

## Методика оценки экологического ущерба лесных экосистем на территориях подверженных нефтяным загрязнениям с помощью сервиса «Vega-Science»

*Т. А. Чалкова<sup>1\*</sup>, А. Ю. Чермошентцев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: tatjana.chalkova@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности применения спутникового сервиса «Vega-Science» для оценки экологического ущерба, причиняемого лесным экосистемам на территориях разработки, переработки и транспортировки нефти в Самарской области. Приведена методика расчета показателя экологического вреда, основанного на данных внутренней циркуляции влаги, получаемым по материалам космической съемки. Рассмотрены инструменты для формирования композитных изображений и формирования карт растительного покрова и показателя экологического вреда. Полученные результаты позволяют сделать выводы об общем снижении вредного воздействия.

**Ключевые слова:** мониторинг, оценка, экологический ущерб, эвапотранспирация

## Method for assessing environmental damage to forest ecosystems in areas subject to oil pollution using the service Vega-Science

*T. A. Chalkova<sup>1\*</sup>, A. Y. Chermoshentsev<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: tatyana-ch-2015@mail.ru

**Abstract.** The article considers the possibilities of using the Vega-Science satellite service to assess the environmental damage caused to forest ecosystems in the areas of oil development, processing and transportation in the Samara region. A method for calculating the environmental damage index based on data on the internal circulation of moisture obtained from satellite imagery is presented. The tools for the formation of composite images and the formation of maps of vegetation cover and an indicator of environmental damage are considered. The results obtained allow us to draw conclusions about the overall reduction in harmful effects.

**Keywords:** monitoring, evaluation, environmental damage, evapotranspiration

Мониторинг окружающей среды подразумевает всестороннюю оценку динамики развития природных экосистем с учетом воздействия различных факторов, по большей части являющихся неблагоприятными. Территория Российской Федерации покрыта лесной растительностью на 46,6%, в связи с этим важно выполнять оценку ущерба, причиняемого именно лесным экосистемам.

В качестве характеристики для оценки состояния растительности может применяться показатель внутренней циркуляции влаги (эвапотранспирация). Внешним проявлением этого процесса является испарение на верхней границе,

которое возможно определять в том числе методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1]. Наиболее доступными в настоящий момент являются данные, получаемые с помощью спектрорадиометра MODIS, установленного на спутниках Aqua и Terra. На основе этих данных в центре Land Processes Distributed Active Archive Center (LPDAAC) [2, 3] производится и распространяется продукт MOD16A2/MYD16A2, который представляет восстановленную суммарную эвапотранспирацию за восемь дней с пространственным разрешением 500 м (рис. 1).

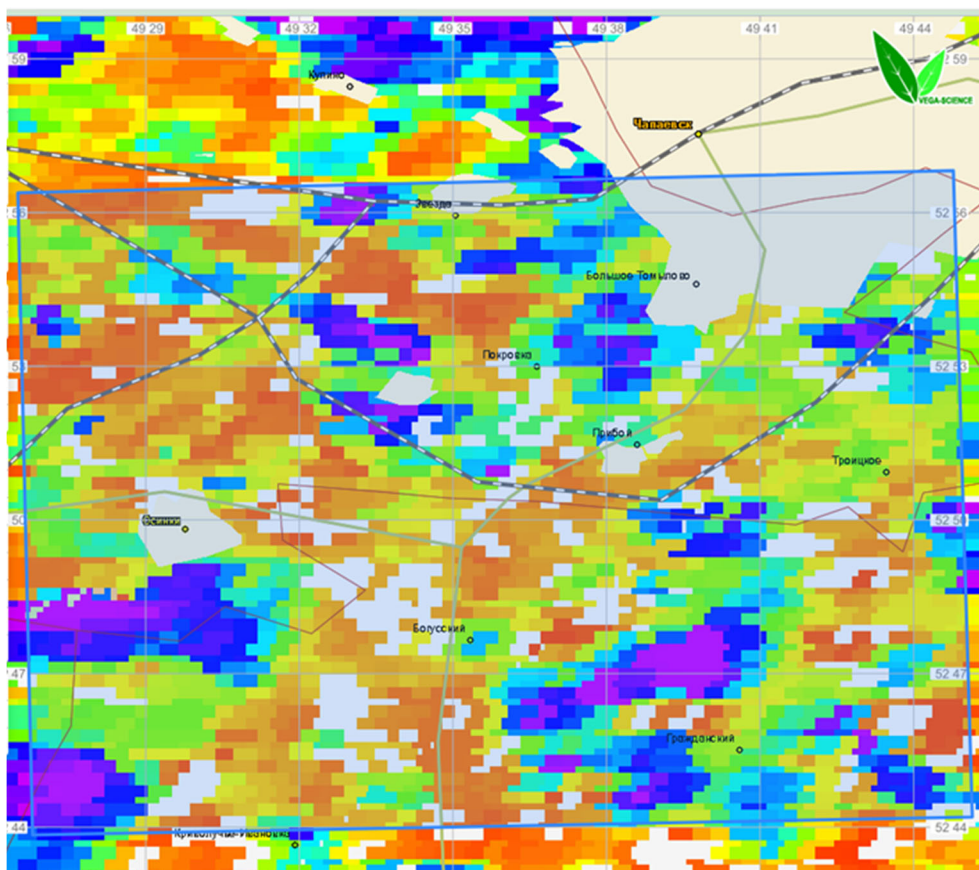


Рис. 1. Данные эвапотранспирации выбранной области за 12.07.2021, спутник Aqua (MODIS)

Целью данной работы является анализ показателя экологического вреда (ПЭВ), вычисленного с помощью сервиса «Вега-Science» на территорию, подверженную систематическому воздействию нефтепродуктов.

В качестве исследуемой территории выбран участок магистрального нефтепровода Транснефть-Приволга в Безенчукском районе Самарской области. В этом районе располагаются также объекты нефтедобычи (кустовые площадки) и сопутствующая инфраструктура. Влияние этих объектов на прилегающие сельскохозяйственные земли в последние годы оценивается по данным аэрофотосъемки, однако таким образом могут быть выявлены в основном только нарушения, связанные с нецелевым использованием земель. К тому же данные оптические

ского диапазона не позволяют оценить изменения состояния растительного покрова. В связи с этим в данной работе выполнен анализ изменений, произошедших за более длительный срок. Для анализа лесных экосистем использованы композитные изображения за 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 годы со спутника Aqua (MODIS).

Методика оценки экологического ущерба лесных экосистем на территориях, подверженных нефтяным загрязнениям в сервисе «Вега-Science» представлена в виде блок-схемы (рис. 2).

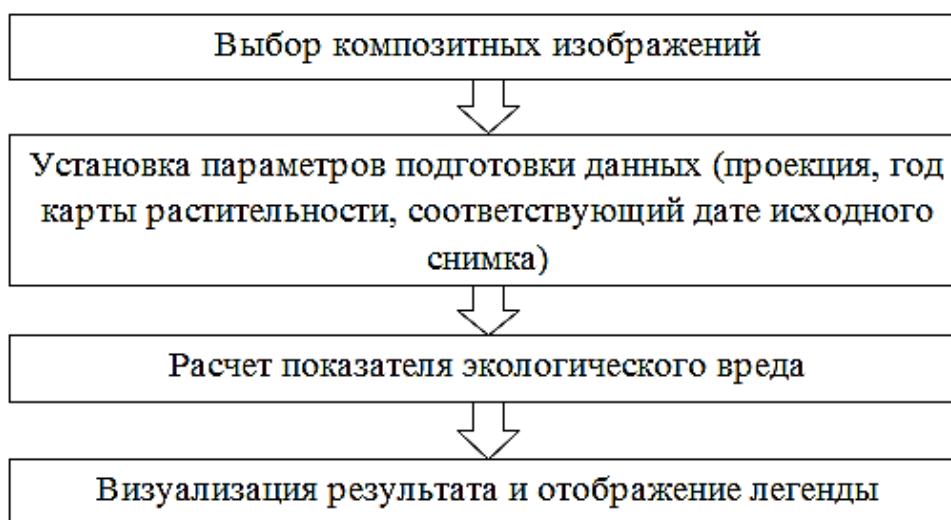


Рис. 2. Методика оценки экологического ущерба

В Центре Коллективного Пользования «ИКИ-Мониторинг» [4] организовано автоматическое получение данных MODIS из архива LPDAAC, формирование восьмидневных композитных изображений с информацией о суммарном испарении по всей территории России, а также формирование сезонных (лето, осень, зима, весна) композитных изображений с информацией о минимальном, среднем и максимальном суммарном испарении по всей территории России за сезон. Это дает возможность пользователям системы осуществлять подбор данных на интересующую территорию не только по регионам и его районам, но и получать детальную информацию на определенную дату. Преимущества данного сервиса заключается в том, что обработка и анализ данных выполняется стандартными средствами сервиса.

Показатель экологического вреда рассчитывается для семи типов лесных экосистем: темнохвойной, лиственной, светлохвойной, смешанной, смешанной с преобладанием хвойных, смешанной с преобладанием лиственных и хвойной листопадной [5].

Показатель вычисляется по формуле:

$$D = 1 - \frac{E_c}{E_{cp}}, \quad (1)$$

где  $E_c$  – удельные потоки влаги над контролируемой экосистемой;  $E_{cr}$  – удельные потоки влаги над контрольной (здоровой) экосистемой.

Для каждого типа из семи экосистем строится гистограмма распределения значений эвапотранспирации внутри исследуемой территории, вычисляются среднее значение и стандартное отклонение этого распределения, на основе которых рассчитывается ПЭВ [6]. Тип преобладающей растительности определяется по карте растительного покрова (рис. 3.)

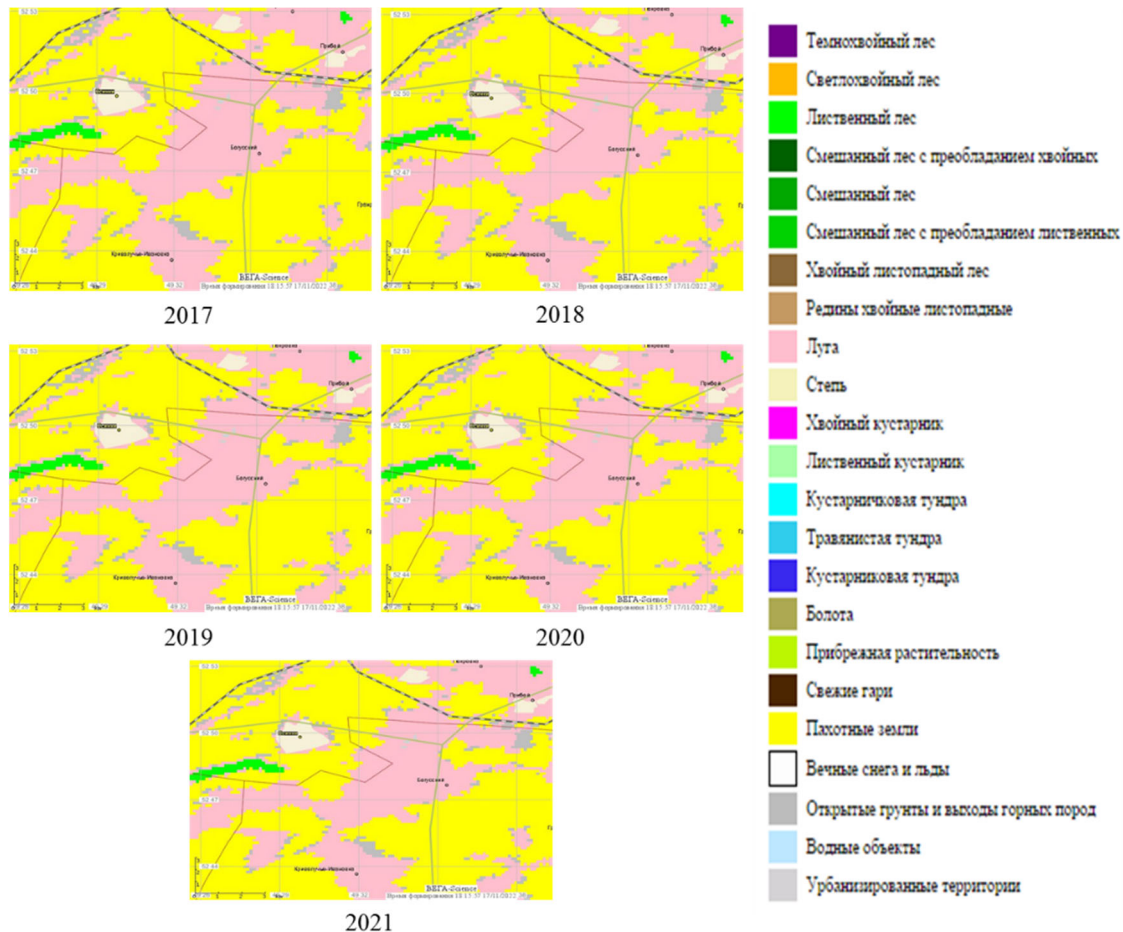


Рис. 3. Карта растительного покрова

Далее приведен пример карты ПЭВ, полученной с использованием описываемого инструмента на выбранную территорию (рис. 4).

Полученные результаты говорят об изменении показателя экологического вреда на рассматриваемой территории в пределах от 1 до 0,25. Прослеживающаяся тенденция свидетельствует об общем снижении негативного воздействия на лесные экосистемы.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (тема – «Разработка теории и технологических решений контроля состояния защитных сооружений при перекачке нефтепродуктов методами активного дистанционного зондирования», № 0807-2020-0002).

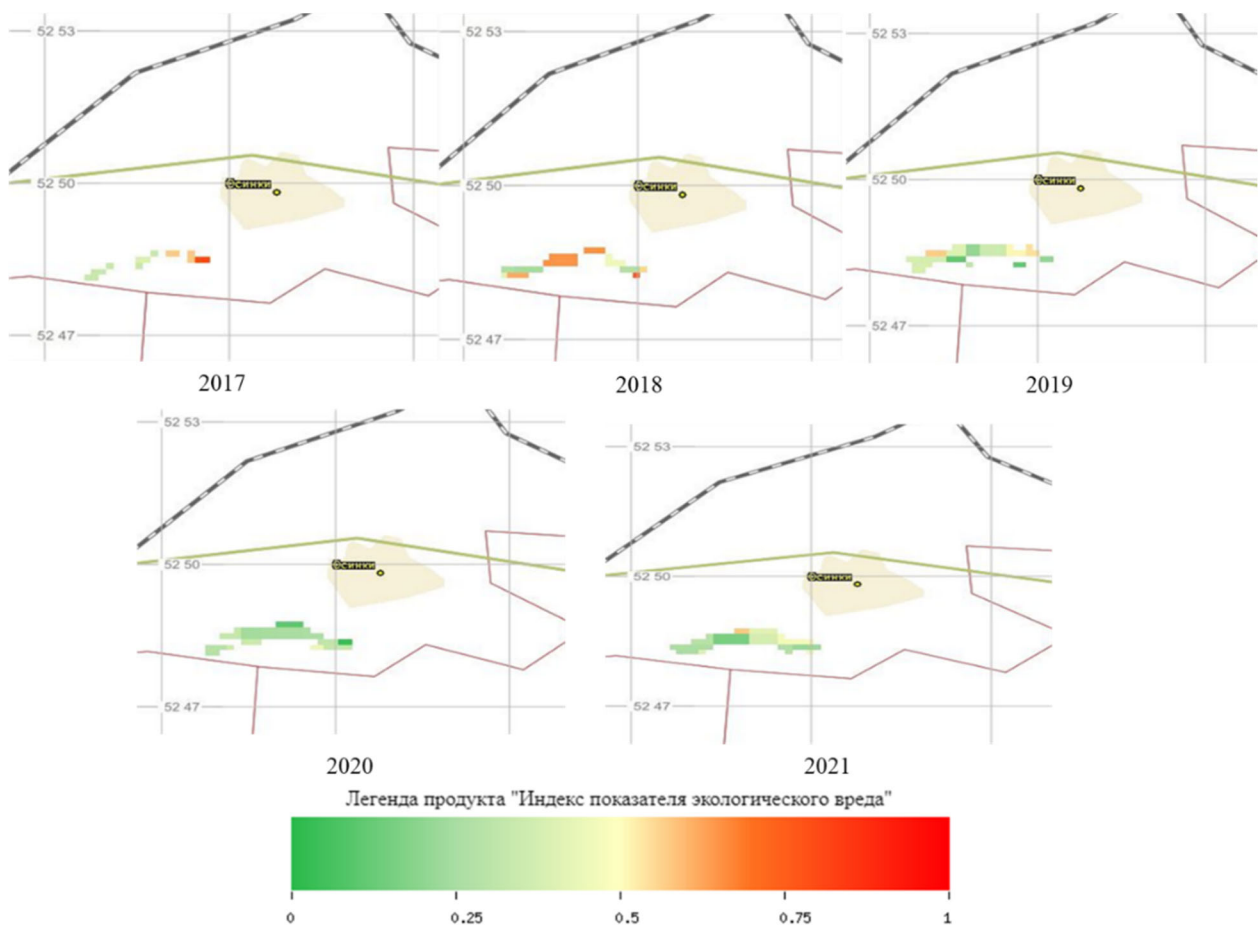


Рис. 4. Результаты расчета ПЭВ

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Термодинамический подход к спутниковому картированию накопленного экологического ущерба лесных экосистем / В.И. Горный, А.В. Киселев, С.Г. Крицук, И.Ш. Латыпов, А.А. Тронин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т.16 № 4. С 124-136.
2. Running, S., Q. Mu, M. Zhao. MOD16A2 MODIS/Terra Net Evapotranspiration 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V006. 2017, distributed by NASA EOSDIS Land Processes DAAC, <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD16A2.006>.
3. Running, S., Q. Mu, M. Zhao. MYD16A2 MODIS/Aqua Net Evapotranspiration 8-Day L4 Global 500m SIN Grid V006. 2017, distributed by NASA EOSDIS Land Processes DAAC, <https://doi.org/10.5067/MODIS/MYD16A2.006>.
4. Состояние и перспективы развития методов спутникового картографирования растительного покрова России / С.А. Барталев, В.А. Егоров, В.О. Жарко, Е.А. Лупян, Д.Е. Плотников, С.А. Хвостиков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 5. С. 203-221.
5. Центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды / Е. А. Лупян, А. А. Прошин, М. А. Бурцев, И. В. Балашов, С. А. Барталев, В. Ю. Ефремов, А. В. Кашницкий, А. А. Мазуров, А. М. Матвеев, О. А. Суднева, И. Г. Сычуглов, В. А. Толпин, И. А. Уваров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12 № 5 С. 263–284.

6. Опыт эксплуатации и развития центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных (ЦКП «ИКИ-Мониторинг») / Е. А. Лупян, А. А. Прошин, М. А. Бурцев, А. В. Кашницкий, И. В. Балашов, С. А. Баргалева, А. М. Константинова, Д. А. Кобеца, А. А. Мазуров, В. В. Марченков, А. М. Матвеев, М. В. Радченко, И. Г. Сычугов, В. А. Толпин, И. А. Уваров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019 Т. 16 № 3 С. 151–170. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-151-170.

© Т. А. Чалкова, А. Ю. Чермошенцев, 2023