

**УДК 528.50.**

**Мирджалалов Н.Т.**

**Докторант кафедры картографии факультет географии и  
геоинформационных систем Национальный университет Узбекистана**

**Мусаев И.М.**

**доцент кафедры геодезии и геоинформатики Национальный  
исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров  
иригации и механизации сельского хозяйства»**

**Нуратдинов А.У.**

**Докторант кафедры картографии факультет географии и  
геоинформационных систем Национальный университет Узбекистана**

## **ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ДРУГИХ ЗАКОНОВ В ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ**

**Аннотация.** В настоящее время дистанционное зондирование осуществляется воздушными методами с использованием самолетов и спутников. Также в дистанционном зондировании используются не только фотопленки, но и цифровые камеры, сканеры, видеодатчики, радары и тепловые датчики. Раньше дистанционное зондирование ограничивалось возможностью использования видимой части электромагнитного спектра, ту часть спектра, которая не видна человеческому глазу, сегодня можно использовать с помощью спектральных фильтров, фотопленок и других видов датчиков, описано в статье.

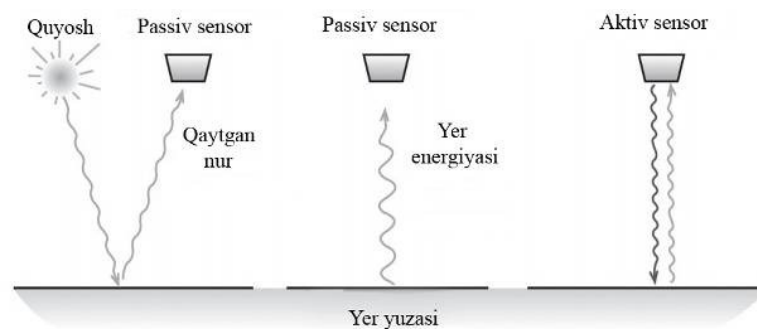
**Ключевые слова.** ДЗЗ, электромагнитная энергия, электромагнитная волна, частота, свет, геокодирование.

## **IMPORTANCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION AND OTHER LAWS IN REMOTE SENSING**

**Annotation.** Currently, remote sensing is carried out by airborne methods using aircraft and satellites. Also, remote sensing uses not only photographic films, but also digital cameras, scanners, video sensors, radars and thermal sensors. Previously, remote sensing was limited to the use of the visible part of the electromagnetic spectrum; the part of the spectrum that is not visible to the human eye can now be used using spectral filters, photographic films and other forms. sensors, described in the article.

**Keywords.** Remote sensing, electromagnetic energy, electromagnetic wave, frequency, light, geocoding.

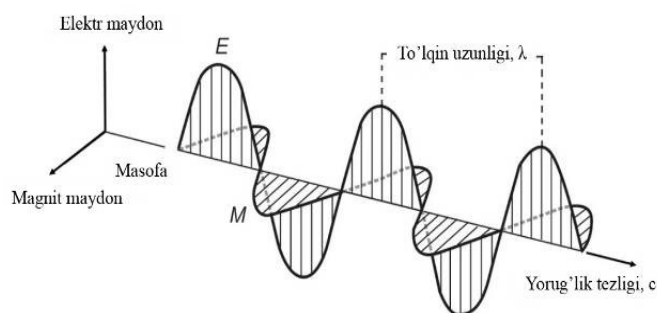
**Введение** Дистанционное зондирование основано на измерении электромагнитной энергии. Существует несколько форм электромагнитной энергии. Солнце, которое является основным источником электромагнитной энергии на поверхности Земли, обеспечивает нас видимым светом, теплом и ультрафиолетовыми лучами, которые могут быть вредны для кожи человека. [7]



**Рисунок 1.** При дистанционном зондировании датчик измеряет возвращаемую или излучаемую энергию. Активный датчик имеет собственный источник энергии.

Многие датчики, используемые в дистанционном зондировании, отражают солнечный свет. Также некоторые датчики улавливают энергию, исходящую от поверхности земли, или снабжают ее энергией. Понимание электромагнитной энергии, ее характеристик и основы ее действия требует понимания принципов дистанционного зондирования. Эти знания также необходимы для корректной обработки информации ДЗЗ. [4]

Электромагнитную энергию можно моделировать двумя способами: как волны или как генерирующие энергию частицы, известные как фотоны. В волновой модели учитывается распространение электромагнитной энергии в форме синусоиды в пространстве. Эти волны характеризуются электрическим (E) и магнитным (M) полями, перпендикулярными друг другу. Вот почему используется термин электромагнитная энергия. Вибрация двух полей перпендикулярна направлению движения волны (рис. 2). Эти два поля распространяются в пространстве со скоростью света 299,790,000 м/с, которую можно округлить до  $3 \times 10^8$  м/с га.



**Рисунок 2. Электрическое (Э) и магнитное (М) поля электромагнитной волны**

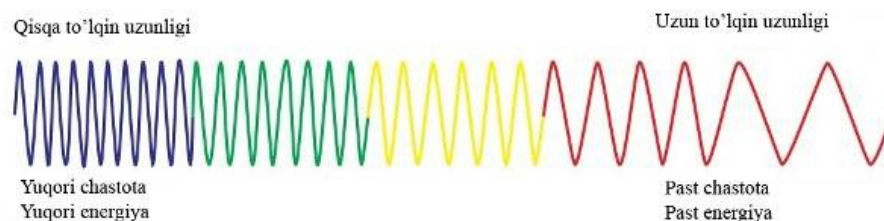
Одно свойство электромагнитных волн занимает особое место в понимании дистанционного зондирования. Эта длина волны  $\lambda$  определяется как расстояние между двумя гребнями волн (рис. 2). Длина волны измеряется в метрах или с использованием нанометров (нм,  $10^{-9} m$ ) или микрометров ( $\mu m$ ,  $10^{-6} m$ ), которые являются коэффициентами метра. [2]

Частота  $\nu$  это количество циклов прохождения волны через фиксированную точку за заданное время. Частота измеряется в герцах (Гц), где эквивалентен один цикл в секунду. Если скорость света постоянна, длина волны и частота обратно пропорциональны друг другу.

$$s = \lambda \times \nu \quad (1)$$

В этом уравнении  $s$  — скорость света ( $3 \times 10^8 m/s$ ),  $\lambda$  длина волны (м),  $\nu$  частота (циклов в секунду, Гц).

Если длина волны короткая, частота высокая, и наоборот, если длина волны длинная, частота низкая (рис. 4).



**Рисунок 3. Зависимость длины волны, частоты и энергии**

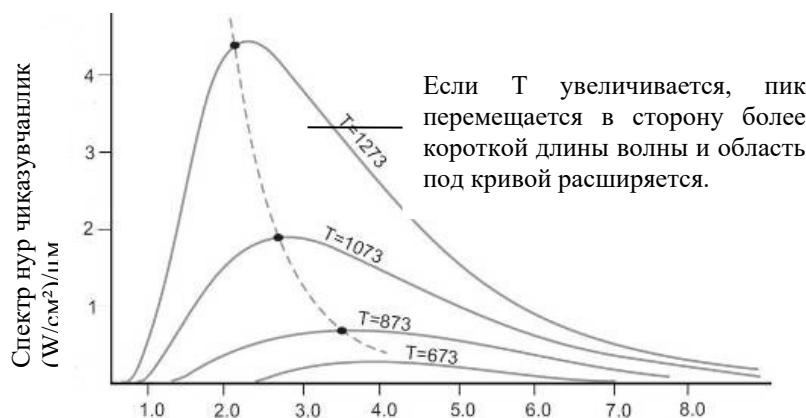
Многие свойства электромагнитной энергии можно описать с помощью «волновой» модели, показанной выше. Кроме того, для некоторых целей электромагнитная энергия моделируется с использованием теории частиц. Электромагнитная энергия состоит из дискретных единиц, называемых «фотонами». Эта точка зрения принята при определении количества энергии, измеряемой с помощью мультиспектрального датчика. Количество энергии, запасенной в фотоне данной длины волны, выражается следующей формулой. [4]

$$Q = h \times \nu = h \times \frac{c}{\lambda} \quad (2)$$

Здесь  $Q$  — энергия фотона (Ж),  $h$  — постоянная Планка ( $6.6262 \times 10^{-34} \text{ Js}$ )  $\nu$  частота (Гц). Как видно из уравнения 3.1.2, чем больше длина волны, тем меньше энергии она содержит. Гамма-лучи (около  $10^{-9} \text{ м}$ ) имеют наибольшую энергию, а радиоволны ( $>1 \text{ м}$ ) имеют наименьшую энергию. Что важно для дистанционного зондирования, длинноволновую энергию труднее измерить, чем коротковолновую.

Электромагнитная энергия генерируется за счет движения молекул при температуре выше нуля. При этом солнце и земля излучают энергию в виде волн. Объект, который полностью поглощает и переизлучает электромагнитную энергию, называется абсолютным черным телом. Для абсолютно черного тела излучательная способность  $\epsilon$  и поглощающая способность  $\alpha$  (максимальное значение) равны 1.

Объектдан нурланаётган энергия микдори унинг абсолют ҳарорати, чиқазувчанлиги ва тўлқин функциясига боғлиқ. Физикада бу тамойил Стефан – Болсман қонуни билан аниқланган. Абсолют қора жисм давомий тўлқинларни нурлантиради. Турли хил ҳароратда абсолют қора жисм томонидан чиқазилган нур 4 - расмда кўрсатилган.



**Рисунок 4. Кривая излучения абсолютно черного тела, основанная на законе Стефана – Больцмана (при температуре К)**

Вспомним единицы на рисунке 4: по оси  $X$  — длина волны, а по оси  $Y$  — количество энергии на единицу площади. Следовательно, площадь под кривой представляет собой общее количество энергии, выделяемой при данной температуре. Из рисунка 3.5 можно сделать вывод, что более высокая температура является основой формирования более коротких волн. Высокая радиация при  $400^{\circ}\text{C}$  составляет  $4 \mu\text{м}$ , а высокая радиация при  $1000^{\circ}\text{C}$  —  $2,5 \mu\text{м}$ . Сравнение излучательной способности реального материала с излучательной способностью абсолютно черного тела показывает излучательную способность материала. Абсолютно черные тела встречаются в жизни крайне редко; излучательная способность почти всех природных объектов меньше 1. В норме 80-98% полученной энергии переизлучается, а остальная часть энергии поглощается. Эта физическая особенность связана с моделированием процесса глобального потепления.

Все, что имеет определенную температуру, излучает электромагнитные волны разной длины. Общий диапазон длин волн

называется *электромагнитным спектром* (рис. 5). Оно варьируется от гамма-лучей до радиоволн.

Дистанционное зондирование осуществляется в нескольких регионах электромагнитного спектра. Оптическая часть электромагнитного спектра означает, что к этой части можно применить оптические законы. Это зависит от таких явлений, как отражение и преломление луча, которые можно использовать для фокусировки лучей. Оптический диапазон простирается от рентгеновских лучей (0,02 мкм) до дальнего инфракрасного диапазона (1000 мкм), охватывая видимую часть электромагнитного спектра. Ультрафиолетовая часть спектра имеет самую короткую длину волны, используемую в дистанционном зондировании. Это излучение расположено после фиолетовой части видимой длины волны. Некоторые объекты на поверхности Земли, особенно камни и минералы, излучают видимый свет или флуоресцируют при освещении ультрафиолетовым светом. СВЧ-диапазон включает длины волн от 1 мм до 1 м. [3]

Видимую часть спектра (рис. 5) обычно называют «световой». Видимая область занимает очень небольшую часть всего электромагнитного спектра.

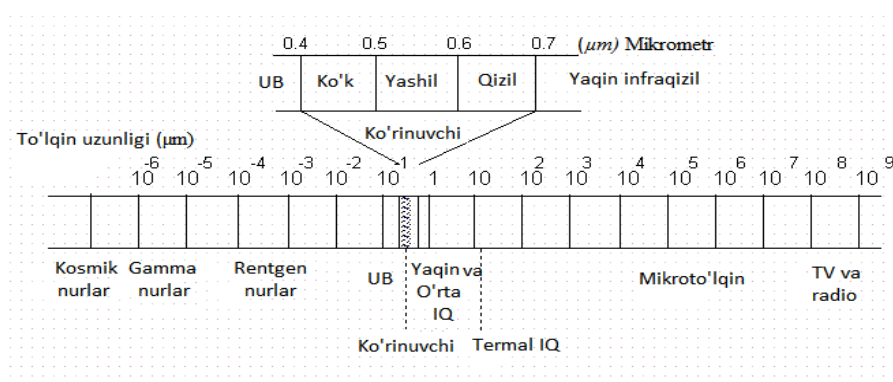


Рисунок 5. Электромагнитный спектр

Вокруг нас существует множество лучей, которые невидимы для наших глаз и могут быть замечены приборами дистанционного зондирования. Видимые длины волн находятся в диапазоне примерно от

0,4  $\mu\text{м}$  до 0,7  $\mu\text{м}$ . самая длинная видимая длина волны — красная, а самая короткая — фиолетовая. Длины волн, которые мы воспринимаем как точный цвет видимого диапазона спектра, следующие (следует отметить, что видимая часть спектра — единственная часть, имеющая отношение к понятию цветов): [4]

(Бинафша )Фиолетовый: 0. 4 – 0,446  $\mu\text{м}$

(Кўк) Синий: 0. 446 – 0,500  $\mu\text{м}$

(Яшил) Зеленый: 0. 500 – 0,578  $\mu\text{м}$

(Сарик) Желтый: 0. 578 – 0,592  $\mu\text{м}$

(Зарғалдоқ) Заргалдоқ :0. 592 – 0,620  $\mu\text{м}$

(Қизил) Красный: 0. 620 – 0,7  $\mu\text{м}$

Однако синий, зеленый и красный являются основными цветами или длинами волн видимого спектра. Они определены таким образом, что ни один основной цвет не может быть создан из любых двух других цветов, но любой другой цвет может быть создан путем смешивания различных количеств синего, зеленого и красного цветов.[5]

Более длинные волны используются для дистанционного зондирования в тепловом инфракрасном и микроволновом диапазонах. Тепловое инфракрасное излучение предоставляет информацию о температуре поверхности. Температура поверхности может зависеть от минерального состава камней или условий растительности. Микроволны предоставляют информацию о таких свойствах, как шероховатость поверхности и содержание поверхностной воды.

**Заключение:** В данной статье даны рекомендации по совершенствованию картографического метода работы, используемого при составлении карты земельной оросительной сети района, рекомендации по использованию программы ArcGIS 10.5 при составлении карты сельскохозяйственных сетей, а также вначале дистанционное зондирование осуществлялось с использованием фотопленок с

аэрофотокамер. В настоящее время спутники считаются основным инструментом цифрового измерения физических и биофизических особенностей Земли (растительного покрова, землепользования, рельефа, температуры и т. д.) с помощью электронных датчиков.

### **Литература.**

1. Талипов Г.А. Земельные ресурсы Узбекистана и проблемы их рационального использования. Ташкент.НИИХ УзАСХН. 1992.
2. Билич Ю.С., Бугаевский Л.М. Проектирование и составление карт. М. Недра, 1988.
3. Руководящие технические материалы по созданию карт и атласов М., 1980
4. Мусаев И.М.. Шокиров Ш. Масофадан зондлаш. Тошкент, Молия –иктисод, 2016 й.-196 б.
5. Условные знаки для топографических карт масштабов 1:25000, 1:50000, 1:100000 М.:ВГУГШ, 1983.
6. [www.google.com/ru/uz](http://www.google.com/ru/uz) (Сеть быстрого поиска).
7. [www.qsxv.uz](http://www.qsxv.uz) (портал Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан).