит в том, что без дополнительных энергетических затрат можно получить экологически чистое высококачественное органическое удобрение и вследствие этого пропорционально сократить энергоемкое производство минеральных удобрений. Потенциально возможное получение товарного биогаза от животноводческих комплексов составляет 160 тыс. т у.т./год.

5. Отходы растениеводства и фиомасса. Использование отходов растениеводства в качестве топлива является принципиально новым направлением энергосбережения. Практический опыт их применения в качестве энергоносителя накоплен в Бельгии и странах Скандинавии, а в нашей республике опыт массового применения отсутствует. Общий потенциал отходов растениеводства оценивается до 1,46 млн. т у.т. в год. Целесообразные объемы их сжигания для топливных целей следует решать в сопоставлении с конкретными нуждами хозяйств в индивидуальном порядке, а к концу прогнозируемого периода эта величина оценивается на уровне 50-100 тыс. т у.т.

6. Твердые бытовые отходы (ТБО) В Республике Беларусь ежегодно накапливается около 2,4 млн. т твердых бытовых отходов, которые направляются на свалки и два мусороперерабатывающих завода (Минский и Могилевский), на которые ежегодно вывозится в год: бумаги – 648,6 тыс. т; пищевых отходов – 548,6 тыс. т; стекла – 117,9 тыс. т; металла – 82,5 тыс. т; текстиля – 70,8 тыс. т; дерева – 54,2 тыс. т; кожи и резины – 47,2 тыс. т; пластмассы – 70,8 тыс. т. Потенциальная энергия, заключенная в твердых бытовых отходах, образующихся на территории

республики, равноценна 470 тыс. т у.т. При их биопереработке с целью получения газа эффективность составит не более 20-25 %, что эквивалентно 100-120 тыс. т у.т. Кроме того, необходимо учитывать многолетние запасы ТБО, которые имеются во всех крупных городах и создают проблемы их складирования.

7. Солнечная энергия. До недавнего времени в Беларуси работало всего три десятка солнечных станций общей мощностью всего 41 МВт. Согласно госпрограмме «Энергосбережение» к 2020 году в стране планируется строительство солнечных электростанций суммарной мощностью не менее 250 МВт.

Проведенные нами исследования показывают возможный потенциал использования основных МВТ и НИЭ до 2025 года:

- древесного топлива до 6,6 млн. т у.т./год или до 21,22 %
- гидроэнергетические ресурсы до 250 тыс.т у.т. в год или до 0,8 %;
- ветроэнергетический потенциал не более 300 тыс.т у.т. в год или до 0,96 %;
- биогаз из отходов животноводства – 150 тыс. т у.т./год или до 0,48 %.
- отходы растениеводства (солома, костра, лузга и т. д.) и фитомасса до 1,4 млн. т у.т./год или до 4,5 %;
- бытовые органические отходы до 330 тыс. т у.т./год или до 1,06 %;
- солнечная энергия – до 50 тыс.т у.т. в год или до 0,16 %.

Суммируя полученные значения, определяем возможный потенциал использования основных МВТ и НИЭ в Республике Беларусь до 2025 года – 9,08 млн. т у.т./год или  $\approx$  до 29 % от общей потребности в топливно-энергетических ресурсах для национальной экономики Республики Беларусь.

УДК 658.5:378.1

## РОЛЬ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Козленкова О.В., Прикота Е.С.

*Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь*

Организация представляет собой объединение лиц по интересам, взаимодействующих друг с другом в рамках определенной разработанной политики для достижения общей цели.

Эффективность функционирования организации определяется степенью достижения целей, определенных менеджментом для снижения риска влияния неблагоприятных последствий на результат деятельности организации, а также уменьшением затрат. Условиями такой деятельности считаются: наличие оптимального числа квалифицированных сотрудников; четкость и рациональность распределения задач и функций; внутреннее равновесие и равновесие с окружающей средой; оптимизация технологий.

## Литература

1. Оганезов, И.А. Повышение эффективности использования нетрадиционных энергетических ресурсов в Республике Беларусь / И.А. Оганезов // *Економічний розвиток держави та її соціальна стабільність: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції*, 15 травня 2018 р. – Ч. 1. – Полтава : ФОП Пусан А.Ф., 2018. – С. 158–160.
2. Короткевич, А.М. Исследование экономической целесообразности строительства и эксплуатации фотоэлектрических станций в Республике Беларусь / А.М. Короткевич, А.С. Куксов, В.М. Буркин // *Энергетическая Стратегия* – 2015. – № 3. – С. 23–29.
3. Оганезов, И.А. Основные подходы создания демонстрационных энергосберегающих зон в агрогородках Республики Беларусь с использованием местных возобновляемых энергетических ресурсов / И.А. Оганезов, Т.Ю. Бузенкова // *Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых «Интеллектуальный потенциал XXI века : вклад молодых ученых в развитие аграрной науки», посвященной 85-летию Казахского национального аграрного университета (4–5 декабря 2015 г. / редколл. Т.И. Есполов (пред.) [и др.]. – Алматы : КазНАУ, 2015. – С. 151–155.*
4. Королевич, Н.Г. Повышение эффективности использования нетрадиционных энергетических ресурсов на сельских территориях Республики Беларусь / Н.Г. Королевич, И.А. Оганезов // *Исследования, результаты: Научный журнал Казахского национального аграрного университета* – 2017. – № 2. / редкол. Т.И. Есполов [и др.]. – Алматы : КазНАУ, 2017. – С. 264–273.

Методы управления являются основным рычагом достижения поставленных целей. В процессе управления участвует один из компонентов – управляемая система, которая представляет собой совокупность финансовых ресурсов, их оборот и воспроизводство, а также отношения, возникающие в результате этих процессов. Приоритетное направление в управляемой системе отведено управлению денежными оборотами, что связано с разного рода рисками, в том числе финансовыми.

Именно поэтому риски являются одним из важных элементов, который следует учесть при построении системы управления с учетом того, что в современном бизнесе используется