

Анализ ущерба лесной растительности на основе спутниковых данных эвапотранспирации. Бриль А.А.¹, Горный В.И.², Кашницкий А.В.¹, Киселев А.В.², Мазуров А.А.¹, Манвелова А.Б.²

(1) Институт Космических Исследований РАН, Москва, Россия

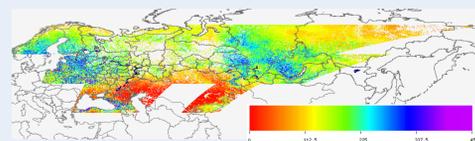
(2) Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия

Введение

Наблюдение за состоянием растительных экосистем является одной из основных задач мониторинга окружающей среды. Различные неблагоприятные природные и антропогенные воздействия на растительный покров требуют оценки последствий их влияния на растительные экосистемы. Очевидной характеристикой состояния жизнедеятельности растительности является испарение на верхней границе растительного покрова. Для получения сравнительной количественной характеристики состояния однотипных растительных экосистем и оценки возможного ущерба от негативного воздействия внешних факторов может быть использован термодинамический подход к описанию состояния таких систем, предложенный в [1]. На основе статистического анализа эвапотранспирации по данным ДЗЗ возможно построение карт индекса нарушенности лесных экосистем и последующего анализа вплоть до оценки нанесенного ущерба и необходимых затрат на их восстановление. Данные дистанционного зондирования Земли позволяют решать задачи комплексного мониторинга природно-антропогенного воздействия на растительный мир и анализировать ущерб, нанесенный экосистеме, прослеживая изменения в динамике.

Архивация данных эвапотранспирации

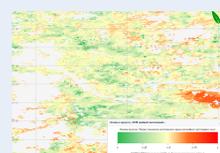
Архивация данных эвапотранспирации реализована полностью в автоматическом режиме. Данные предоставляются центром Land Processes Distributed Active Archive Center (<https://lpdaac.usgs.gov>) и представляют из себя гранулы спутников AQUA(MODIS) и TERRA(MODIS) в синусоидальной проекции с пространственным разрешением 500м [2]. В каждой грануле содержится информация о суммарной эвапотранспирации за 8 дней. Для наборов данных за летние периоды активной вегетации дополнительно создаются сезонные композиты (средние, максимальные и минимальные за период). Все полученные результаты заносятся в архивы и каталоги Центра Коллективного Пользования ЦКП «ИКИ-Мониторинг» и сразу становятся доступны пользователям информационных систем, предоставляющих интерфейсы удаленного доступа к данным, а также сервисы онлайн обработки.



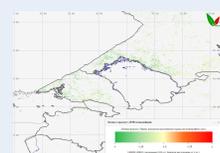
Пример покрытия суммарного испарения. Диапазон визуализации от 0 до 450 kg/m²/8days

Показатель экологического вреда

На основе данных эвапотранспирации строится показатель экологического вреда (ПЭВ), являющийся отношением значения скорости испарения влаги с поверхности нарушенной экосистемы к фоновой (ненарушенной) экосистеме. Используя карту растительности, для каждого типа лесной экосистемы в границах выбираемой области, вычисляется ПЭВ. В дальнейшем ПЭВ может быть использован для расчета удельного накопленного экологического ущерба и для оценки экономических потерь в результате негативного воздействия на окружающую среду.



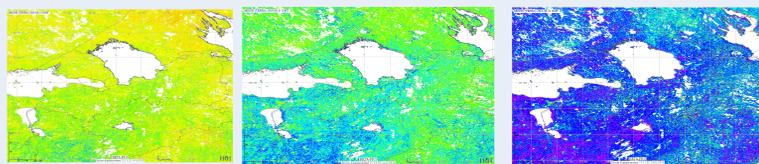
ПЭВ для хвойного листопадного леса в Красноярском крае



ПЭВ для темной хвойной леса в Ленинградской области

Предоставляемые пользователям информационные продукты на основе данных эвапотранспирации

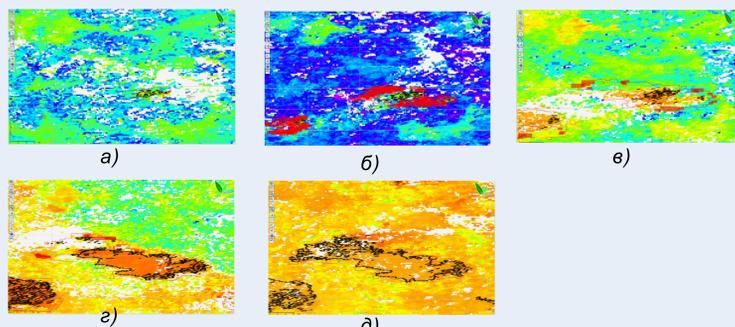
Доступ к информации реализуется на базе использования спутникового сервиса «Vegetation-Science» и целого ряда информационных систем, использующих возможности Центра Коллективного Пользования ЦКП «ИКИ-Мониторинг». Пользователю доступны продукты эвапотранспирации для спутников Terra и Aqua, а также рассчитанные показатели экологического вреда для 7 типов лесных экосистем: темнохвойной, лиственной, светлохвойной, смешанной, смешанной с преобладанием хвойных, смешанной с преобладанием лиственных и хвойной листопадной. Для анализа также доступны сезонные варианты этих продуктов.



Пример минимальной, средней и максимальной эвапотранспирации за сезон. Ленинградская область

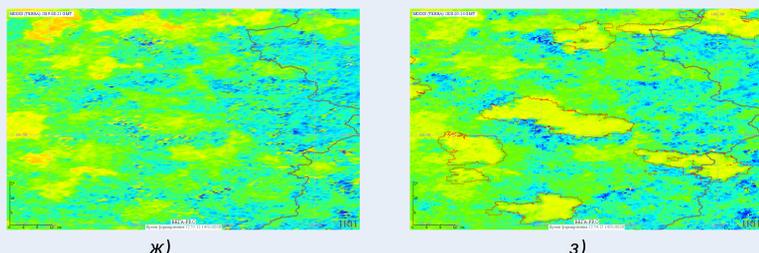
Состояния растительности в период развития лесного пожара

На рисунках ниже представлена динамика деградации растительного покрова по данным эвапотранспирации спутника Terra (MODIS) в результате лесного пожара. Красноярский край.



Представлены состояния растительного покрова за: а) 2019-07-12, б) 2019-07-21, в) 2019-07-29, г) 2019-08-14, д) 2019-08-30,

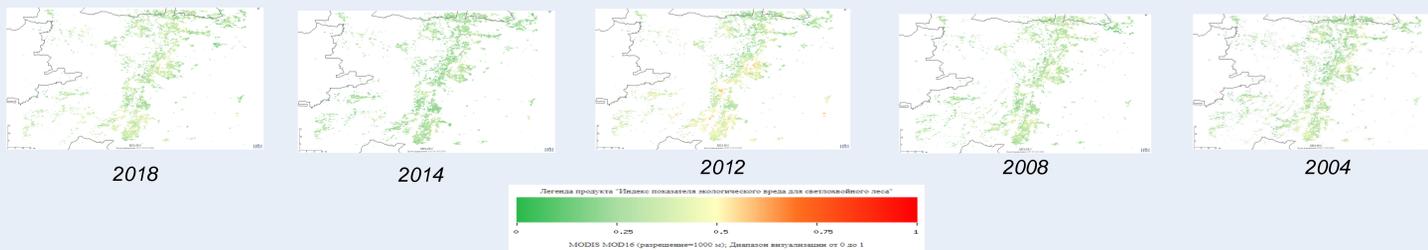
Оценка деградации состояния растительности после пожара по данным эвапотранспирации



На рисунках ж,з показано состояние растительности по усредненным сезонным данным эвапотранспирации (Рис ж – состояние до лесного пожара, Рис з – после). На рисунке з красным цветом выделены контура гарей, которые полностью совпадают с областями, где наблюдаются низкие показатели состояния жизнедеятельности растительного покрова.

Таким образом на приведенных примерах отчетливо видны последствия, оказанные пожаром на экосистему в Красноярском крае в 2019 году.

Инструмент анализа данных



Для построения ПЭВ по данным эвапотранспирации был создан интерактивный инструмент, позволяющий по выбранной области рассчитать индексы нарушенности для каждого типа растительности. На рисунках выше представлены показатели экологического вреда в районе Уральского тестового полигона (УТП).

Литература

1. Горный В.И., Киселев А.В., Крицук С.Г., Латыпов И.Ш., Тронин А.А. Термодинамический подход к спутниковому картированию накопленного экологического ущерба лесных экосистем // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т.16 № 4. С. 124-136.
2. Running, S., Mu, Q., Zhao, M. (2017). MOD16A2 MODIS/Terra Net Evapotranspiration 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V006 1. [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Accessed 2020-10-15 from <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD16A2.006>

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ 18-29-24121 и темы МИНОБРНАУКИ № АААА-А19-119020190122-6