



**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЛЕСА РОССИИ: ПОЛИТИКА, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ»**

24–26 мая 2023 г.
Санкт-Петербург, Россия

**ИНФРАСТРУКТУРНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЯЗЕЙ
С ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ, РОССИЯ)**

Подольская Е.С., Ершов Д.В., Ковганко К.А.

ЦЭПЛ РАН, Москва, Россия

Содержание

- **Актуальность исследования. Цель и задачи работы**
- **Выбор территории. Населенные пункты и дорожная сеть Красноярского края**
- **Лесопожарное зонирование в России**
- **Методика зонирования территории региона. Результат зонирования для Красноярского края**
- **Заключение и ведущиеся исследования**
- **Научные работы по инфраструктурному и лесопожарному зонированию территории**
- **Контакты. Последние публикации авторов по транспортному моделированию 2021-2022 гг.**

Актуальность исследования. Цель и задачи работы

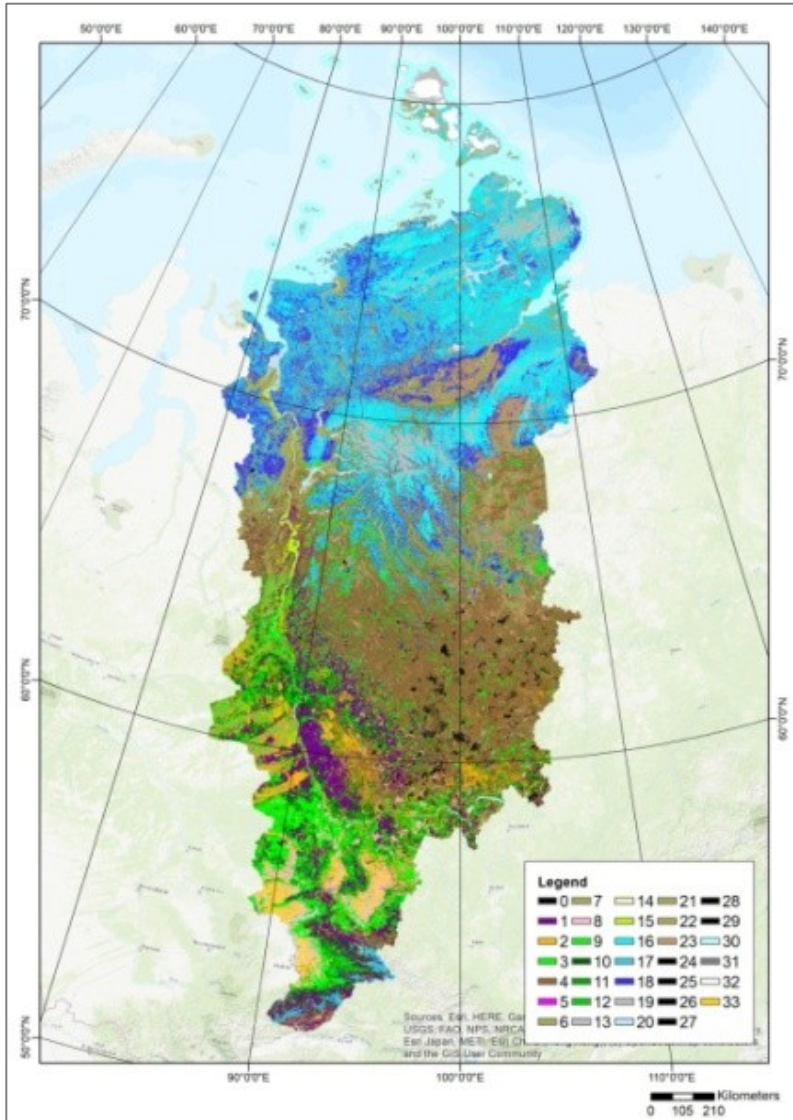
- Леса оказывают значительное влияние на формирование климата нашей страны. Важной задачей современного лесного хозяйства России является обнаружение зависимостей расположения лесных пожаров от объектов инфраструктуры, в первую очередь – от населенных пунктов и дорог.
- Инфраструктурное зонирование необходимо для представления пространственных различий и регулирования развития территории региона.
- Целью предлагаемой работы является разработка методики зонирования по инфраструктурной нагрузке для последующего определения связей с лесными пожарами. Для реализации поставленной цели необходимо решить задачи (1) выбора ГИС-метода соотнесения данных по инфраструктуре с имеющимися категориями зон охраны лесов в России и (2) классификации региона по инфраструктурной нагрузке.



<https://t.me/forestforum/3703>

Работа продолжает серию публикаций по транспортному моделированию в лесном хозяйстве Лаборатории мониторинга лесных экосистем Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ РАН)

Типы растительности (данные MODIS)



- Красноярский край как территория с постоянной многолетней пожарной активностью в лесах выбран как объект исследования. Это один из самых больших по площади субъектов административно-территориального деления России со значительным разнообразием условий климата, роста леса и экономического развития.
- Основой для анализа инфраструктурных данных является растр растительности MODIS, размер пикселя которого принят за исходный для регулярной сети ячеек Красноярского края.
- Ранее авторами в работах (*, **) был выбран оптимальный для этого региона размер ячейки, составляющий 24 км.

* Подольская Е.С., Ершов Д.В., Ковганко К.А. Изучение связей урбанизации и ежегодной горимости лесов Красноярского края // Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию ЦЭПЛ РАН. М.: ЦЭПЛ РАН, 2022. С. 286–288.

** Подольская Е.С., Ершов Д.В., Ковганко К.А. Зонирование лесов Красноярского края на основе данных по инфраструктуре и лесным пожарам // Материалы IX Междунар. науч. конф. Красноярск, 13–16 сентября 2022 г. / науч. ред. Е. А. Ваганов; отв. ред. Г. М. Цибульский. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. С. 126–129.


Населенные пункты и дорожная сеть Красноярского края

Источником инфраструктурных данных по населенным пунктам и дорогам являются актуальные цифровые слои проекта Open Street Map (OSM)

Отношение:
Красноярский край (190090)
Версия #220
added translation to name:uk tag, no other changes were made
Редактировал 15 дней назад [avinet_ua](#)
Пакет правок #135670954

Теги

ISO3166-2	RU-KYA
addr:country	RU
admin_level	4
boundary	administrative
gost_7.67-2003	РОФ-КРХ
int_ref	RU-KYA
is_in:continent	Asia
is_in:country	Russia



500 km
300 mi

Набор данных OSM

Населенные пункты

- + more than 100 000
- + 10 000 - 100 000
- + 1 000 - 10 000
- + less than 1 000

Автомобильные дороги

- + федерального значения
- + регионального значения
- + областного значения
- + районного значения
- + местного значения
- + сельскохозяйственного назначения

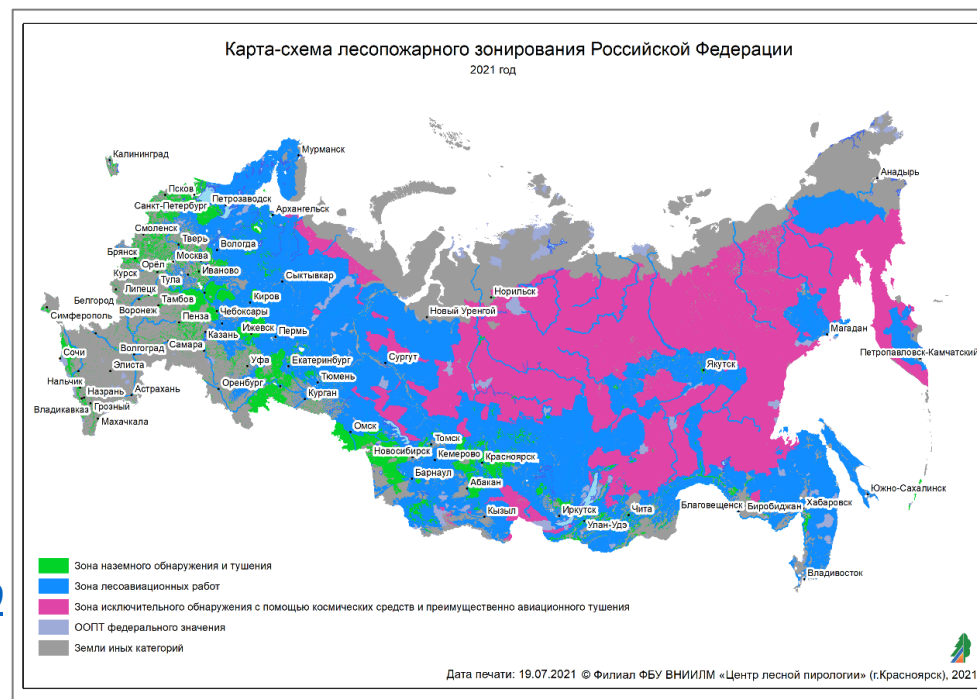
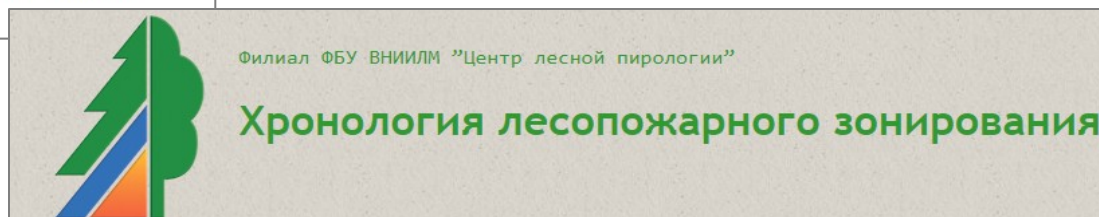
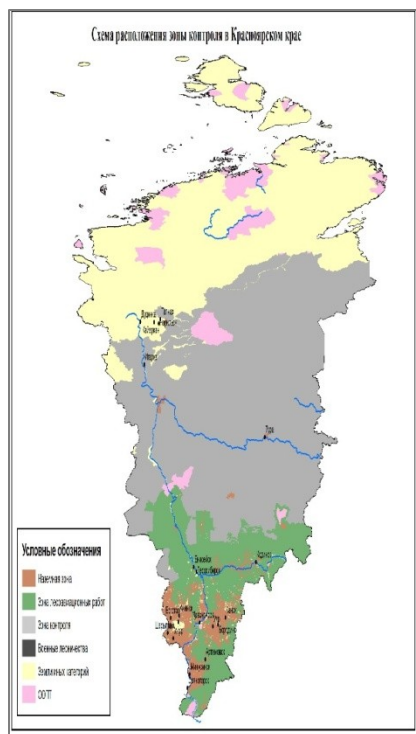
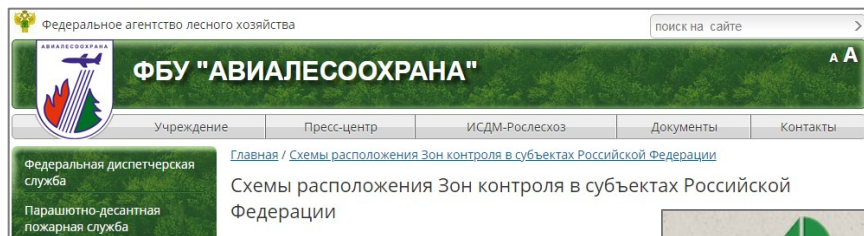
<https://www.openstreetmap.org/relation/190090#map=3/70.99/158.03>

<https://www.openstreetmap.org/>

Лесопожарное зонирование в России



Лесной Кодекс Российской Федерации 2007 г. с редакциями
<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102110364>
<https://docs.cntd.ru/document/420361622>



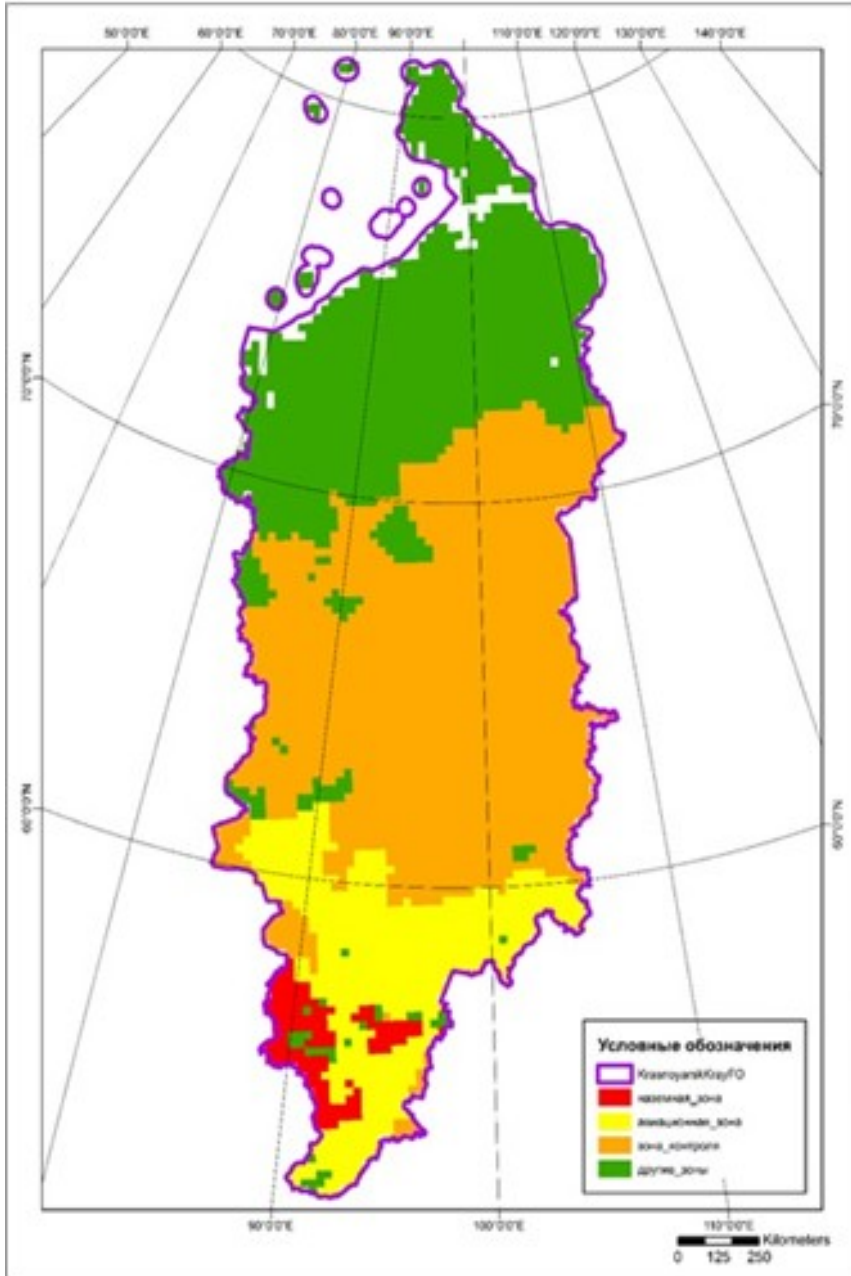
Проанализировав основные аспекты современной организации обнаружения и тушения пожаров, следует признать, что подход к зонированию и методическому обеспечению принятия решения о целесообразности осуществления работ по тушению в «зонах контроля» требует более тщательного обоснования.

*Жаринов С.Н., Голубева Е.И., Зимин М.В.
Концептуальные основы организации охраны лесов от пожаров // Вопросы лесной науки. 2020. Т 3. № 3. С. 1-8.*

<https://aviales.ru/default.aspx?textpage=229>

<https://firescience.ru/news/2021/07/zonirovanie.png>

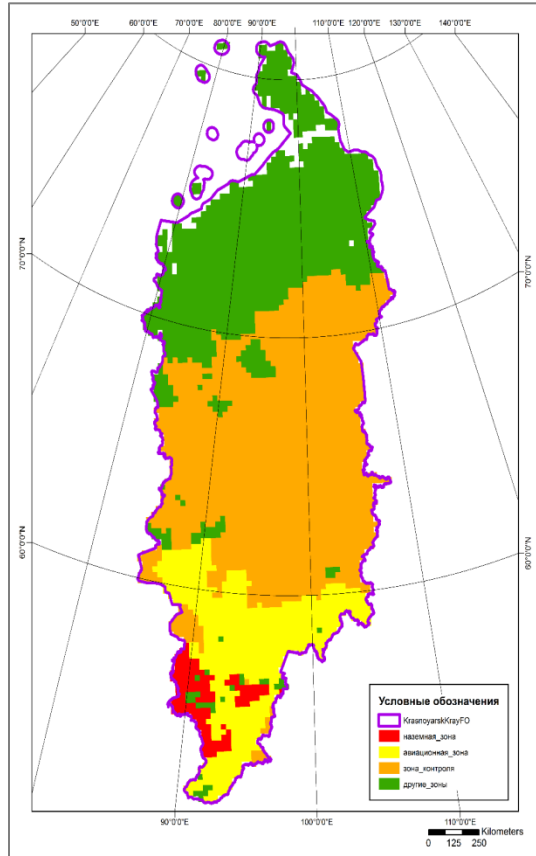
VII Всероссийская научно-техническая конференция
“Леса России: политика, промышленность, наука, образование”
24–26 мая 2023 г., Санкт-Петербург, Россия



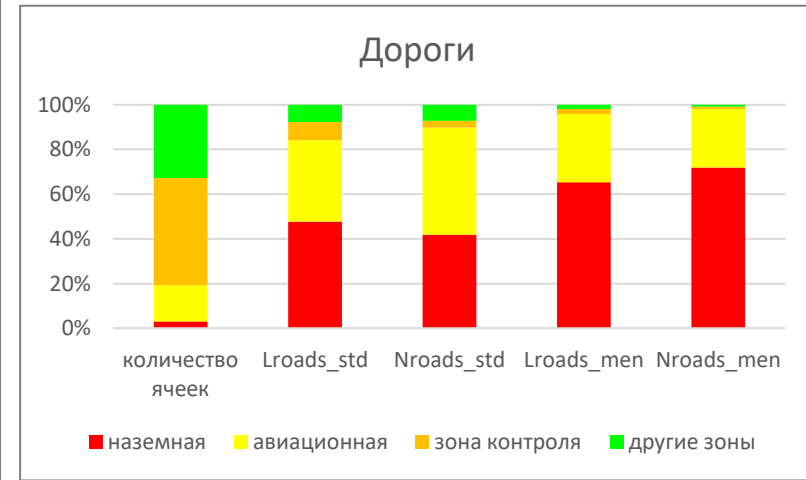
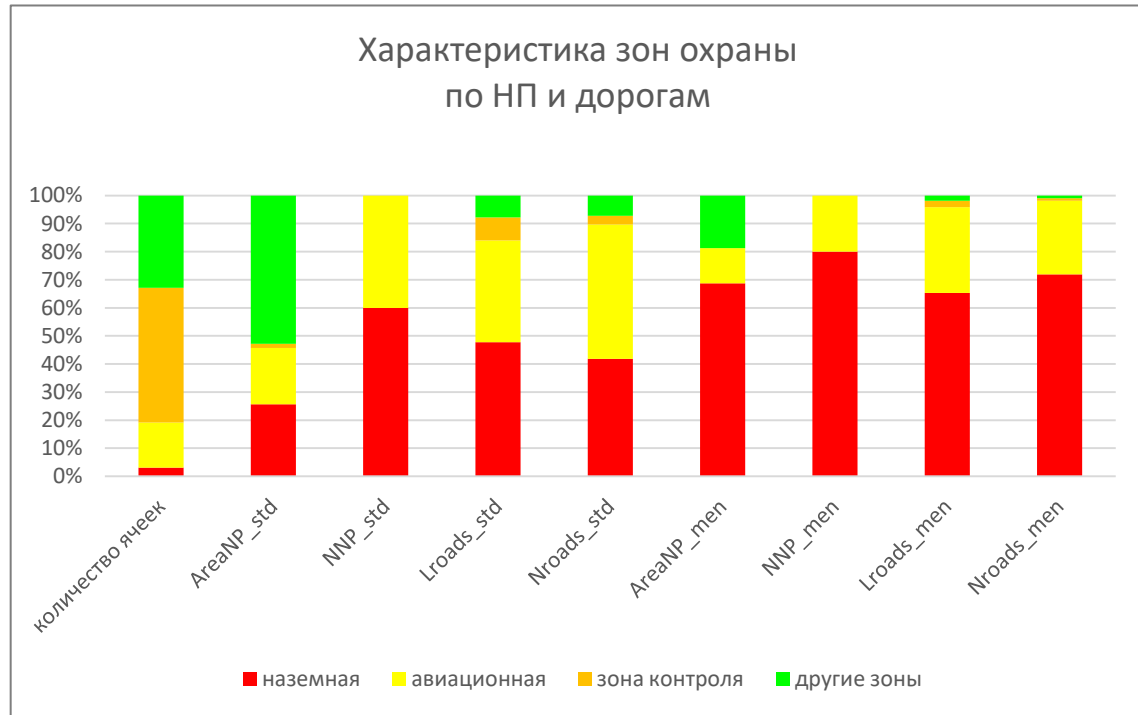
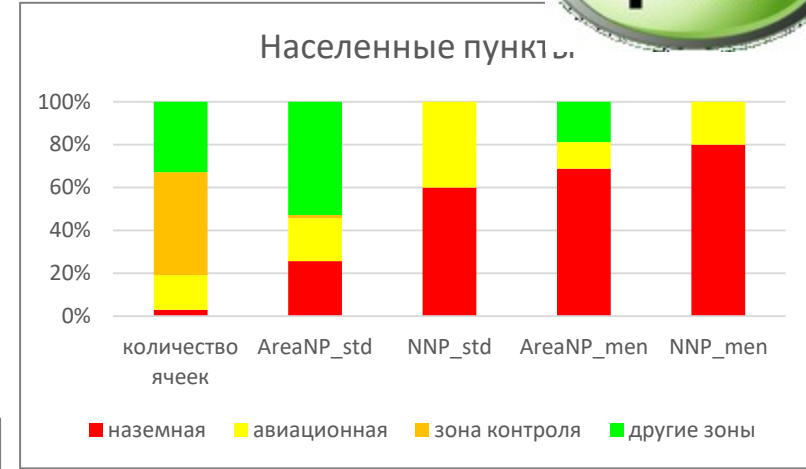
- Пространственная геометрия существующих зон охраны лесов от лесных пожаров в регионах не всегда отвечает современному уровню развития и динамике изменений инфраструктуры населенных пунктов и дорог.
- Предлагаемая методика зонирования состоит в переходе от уровней зон охраны лесов лесного хозяйства к зонам инфраструктурной нагрузки.
- Методика включает несколько последовательных этапов. Первым этапом зонирования является соотнесение данных по инфраструктуре с имеющимися категориями зон охраны, которыми для российской лесной практики являются следующие: наземная зона, зона авиационных работ, зона контроля и земли иных категорий охраны, к которым были отнесены все остальные типы зон.



Исходные зоны охраны



	наземная	авиационная	зона контроля	другие зоны
количество ячеек	131	683	2035	1393
AreaNP_std	18	14	1	37
NNP_std	3	2	0	0
Lroads_std	122389	92735	21171	19846
Nroads_std	110	126	8	19
AreaNP_men	11	2	0	3
NNP_men	4	1	0	0
Lroads_men	115841	54080	4132	3292
Nroads_men	77	28	1	1



Отдельно

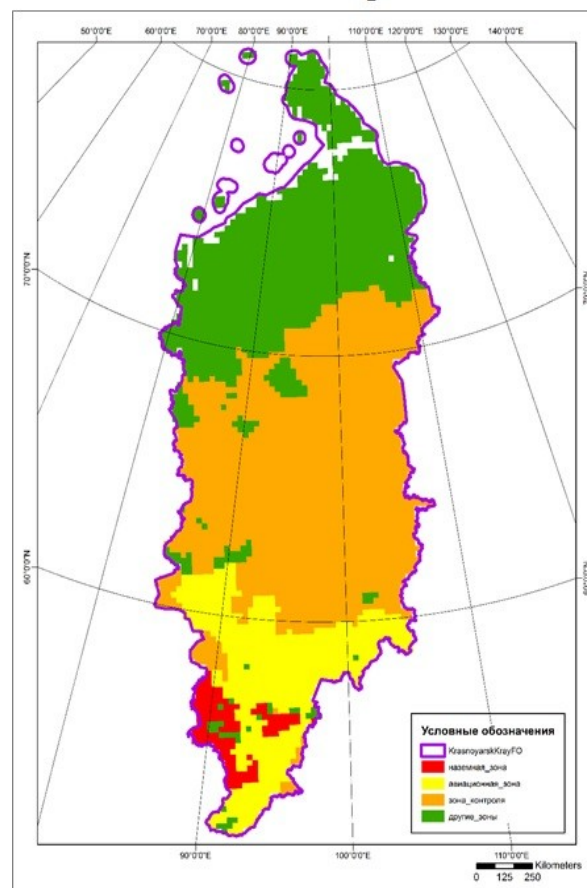
Суммарно

Результат зонирования для Красноярского края

- Расчеты среднего (mean) и среднеквадратичного отклонения (std) для количеств населенных пунктов площадного типа и дорог, а также длин дорог в пределах сетки ячеек.
- Получение растра карты зон нагрузки при помощи ГИС-инструмента, реализующего алгоритм машинного обучения случайных лесов (Random Trees).
- Была принята следующая классификация по нагрузке:
 - 1-без нагрузки (нет дорог и населенных пунктов),
 - 2-низкая,
 - 3-средняя
 - и 4-высокая.
- Оценка точности полученной обучающей выборки для Красноярского края (Cross Validation Rate) составила величину 0.994871.

Переход от зон охраны лесов к зонам нагрузки по населенным пунктам и дорогам

Исходные зоны охраны лесов

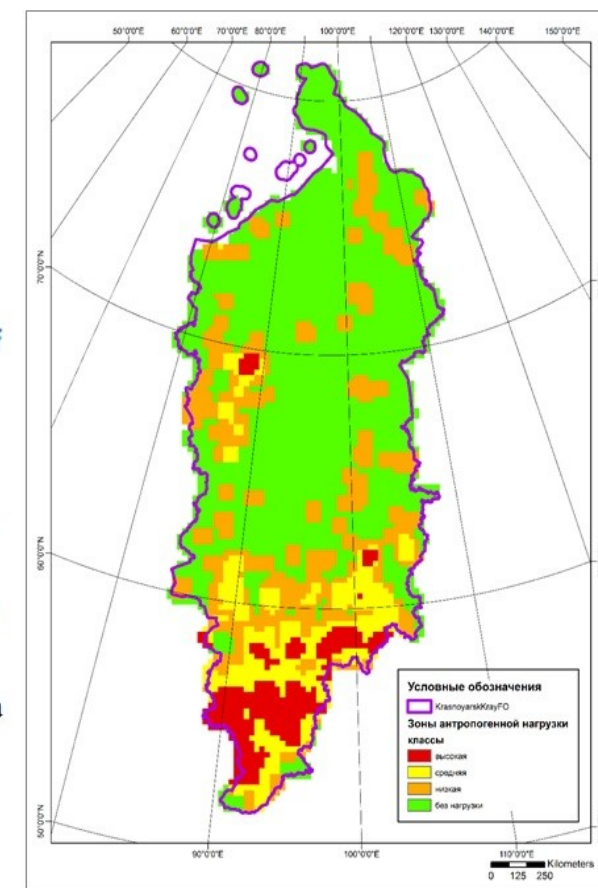


Вычисление
MEAN+STD
по НП и дорогам

- AreaNPSTD.tif
- AreaNPmean.tif
- NNPSTD.tif
- NNPmean.tif
- LroadsSTD.tif
- Lroadsmean.tif
- NroadsSTD.tif
- Nroadsmean.tif

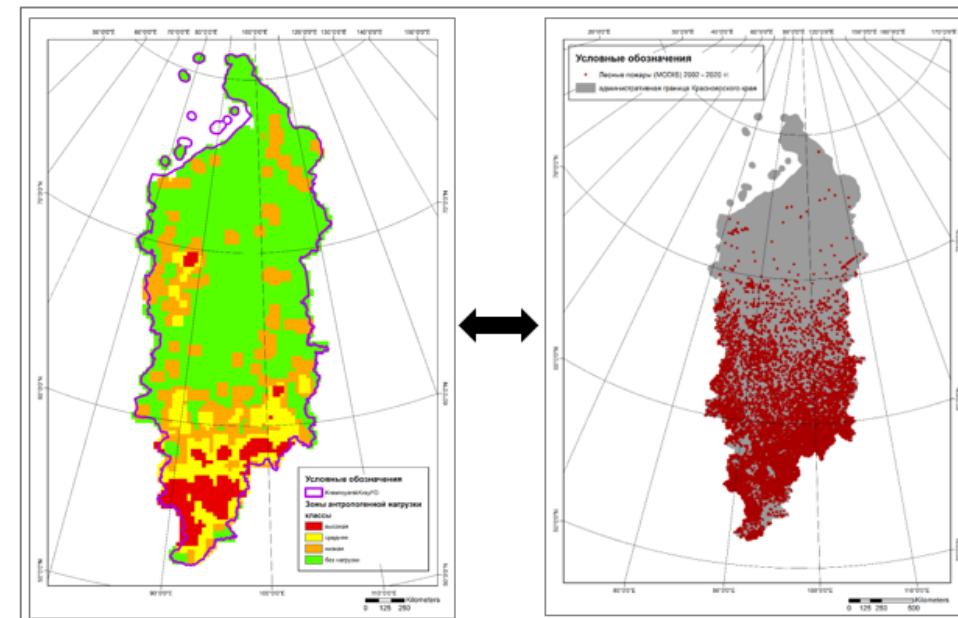
Получение 8ми
канального растра
по НП и дорогам

Зоны инфраструктурной нагрузки



Заключение и ведущиеся исследования

- Результаты зонирования по нагрузке затем связываются с пожарной опасностью (статистика лесных пожаров, детектированных по MODIS) и расположением пожарно-химических станций (ПХС) для оценки влияния инфраструктуры на горимость лесов.
- Сбор статистики данных по ячейкам построенной сетки выполняется по архивным данным о лесных пожарах 2002-2022 гг. на основе набора метрик по количеству пожаров, площади, пройденной огнем, времени горения и количеству ПХС. Таким образом, получаем количественную характеристику каждой ячейки регулярной сети по горимости, инфраструктурной нагрузке и наличию ПХС.
- Следующим шагом методики является использование алгоритма классификации «Случайные леса» (Random Trees) для оценки эффективности размещения ПХС с учетом горимости лесов и инфраструктурной нагрузки за счет поиска отклонения значений горимости лесов относительно использованного набора метрик по пожарам и по инфраструктурной нагрузке. Помимо оценки пространственного расположения существующих ПХС формируются предложения по изменению местоположений станций.



Благодарности:

База данных транспортной доступности к очагам лесных пожаров, детектированных по спутниковым данным, подготовлена при поддержке Важнейшего инновационного проекта государственного значения "Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6)



Сайт проекта: <https://ritm-c.ru/>

Исследования выполнены в рамках темы Государственного задания «Методические подходы к оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем», регистрационный номер №121121600118-8.



- Андреев Ю. А. Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах: диссертация ... доктора технических наук: 05.26.03. Москва, 2003. 333 с.
- Бычков В. А., Сухинин А. И. Определение зоны интенсивной противопожарной профилактики вблизи населенных пунктов в Красноярском крае // Технологии гражданской безопасности. 2004. № 4 (8). С. 88–91.
- Губанова Е. С., Клещ В. С. Зонирование как инструмент регулирования социально-экономического развития региона // Проблемы развития территории. 2019. № 5 (103). С. 109–123. DOI: 10.15838/ptd.2019.5.103.7
- Дударева О. В., Королева А. В. Районирование территории по степени опасности возникновения лесных пожаров (на примере Южного Приангарья) // Вестник ИрГТУ. 2014. №7 (90). С. 38–43.
- Жаринов С. Н., Голубева Е. И., Зимин М. В. Концептуальные основы организации охраны лесов от пожаров // Вопросы лесной науки. 2020. Т 3. № 3. С. 1–8.
- Зубарева А. Е., Перминов В. А. Анализ статистических данных по лесным пожарам в Томской области // Вестник науки Сибири. 2014. № 1 (11). С. 25–33.
- Зубарева А. М. Ключевые критерии пирологического районирования территории на региональном уровне // Региональные проблемы. 2020. Т. 23. № 3. С. 21–25. DOI 10.31433/2618-9593-2020-23-3-21-25
- Коршунов Н. А., Савченкова В. А., Перминов А. В., Калинин М. С. Оценка состояния лесопожарной системы страны // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. 2019. № 3. С. 82–93. <http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.07>
- Куликова О. В. Отдельные аспекты охраны лесов от пожаров // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2018. № 3 (122). С. 222–228.
- Провин К. Н., Рыморев М. В., Савченкова В. А. Оценка факторов, влияющих на установление зоны контроля лесных пожаров на территории субъектов Российской Федерации // Лесное хозяйство. 2021. № 2 (63). С. 106–113.
- Шпаковский Ю. Г. Современные проблемы правового регулирования охраны лесов от пожаров // Lex Russica (Русский закон). 2018. № 1 (134). С. 43–56. DOI: 10.17803/1729-5920.2018.134.1.043-056

Группа по решению транспортной задачи в лесном хозяйстве

Лаборатория мониторинга лесных экосистем

ЦЭПЛ РАН, Москва, Россия

Моделирование наземного доступа к лесным пожарам и ресурсам леса

<http://cepl.rssi.ru/transport-modeling/>

Екатерина Сергеевна Подольская

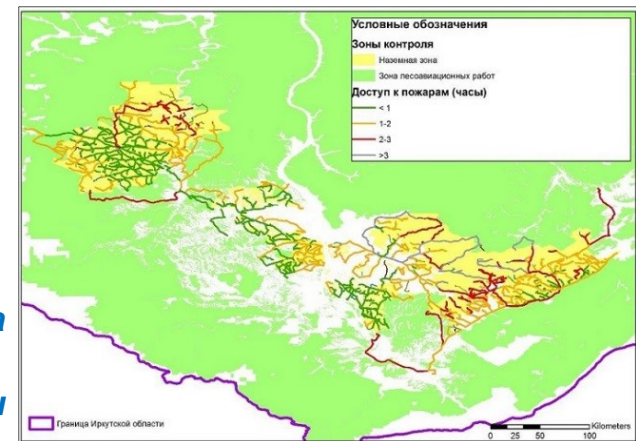
(podols_kate@mail.ru)

Дмитрий Владимирович Ершов,

Константин Александрович Ковганко

- Подольская Е. С., Ершов Д. В., Ковганко К. А. Зонирование лесов Красноярского края на основе данных по инфраструктуре и лесным пожарам // Материалы IX Междунар. науч. конф. Красноярск, 13–16 сентября 2022 г. / науч. ред. Е. А. Ваганов; отв. ред. Г. М. Цибульский. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. С. 126 – 129. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49701359&pff=1>
- Подольская Е. С., Ершов Д. В., Ковганко К. А. Изучение связей урбанизации и ежегодной горимости лесов Красноярского края // Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию ЦЭПЛ РАН. М.: ЦЭПЛ РАН, 2022. С. 284 - 287.
- Ковганко К. А., Подольская Е. С., Ершов Д. В. База геоданных маршрутов наземного доступа от ПХС к местам лесных пожаров Сибирского Федерального округа за 2002 год (БДКМ СибФО-2002). Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022622682. 2022.
- Подольская Е. С., Ершов Д. В., Ковганко К. А. Геоинформационные методы оценки транспортной доступности лесных ресурсов в интересах лесопользования, лесовосстановления, охраны и защиты // Биоразнообразие и функционирование лесных экосистем / Под ред. чл.-корр. РАН Н. В. Лукиной. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2021. С. 261–277.
- Подольская Е.С. Обзор опыта решения задач транспортного моделирования в лесном хозяйстве // Вопросы лесной науки. Т. 4. № 4. 2021. С. 1-32. DOI 10.31509/2658-607x-2021-44-92.
- Akay A. E., Podolskaia E. S., Uçar Z. Effects of Improving Forest Road Standards on Shortening the Arrival Time of Ground-based Firefighting Teams Accessing to the Forest Fires // European Journal of Forest Engineering. 2021, 7(1):32-38. <https://doi.org/10.33904/ejfe.952174>.

**Карта маршрутов движения специального транспорта
(архив данных по лесным пожарам 2002 – 2017 гг.)
в зоне наземной охраны Иркутской области**



VII Всероссийская научно-техническая конференция
“Леса России: политика, промышленность, наука, образование”

24–26 мая 2023 г., Санкт-Петербург, Россия