

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ МЕТОДАМИ ДИСТАНЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Рассматривая проблемы системного подхода в пространственно-временной организации природной среды с точки зрения концепции геосистем и их функционирования [1], важно определить место и значение спектральных отражательных характеристик (СОХ) геосистем с позиций современной теории и задач физической географии.

Применение аэрокосмических спектрофотометрических методов исследования Земли свидетельствует о том, что наиболее содержательной является информация в форме полей яркости, относящихся к различным участкам волн — от ультрафиолетового до радиодиапазона, которая допускает как количественную интерпретацию, так и качественный анализ данных в форме изображений [2].

Действие физических принципов на организационные связи геосистем и их пространственную дифференцированность в каждом конкретном регионе в условиях однородной подстилающей поверхности будет определяться отношением суммарной солнечной радиации, радиационного баланса и температуры для некоторого промежутка времени [3, 4]. Следовательно, в основе формирования оптического поля рассматриваемой на определенном таксономическом уровне геосистемы лежит принцип физического взаимодействия суммарной солнечной радиации с оптически активным слоем земной поверхности.

Поток поступающей на Землю солнечной энергии частично поглощается и рассеивается атмосферой и земной поверхностью, а также переносится в тепловой части спектра. Процессы рассеяния и поглощения происходят в оптически активном наружном слое природной поверхности толщиной в несколько миллиметров, который определяет уровень и спектральный состав отраженного излучения. С помощью дистанционного спектрометрирования можно получать информацию о физических свойствах и составе окружающей природной или искусственной поверхности, поскольку взаимодействие энергии и вещества, происходящее в природе, абсолютно различно в разных диапазонах электромагнитного спектра.

В практике дистанционного спектрометрирования наиболее распространенными являются такие характеристики [5, 6], как спектральная плотность энергетической яркости (СПЭЯ) и коэффициент спектральной яркости (КСЯ).

Спектральные энергетические свойства геосистем определяются путем измерения зависимости интенсивности отраженного поверхностного излучения от длины волны излучения и состояния геосистемы на момент съемки. Поскольку отраженная солнечная энергия трансформируется за счет различных физических и химических свойств элементов геосистемы, получаемые спектральные характеристики являются интегральными показателями этих элементов, определяющими специфику их состояния в пространстве и во времени, а следовательно, и особенности функционирования той или иной геосистемы на момент измерений.

Как видно из таблицы, между физической сущностью основных географических законов 7, протекающих в геосистеме, и суммарной солнечной радиацией, учитываемой с помощью спектральных энергетических характеристик, существует тесная диалектическая связь.

На основании изложенных концепций (см. таблицу) можно сказать, что оптическое поле геосистем, характеризуемое СОХ, является одним из основных энергетических показателей физических процессов, проходящих в этой системе. Методы дистанционной спектрометрии, характеризующая пространственно-временной ход спектральной яркости геосистемы, могут найти широкое применение в решении конкретных задач физической гео-

**Связи оптических характеристик геосистем с физической сущностью
основных географических законов**

Основной географический закон и его физический принцип [7]	Генетическая и функциональная связи физической сущности основного географического закона с оптическими характеристиками геосистемы	Пример реализации связи
Периодический закон географической зональности (в основе закона лежит принцип различия от места к месту приходящего тепла и влаги).	Различные природные зоны в зависимости от количества поступающей суммарной радиации во времени и пространстве имеют различные отражательные характеристики.	Растительность различных климатических зон поглощает и отражает солнечный свет различно. СПЭЯ и распределение ее статистических характеристик в пределах умеренной зоны подчинены принципу зональности.
Закон целостности географической оболочки и взаимной обусловленности ее компонентов (в основе закона лежит обмен веществом и энергией).	Оптические характеристики геосистемы, являясь отражением ее энергетической основы, есть наиболее качественное проявление целостности геосистемы, выраженное в количественной форме.	Влияние экологических и морфологических характеристик элементов геосистемы, в частности растительности, на ее спектральную яркость.
Закон количественной компенсации в функциях географической оболочки в связи с колебаниями в деятельности Солнца (процесс суммирования положительных и отрицательных возмущений во времени и в пространстве геосистемы из-за колебаний, главным образом солнечной активности).	Спектральная яркость геосистемы непосредственно связана во времени и в пространстве с колебаниями солнечной активности, выраженной количеством суммарной солнечной радиации.	Установлена корреляционная связь между сезонно-суточной динамикой спектрополяризационных характеристик отражения геосистем различного уровня с количеством их биомассы и другими биометрическими показателями.
Принцип изменчивости функционирования геосистем (изменчивость показателей, поступающих в геосистему, т. е. на «входе», и изменчивость показателей на «выходе»). Количество осадков на «входе» — один показатель, приводит к приросту деревьев и увеличению стока — два показателя на «выходе».	Рассматривая процессы преобразования электромагнитной энергии в геосфере (рассеяние, поглощение, преломление), видим, что изменчивость состояний отраженного потока зависит от вещественно-энергетического состава геосистемы и вторичного влияния атмосферы. С другой стороны, количество поступающей и отраженной солнечной радиации, определяемой СОХ, приводит к изменению всех физико-географических показателей геосистемы.	Оптические свойства растений, характеризующихся СОХ как показатель на «выходе», определяются многими факторами, зависящими, в свою очередь, от количества поступающей солнечной энергии как основного показателя геосистемы на «входе».
Закон территориальной дифференциации (принцип множества геосистем в пределах одной морфоструктуры, поэтому выделение геосистемы, особенно ландшафта — есть абстракция высокого уровня, так как это сложный процесс, сочетающий анализ теоретических и полевых разработок).	Геосистеме любого таксономического ранга при данных условиях освещения в данный момент или промежуток времени соответствует определенное ей оптическое поле, условно ограничивающее ее открытость и в горизонтальном, и в вертикальном направлениях. СОХ геосистем могут быть использованы как критерий их пространственной дифференциации.	Определение границ физико-географических зон по их оптическому полю.

Основной географический закон и его физический принцип [7]	Генетическая и функциональная связи физической сущности основного географического закона с оптическими характеристиками геосистемы	Пример реализации связи
Закон трансформации потока солнечной энергии в биосфере (принцип ассимиляции величины энергии на каждом последующем графическом уровне. Величина энергии на последующем уровне ниже, чем на предыдущем.)	Закон находит свое отражение в процессах многократного рассеяния, поглощения и переноса солнечной электромагнитной энергии, определяемой СОХ, в системе атмосфера — подстилающая поверхность.	Ассимиляция световой энергии, падающей на лист растительности. Энергия уменьшается за счет процессов рассеяния, поглощения и пропускания. Количество отраженной солнечной энергии поэтому меньше количества падающей.
Закон устойчивости функционирования геосистем, или закон регуляторных функций отдельных подсистем (принцип регулирования и саморегулирования геосистемы на основе вещественно-энергетических и информационных прямых и обратных связей).	Реакция спектрального отражения, характеризующая СОХ, различна и зависит от регуляторных свойств геосистемы. Процессы регулирования прежде всего связаны с изменением сезонно-суточного хода солнечной радиации.	Изменение геометрического положения листа растительности по отношению к плоскости солнечного вертикала в течение суток и, следовательно, изменение его отражательных свойств.
Закон энтропии геосистем (два принципа энтропии в географии: а) мера разнообразия структур, определяющая сложность организации геосистем и их функционирования; б) изменение различных форм свободной энергии в геосистемах: механической, химической, тепловой, биогенной).	Изучение вещественно-энергетических и функциональных связей геосистемы между основными ее структурными элементами и параметрами спектральных свойств позволяет на их основе проводить оценку состояния геосистемы. Основной источник негэнтропии геосистемы — солнечная радиация.	Геосистема, фиксируя поток солнечной энергии, в том числе и электромагнитной, создает запас различных форм свободной энергии, разрядка которой происходит благодаря вещественно-энергетическим и информационным связям.

**Теоретическое и практическое использование данных
дистанционной спектрометрии в исследовании геосистем**



графии, в частности пространственной дифференциации, классификации, районировании, и оценке состояния геосистем на требуемом таксономическом уровне с привлечением теоретических и полевых разработок (см. схему) [8, 9].

Список литературы

1. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978.
2. Кондратьев К. Я. // Современная проблематика дистанционных исследований геосистем. М., 1983, С. 8.
3. Григорьев А. А. Закономерности строения и развития географической среды. М., 1966.
4. Зубов С. М. Основы геофизики ландшафтов. Минск, 1985.
5. Слейтер Ф. Н. // ТИИЭР. М., 1985. Т. 73. № 6. С. 56.
6. Исследование природной среды с пилотируемых орбитальных станций / Под ред. К. Я. Кондратьева. Л., 1972.
7. Дьяконов К. Н. // Вопросы географии. 1981. № 117. С. 28.
8. Эстес Дж. Э. // ТИИЭР. М., 1985. Т. 73. № 6. С. 151.
9. Estes J. E., Jensen J. R., Simonett D. S. // Remote Sensing Environ. 1980. V. 10. N 1. P. 43.