

П.В. Люшвин

## Оценка альbedo подстилающих поверхностей в ИК диапазоне ВНИРО

При оценке характеристик земных покровов в оптическом диапазоне принято информацию об отражательных свойствах получать по данным в видимом и ближнем ИК-диапазонах, о температуре поверхности в дальнем - тепловом ИК диапазоне. При таком подходе **проблемным является оценка искажающего влияния атмосферы, учет радиации, отраженной и рассеянной поверхностью земных покровов** (солнечной и тепловой). При оценке температур земных покровов ошибки за счет погрешностей в оценках текущего искажающего влияния аэрозольной составляющей безоблачной атмосферы достигают 1 К, ошибки за счет нечерноты земных покровов доходят до 5 К. Минимизировать эти погрешности удастся при наличии хотя бы пяти спектральных измерений уходящий от Земли радиации, подобных AVHRR/NOAA. **Ключевым является 3,7 мкм диапазон!**

Альbedo земных покровов формируется отраженной и рассеянной поверхностью радиацией ( $A_{\text{блик}}_{\lambda}$ ), искажающим влиянием атмосферы ( $\exp 2(-\tau_{\lambda})$ ,  $A_{\text{атм.}\lambda}$ ), для длин волн в видимом и ближнем ИК диапазонах еще и радиацией, вышедшей из толщи объектов - ( $A_{\text{земля}}_{\lambda}$ ).

$$A_{0.6} = A_{\text{атм.}0.6} + (A_{\text{блик}}_{0.6} + A_{\text{земля}}_{0.6}) * \exp 2(-\tau_{0.6}), \quad (1)$$

$$A_{0.8} = F_{0.8} * A_{\text{атм.}0.6} + (A_{\text{блик}}_{0.8} + A_{\text{земл}}_{0.8}) * \exp 2(-\tau_{0.6} k\lambda), \quad (2)$$

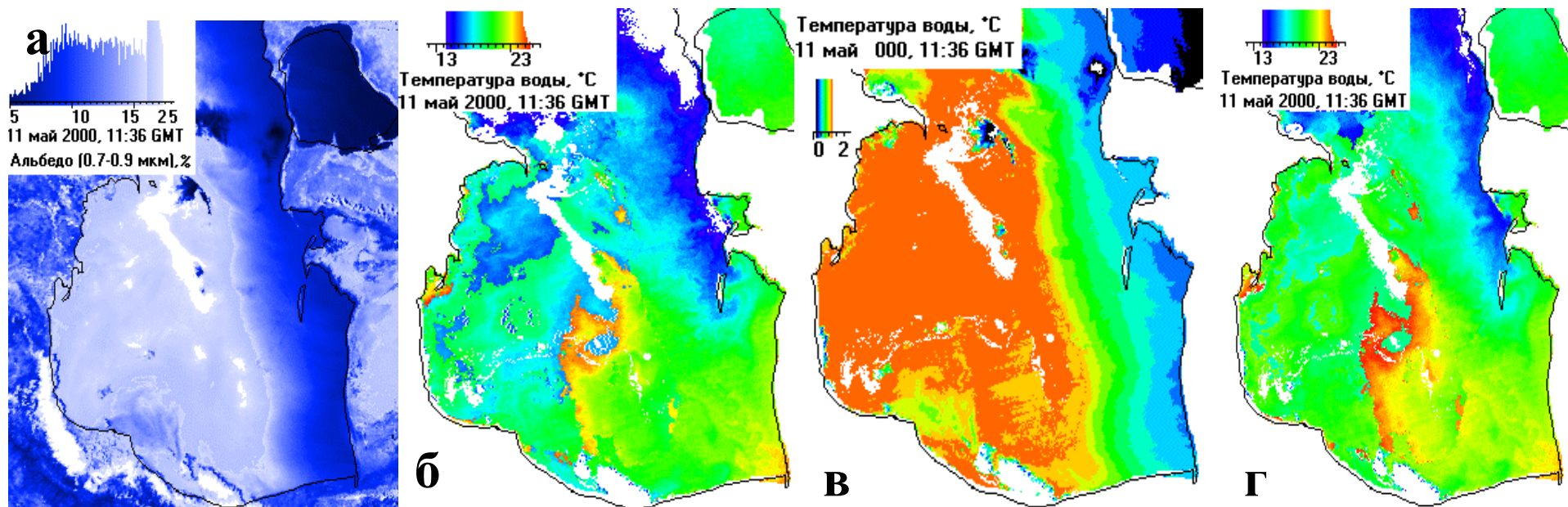
$$A_{3.7} = F_{3.7} * A_{\text{атм.}0.6} + A_{\text{блик}}_{3.7} * \exp 2(-\tau_{0.6} k\lambda), \quad (3)$$

где  $F_{\lambda}$ ,  $\tau_{\lambda}$  и  $k\lambda$  – взаимосвязанные параметры, учитывающие спектральный ход искажающего влияния атмосферы, рассчитанные по процедуре «LOUTRAN». Величина параметра  $k\lambda$  в атмосфере без аэрозоля изменяется по спектру обратно пропорционально  $\lambda$  в – 4 степени, для безоблачной атмосферы в - 2÷1.2, для капельножидких облаков в - 1.5÷0.8, для кристаллических - 1.2÷0.5.

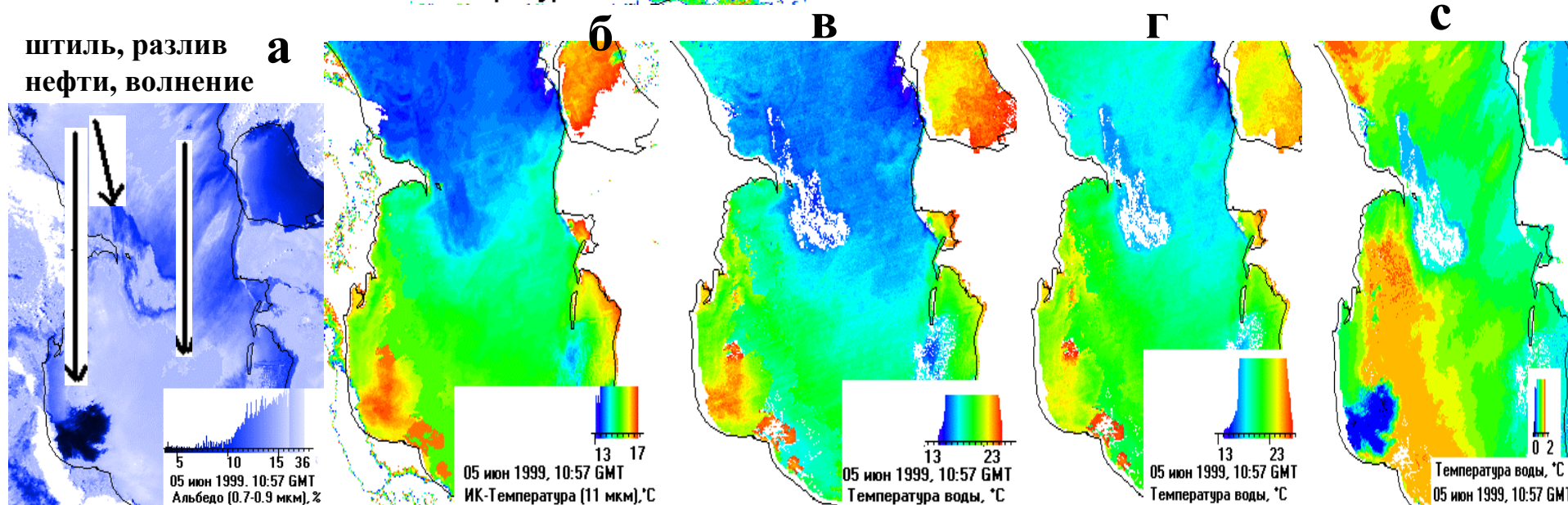
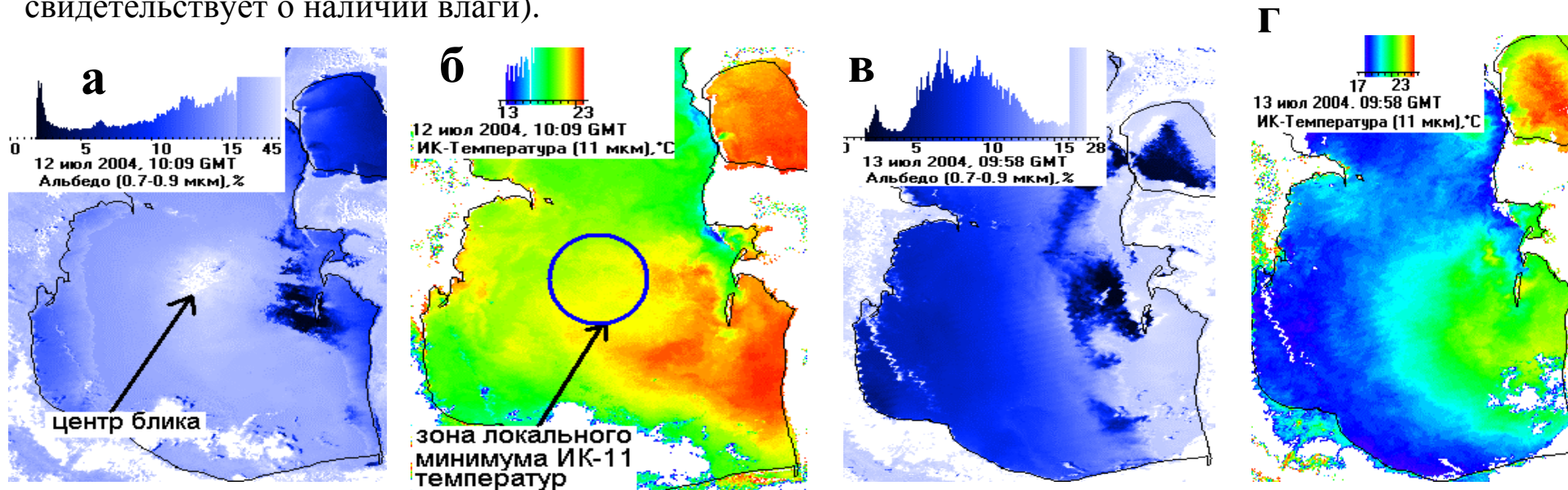
Решить систему уравнений можно для ситуаций, когда известны спектральные тренды  $A_{\text{блик}}_{\lambda}$ ,  $A_{\text{земля}}_{\lambda}$  либо  $k\lambda$ . Это водные объекты (вода, снег, лед, облака), многие почвы и растительный покров. Для объектов с хлорофиллом, либо для сцен, где  $A_{\text{земля}}_{0.6} \neq A_{\text{земля}}_{0.8}$ , задается характерный размер аэрозоля или величины  $k\lambda$ , и из итерационных расчетов оценивается величина отношения  $A_{\text{земля}}_{0.6} / A_{\text{земля}}_{0.8}$ , характеризующая вегетацию.

Получив оценку отличия коэффициента излучения от 1 - *Аблик\_3.7*, можно по формуле Планка перейти от радиационной температуры подстилающей поверхности к термодинамической. **Актуально это для облаков, почвенных или растительных покровов, поскольку неизвестно их положение относительно горизонта. Аналогично и для воды при наличии блика или пены.**

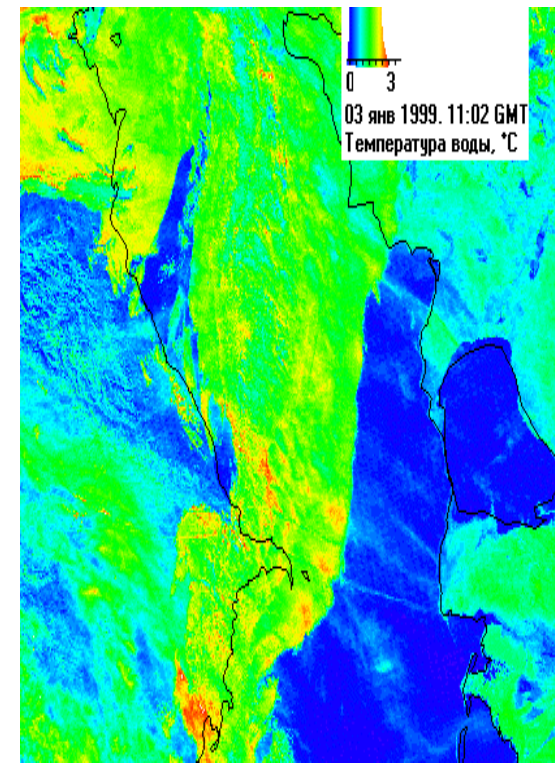
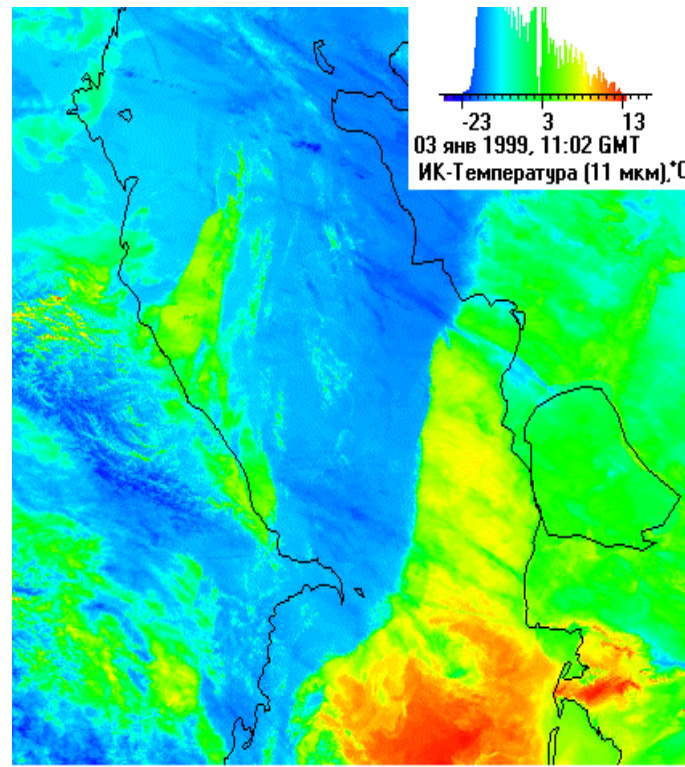
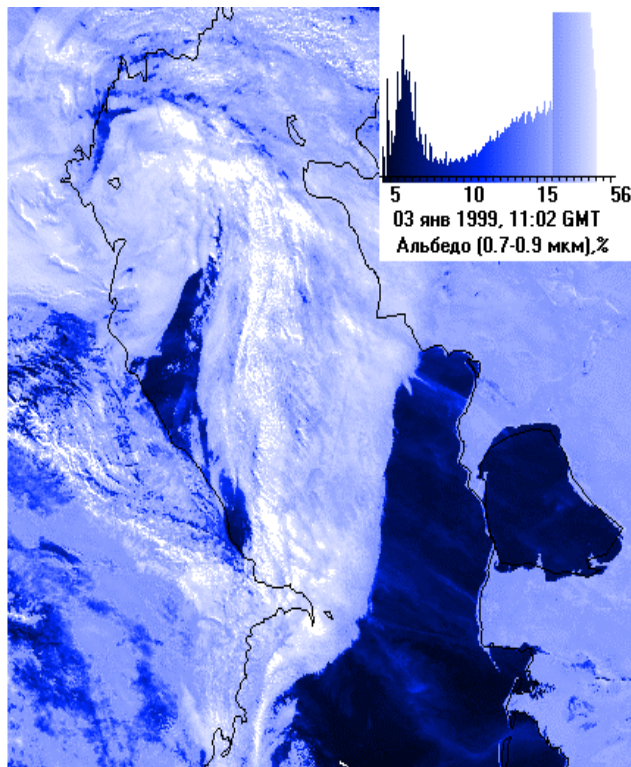
Прежде чем перейти к демонстрации результатов остановимся на особенностях учета искажающего влияния атмосферы. В программных продуктах типа «LOUTRAN» учет искажающего влияния проводится в основном на основе использования волновой теории Ми. Недостатком является **не полный учет корпускулярных аспектов распространения радиации [Ш. Перен де Бришамбо, 1966], в результате чего не удается «протянуть» бликовую составляющую из среднего ИК-диапазона в видимый диапазон.** Величина *Аблик\_3.7* превышает *Аблик\_0.6* в безоблачной атмосфере в 2 раза. Это превышение обусловлено более интенсивным отражением радиации от аэрозоля в длинноволновой области спектра, чем в коротковолновой. С ростом размера аэрозоля, замутнения атмосферы, а также в прозрачной атмосфере значения *Аблик\_3.7* и *Аблик\_0.6* сближаются. Для оценок  $k\lambda$  и сопутствующих параметров атмосферы целесообразно предварительно подготовить матрицы модельных атмосфер, основывающихся не на «морской», «городской» и пр. атмосферах, а на характерных размерах аэрозоля при различных прозрачностях атмосферы. Все эти оценки можно, прямо или косвенно, получить из «LOUTRAN».



Переход от радиационной температуры к термодинамической позволяет корректировать высоту верхней границы облаков до 1 км (до 6 К); дешифровать генезис температурных фронтов на водной поверхности - выделять среди них границы квазиштилевых, штормовых зон и блика (до 3 К); для растительного покрова это особенно важно в ситуациях близких к заморозкам и к засухе (блик свидетельствует о наличии влаги).

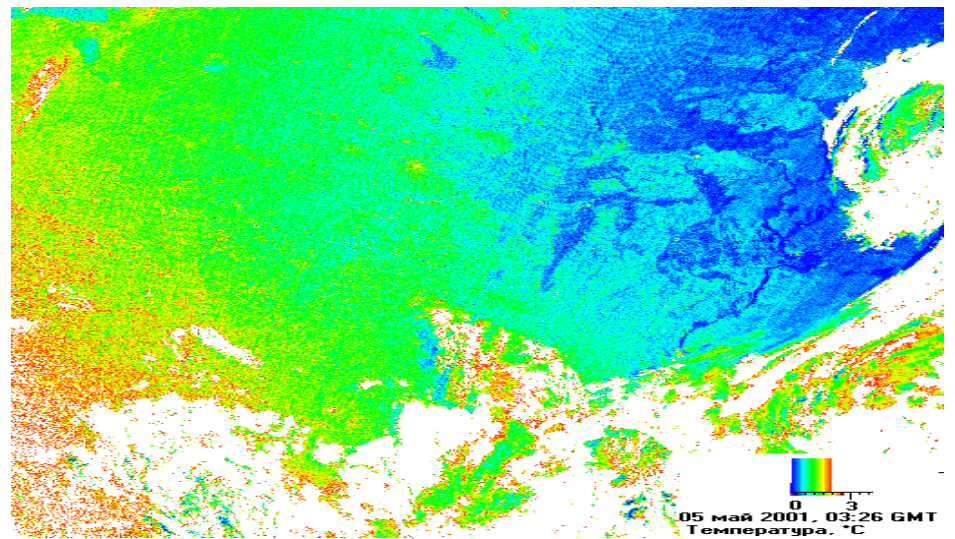
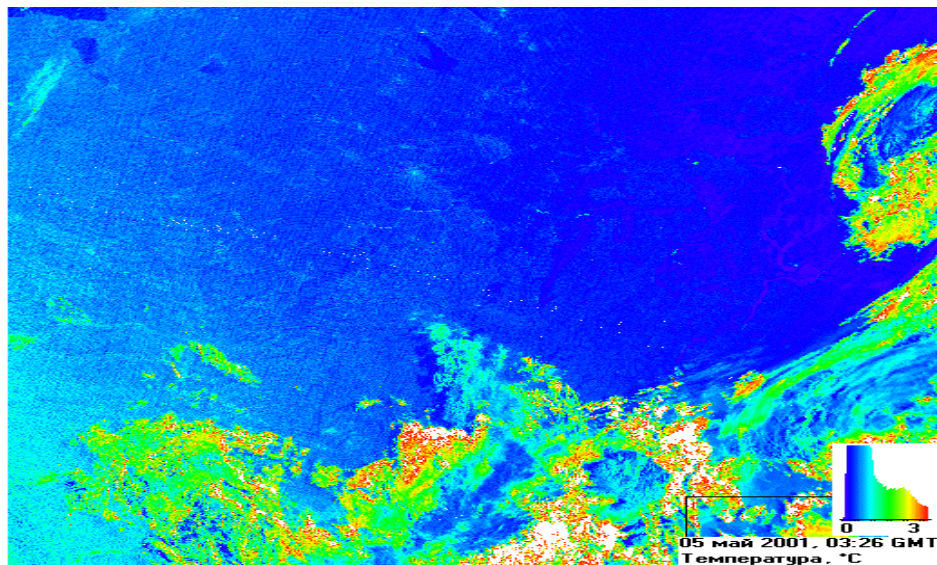
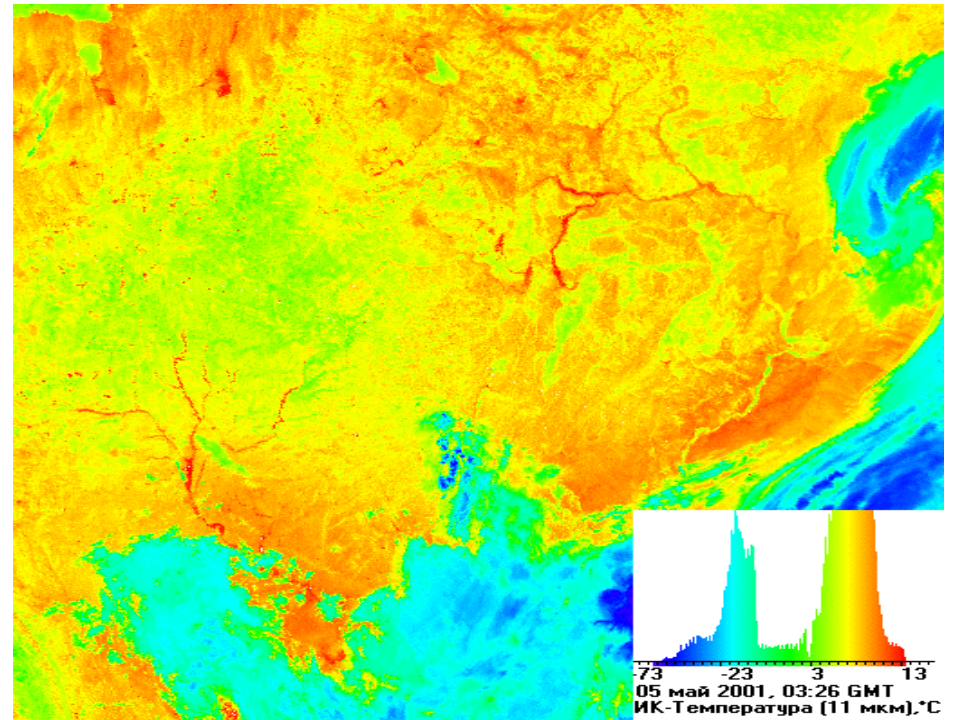
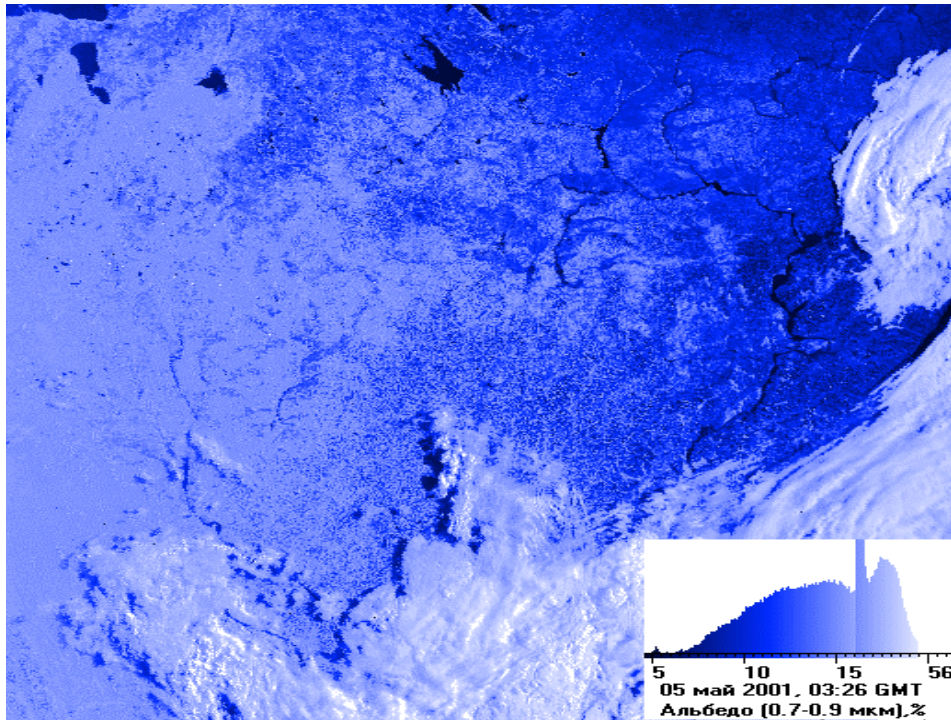






Альbedo, ИК снимки Каспийского региона 3 января 1999 г. Приращение ИК температур за счет учета нечерноты.





Альbedo, ИК снимки Русской платформы 5 мая 2001 г. Приращение ИК температур за счет учета нечерноты облаков и суши.

*Успенский А.Б., Сутовский В.М.* О дистанционном определении температуры подстилающей поверхности с учетом ее нечерноты по данным спутниковых измерений ИК-излучения в диапазоне 10,5 – 12,5 мкм // Тр. ГосНИЦИПР. 1989. Вып.33. Серия Б. С. 66-77.

*Пахомов Л.А., Люшвин П.В., Чернявский Е.Б.* Учет искажающего влияния атмосферы при оценке альбедо и температуры поверхности Каспийского моря по данным аппаратуры AVHRR спутников NOAA // Исследование Земли из Космоса, 2004, вып.4, с.68-72.

*Люшвин П.В.* Приближение спутниковых карт температуры поверхности воды (ТПВ) к картам ТПВ, построенным по данным контактных наблюдений. Сб. научных статей «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса» 16-18.11.2004 г. // М. 2005. С. 140-144.

*Люшвин П.В., Кухарский А.В.* Оценка состояния моря по AVHRR/NOAA. Сб. научных статей «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса» 14-17.11.2005 г. // М.:ООО «Азбука-2000», 2006. С. 130-134.

*Люшвин П.В., Никитин П.А., Казанкова Э.Р.* Спектральные характеристики сейсмогенных облаков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. М.: ООО "Азбука-2000", 2008. Выпуск 5. Т. I. С.363-370.

*Ш. Перен де Бришамбо.* Солнечное излучение и радиационный обмен в атмосфере // М, «Мир», 1966, 319 С.

**Спасибо за внимание!**