

**ВОСЕМНАДЦАТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ
ЕЖЕГОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**



**"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"**

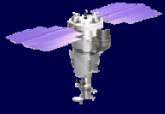
**(Физические основы, методы и технологии мониторинга
окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)**

Воронова О.С.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ
ПО ДАННЫМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПЕРЕД
СИЛЬНЫМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМИ В ТУРЦИИ
8 МАРТА 2010 ГОДА (M=6.1) И 24 ЯНВАРЯ 2020 ГОДА (M=6.7)**

**Научно-исследовательский институт аэрокосмического
мониторинга «АЭРОКОСМОС»**

**Россия, г.Москва, Гороховский пер., д.4, 105064
Тел.: 632-16-54, тел./факс: 632-11-78; E-mail:
office@aerocosmos.info**



Объектом исследований в данной работе выбраны тепловые аномалии, возникающие в процессе подготовки и протекания сейсмических событий на примере землетрясений, происшедших на территории Турции 8 марта 2010 г. (M=6.1) и 24 января 2020 г. (M=6.7)



Землетрясения, произошедшие на территории Турции в марте 2010 года



Землетрясения, произошедшие на территории Турции в январе 2020 года



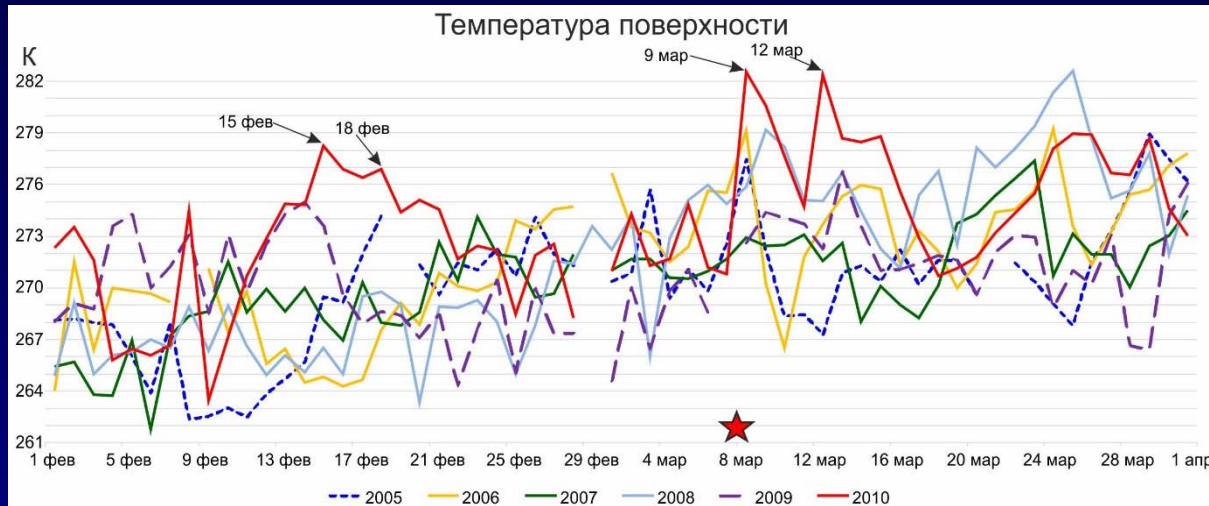
Территория Турции находится в сейсмоопасной зоне, через которую проходят активная Северо-Анатолийская зона и Восточно-Анатолийская зоны разломов. Северо-Анатолийский разлом разделяет Евразийскую и Анатолийскую тектонические плиты (рис.1). Причиной опасной сейсмической активности является столкновение этих плит, при котором Арабская плита, приближаясь с юга со скоростью примерно 2 см в год, врезается в Евразийскую плиту, являющуюся устойчивой платформой, простирающуюся вдоль северного края Турции (Hussain, 2018; <https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97730/>).

Магнитуды:

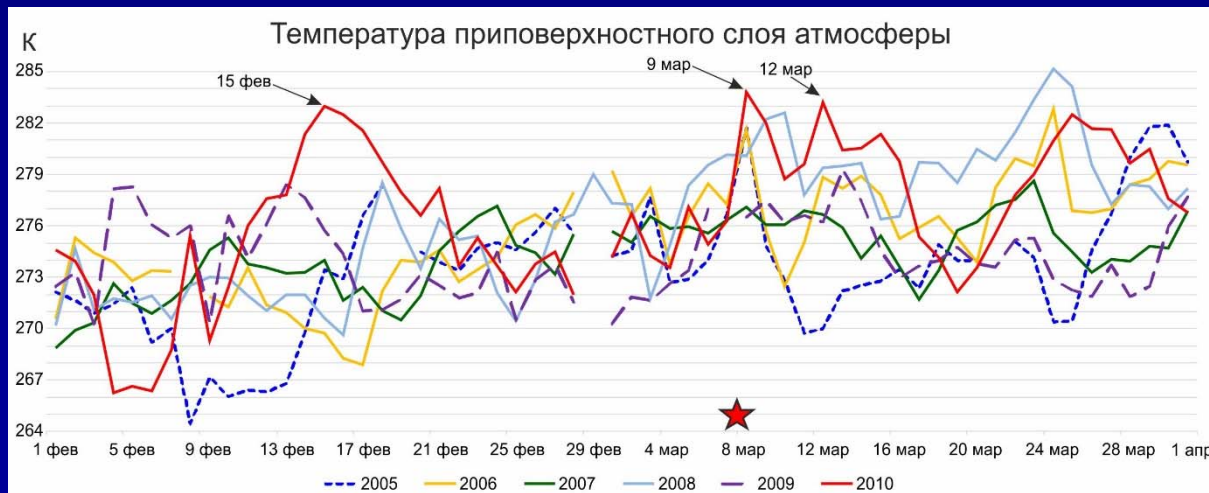




Вариаций температуры земной поверхности и приповерхностного слоя атмосферы в период времени с 1 февраля по 1 апреля 2005-2010 г. Для исследования землетрясения, произошедшего на территории Турции 8 марта 2010 г. с магнитудой $M=6.1$



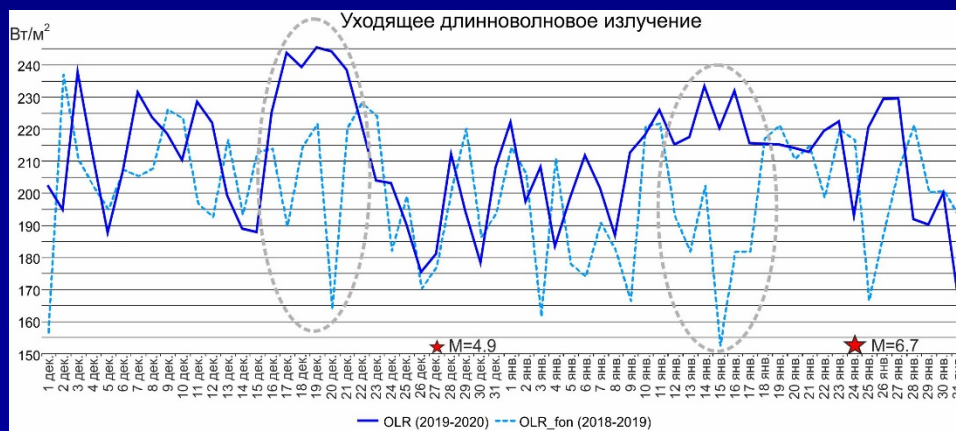
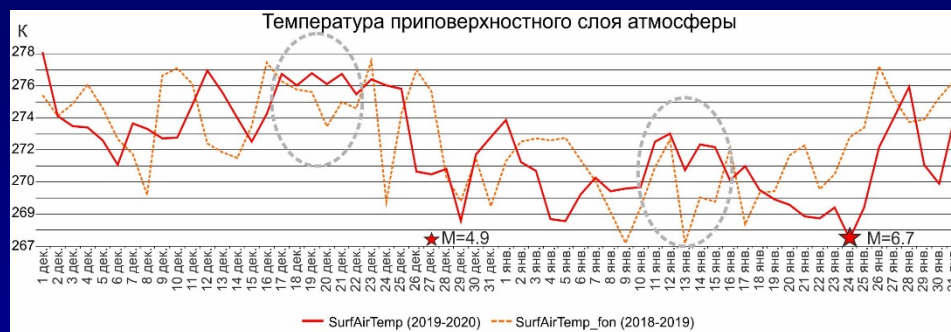
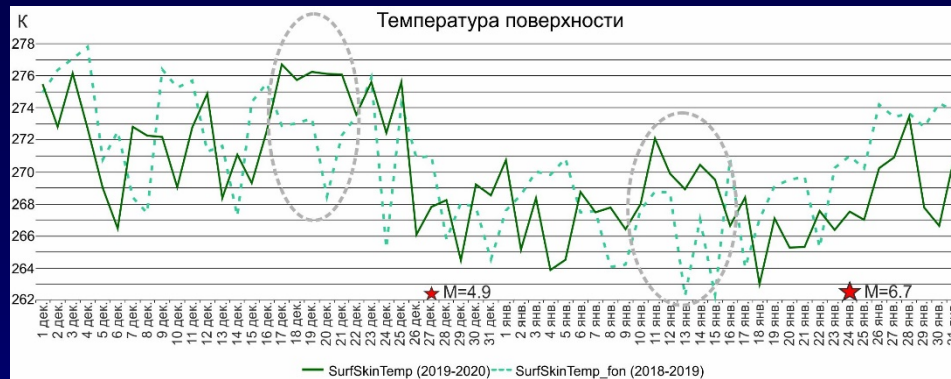
Графики изменения ночных значений температур (данные получены со спутника Aqua, прибор AIRS), усредненных по площади $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ в пределах исследуемой территории, в период времени с 1 февраля по 1 апреля 2005-2010 гг.: - температура земной поверхности; - температура приповерхностного слоя атмосферы.



Анализ многолетних данных, показал, что в период времени с 14 февраля по 22 февраля 2010 г., т.е. за 3 недели до землетрясения, произошедшего в Турции 8 марта 2010 г. с магнитудой $M=6.1$, были выявлены превышения температур земной поверхности и приповерхностного слоя атмосферы (более чем на 10 К) для исследуемой области по сравнению с аналогичными значениями для предыдущих 5-ти лет.



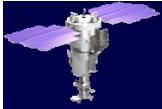
Вариаций тепловых полей в период с 1 декабря по 31 января 2018-2019 гг. и 2019-2020 гг. Для исследования землетрясения, произошедшего на территории Турции 24 января 2020 г. с магнитудой $M=6.7$



Ночные значения температур и уходящего длинноволнового излучения (данные получены со спутника Aqua, прибор AIRS), усреднены в пределах территории исследования, площадью $5^\circ \times 5^\circ$, центром которой являлся эпицентр землетрясения.

В результате построены графики изменения тепловых полей для периода времени с 1 декабря 2019 г. по 31 января 2020 г., в качестве фоновых значений рассматриваются те же даты прошлого года (1 декабря 2018 г. по 31 января 2019 г.) в течении которого в данном районе исследования не происходили сильные землетрясения.

Анализ результатов позволил выявить периоды превышения значений по сравнению с фоновыми. Превышения температур с 17 по 22 декабря 2019 г. (в среднем на 4 K) и OLR с 16 по 21 декабря 2019 г. (в среднем на 30 Вт/м²) вероятно связаны с землетрясением, произошедшим 27 декабря 2019 г. ($M=4.9$) с глубиной очага 10 км в том же месте что и исследуемое сейсмическое событие 24 января 2020 г. ($M=6.7$).



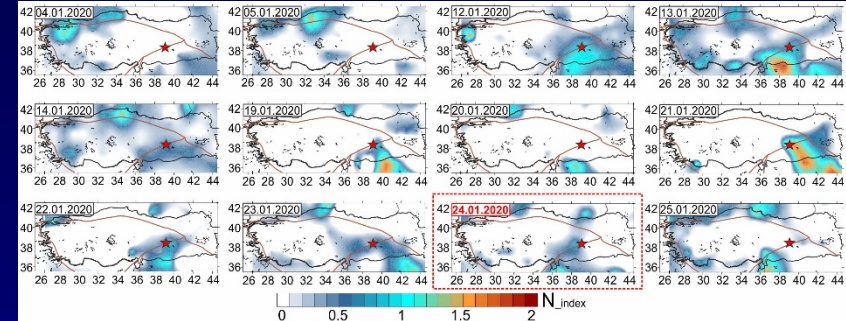
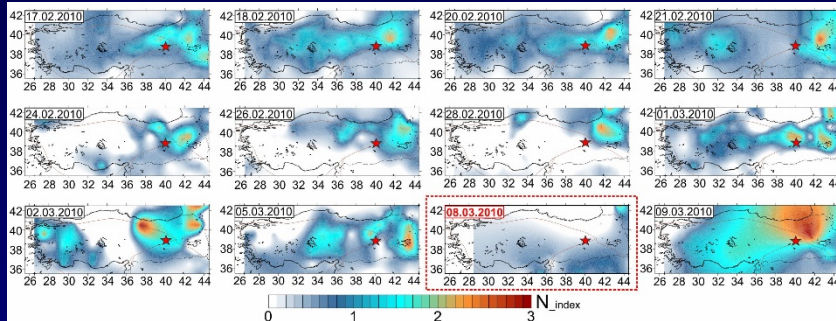
Нормализованные значения тепловых полей, данные получены со спутника Aqua (прибор AIRS) для исследования землетрясений, произошедших на территории Турции



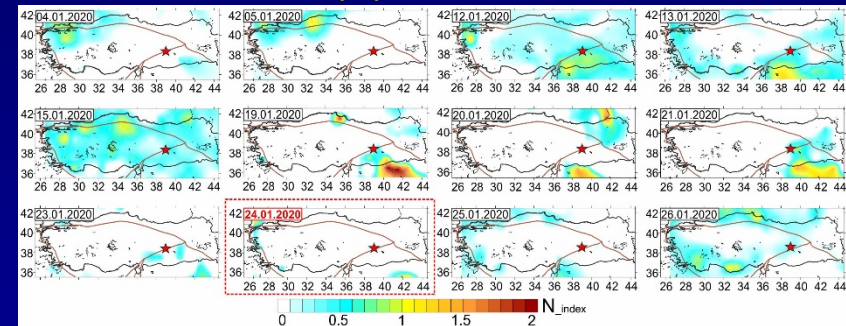
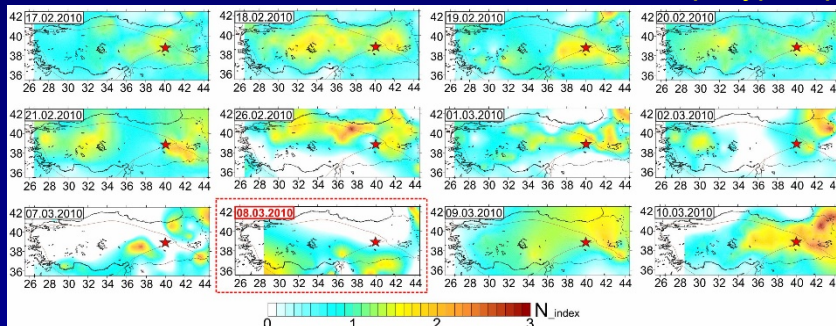
8 марта 2010 г. с магнитудой $M=6.1$

24 января 2020 г. с магнитудой $M=6.7$

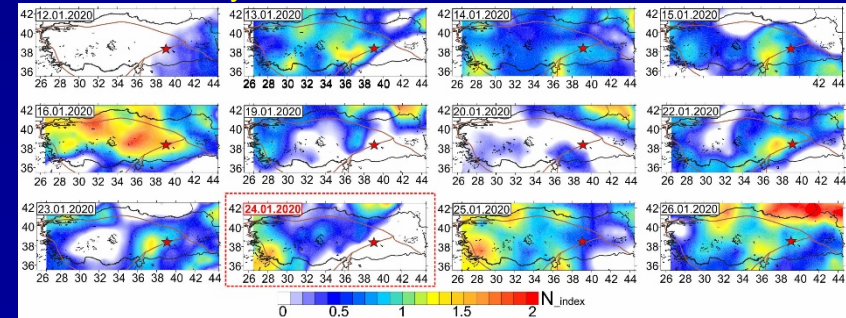
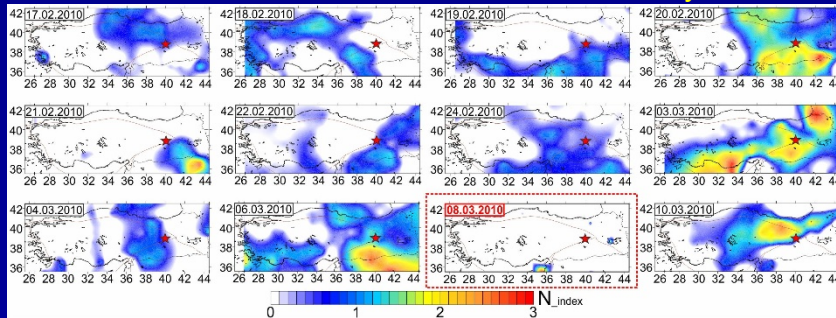
Изменения температуры поверхности



Изменения температуры приповерхностного слоя атмосферы



Изменения уходящего длинноволнового излучения





Анализ нормализованных значений тепловых полей, для исследования землетрясений, произошедших на территории Турции



-нормализованные ночные данные позволили выявить за 19 дней до землетрясения, состоявшегося 8 марта 2010 г., появление аномалий температур поверхности и приповерхностного слоя атмосферы величиной $N_i=2.1$. Они послужили началу формирования аномалий OLR, обнаруженных 20 февраля 2010 г. Приблизительно за неделю до этого землетрясения (1 и 2 марта 2010 г.) аномалии температур земной поверхности и приповерхностного слоя атмосферы, для которых значения нормализованного индекса доходили до $N_i=2.2$, были выявлены над Северо-Анатолийским разломом. За 5 дней до землетрясения, состоявшегося 8 марта 2010 г., были обнаружены аномалии OLR (значения нормализованного индекса $N_i=2.2$) в районах Северо- и Восточно- Анатолийских разломов, а за два дня до него в эпицентральной области готовящегося сейсмического события была выявлена аномалия OLR высокой интенсивности (значения нормализованного индекса $N_i=2.4$).

-нормализованные значения температуры земной поверхности, приповерхностного слоя атмосферы и уходящего длинноволнового излучения для землетрясения, состоявшегося 24 января 2020 г., позволили выявить рост температур за 2 недели до исследуемого сейсмического события, а также смещение аномалий температуры приповерхностного слоя атмосферы в южном направлении по отношению к аномалии температуры земной поверхности. За повышением температур последовало аномальное превышение OLR. При этом за 11 дней до землетрясения с $M=6.7$, состоявшегося 24 января 2020г., значение нормализованного индекса достигало максимума ($N_i=2$) над Восточно-Анатолийским разломом. За 1-2 дня до этого землетрясения над его эпицентральной областью выявлены аномалии OLR, для которых значения нормализованного индекса достигали величин $N_i=1.4$.

Исследование выполнено в рамках Государственного задания (АААА-А19-119081390037-2).