

Пространственная оценка современных пожарных режимов лесных экосистем России

Д.В. Ершов, А.С. Плотникова, А.О. Харитонова, П.П. Шуляк



Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, 117997, Россия

Институт космических исследований РАН, Москва, 117997, Россия

Актуальность

Лесные пожары являются мощным фактором трансформации лесных экосистем, что в долгосрочной перспективе приводит к изменению гидрологического режима территории, потере почвенного плодородия, уменьшению биологической продуктивности, сокращению видового и ландшафтного разнообразия, а также к изменению климата.

Определение пожарных режимов на разных пространственных уровнях позволит приблизиться к пониманию и прогнозированию потенциальных взаимодействий между природными пожарами и климатом.

Актуальность определения современных пожарных режимов лесных экосистем России связана с возрастанием в последнее время разрушительной силы лесных пожаров (Барталев и др., 2015; Швиденко, Щепашенко, 2013). Причину увеличения пирогенной гибели лесов России Швиденко А.З. и Щепашенко Д.Г. видят в изменении пожарных режимов за счет усиливающейся частоты катастрофических пожаров.



Пожарный режим лесной экосистемы

- характеристика экосистемы, определяющая степень воздействия на нее огня, в результате которого происходит полное или частичное изменение состояния и видового разнообразия растительности на многие годы (*Agee, 1993*).
- исторически сложившийся процесс, определяющий условия возникновения, распространения и развития пожаров и их длительно-временные последствия в лесных экосистемах (*Валендик, Иванова, 2001*).
- совокупность пирологических показателей, количественно и качественно характеризующих условия возникновения и пространственно-временного распространения лесных пожаров и их последствия, обусловленные климатическими, лесорастительными, геоморфологическими и антропогенными условиями, которые свойственны зонально-географическим особенностям того или иного экорегиона (*Шешуков и др., 2008*).
- регионально обусловленные устойчивые сочетания типов, распространенности, частоты и интенсивности лесных пожаров, определяющие степень разрушения лесных биогеоценозов и послепожарную динамику их восстановления (*Швиденко, Щепаченко, 2013*).



Цель и задачи исследования

Целью исследования: изучение возможности применения классификации LANDFIRE для оценки и картографирования современных пожарных режимов лесных экосистем России.

Задачи:

1. Обзор зарубежных схем классификаций пожарных режимов (Heinselman, Kilgore, Frost, Brown and Smith, Hardy, Morgan, Barrett)
2. Изучение методики классификации пожарных режимов LANDFIRE
3. Выбор пространственной единицы картографирования пожарных режимов на федеральном уровне
4. Сбор многолетних данных о лесных пожарах, зарегистрированных на территории России
5. Определение пожарных режимов лесных экосистем в границах выделенных пространственных единиц согласно классификации LANDFIRE
6. Статистический анализ распределения пожарных режимов на территории России



Классификация пожарных режимов	Количество классов	Описание
Heinselman (<i>Heinselman, 1973</i>)	7	Пожарные режимы выделяются отдельно для низовых и верховых пожаров на основе их частоты и интенсивности.
Kilgore (<i>Kilgore, 1981</i>)	6	Усовершенствованная классификация Heinselman. Добавлена категория с доминированием низовых пожаров малой интенсивности и редкими пожарами высокой интенсивности со сменой на другой вид растительности (stand-replacement пожары).
Frost (<i>Frost, 1998</i>)	30	Классификация основана на: периодичности пожарных интервалов, преобладающем сезоне горения, частоте возникновения пожаров, влиянии пожаров на экосистему.
“flora volume” (<i>Brown and Smith, 2000</i>)	4	Базовые пожарные режимы: пожары подлеска (для лесных экосистем); stand-replacement пожары (для любого типа растительности); пожары смешанной степени повреждения (для лесных экосистем); без пожаров.
Hardy & Others (<i>Hardy et al., 1998</i>)	6	Классификация основана на: периоде повторяемости пожаров и степени повреждения растительности от них.
Morgan & Others (<i>Morgan et al., 2001</i>)	5	Классы пожарных режимов: нелетальные пожары в лесах; нелетальные пожары в кустарниках; stand-replacement пожары в лесных и кустарниковых экосистемах; пожары смешанной степени повреждения в лесах; редкие возгорания, что соответствует классу без возгораний у Hardy.
LANDFIRE (<i>Barrett et al., 2010</i>)	5	Обновленная классификация Hardy. Периоды повторяемости пожаров: 0-35 лет; 36-200 лет; более 200 лет. Степень повреждения экосистем пожарами - низкая, смешанная, высокая.

Программа LANDFIRE



LANDFIRE (Landscape Fire and Resource Management Planning Tools)

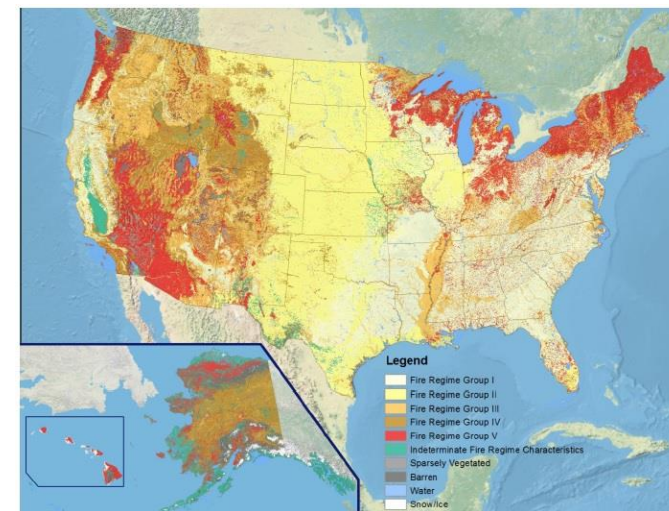
– национальная программа США по борьбе с природными пожарами.

История создания программы LANDFIRE начинается в 2000 году с поручения президента США по разработке рекомендаций по тушению и уменьшению последствий природных пожаров, а также обеспечению достаточного потенциала для борьбы с лесными пожарами в будущем.

В США была создана Национальная стратегия по борьбе с лесными пожарами, восстановлению и поддержанию устойчивости ландшафтов (National Cohesive Wildland Fire Management Strategy).

В 2002 году был создан прототип LANDFIRE и в 2004 году WFLC официально запустила программу в эксплуатацию. В настоящее время LANDFIRE создает последовательные, комплексные геопространственные базы данных, описывающие растительность, горючие материалы и пожарные режимы на территории США.

- Совместная программа Министерства сельского и лесного хозяйства США и Министерства внутренних дел США под руководством Совета по управлению лесными пожарами (Wildland Fire Leadership Council, WFLC).
- В настоящее время LANDFIRE создает последовательные, комплексные геопространственные базы данных, описывающие растительность, горючие материалы и пожарные режимы на территории США.
- Предоставляет данные для стратегического планирования управления природными ресурсами и борьбы с лесными пожарами.
- <https://www.landfire.gov>



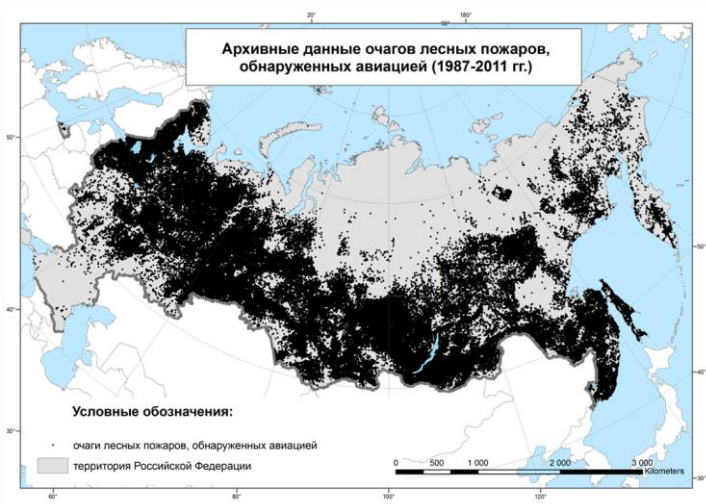
Классификация пожарных режимов LANDFIRE*

Группа	Период повторяемости пожаров	Степень повреждения	Описание степени повреждения
I	0-35 лет	Низкая, смешанная	В основном пожары с низкой степенью повреждения, приводящие к смене менее 25% доминирующего типа растительности. Могут встречаться пожары со смешанной степенью повреждения, которые приводят к смене до 75% растительности.
II	0-35 лет	Смена породного состава	Пожары с высокой степенью повреждения, приводящие к смене более чем 75% доминирующего типа растительности.
III	36-200 лет	Низкая, смешанная	Преимущественно пожары со смешанной степенью повреждения. Также могут встречаться пожары с низкой степенью повреждения.
IV	36-200 лет	Смена породного состава	Пожары с высокой степенью повреждения
V	Более 200 лет	Смена породного состава, любая степень повреждения	Преимущественно пожары, приводящие к смене доминирующего растительности. Однако, могут встречаться пожары различной степени повреждения

* Barrett et al., 2010



Исходные данные о пожарах



Архивные данные авиационной службы охраны лесов от пожаров (1987-2011 гг.)



Многолетние данные спутникового мониторинга природных пожаров (2000-2016 гг.)



<http://sci-vega.ru/>



Ежегодно обновляемые многолетние данные о степени повреждения лесов России пожарами (2006-2016 гг.)



Данные о растительном покрове

Карта растительного покрова России
TerraNorte RLC



Пространственной единицей картографирования пожарных режимов выбран полигон карты растительности, содержащей лесные классы:

- ✓ Темнохвойные вечнозеленые;
- ✓ Светлохвойные вечнозеленые;
- ✓ Лиственные;
- ✓ Смешанные с преобладанием хвойных;
- ✓ Смешанные;
- ✓ Смешанные с преобладанием лиственных;
- ✓ Лиственничные;
- ✓ Редины лиственничные

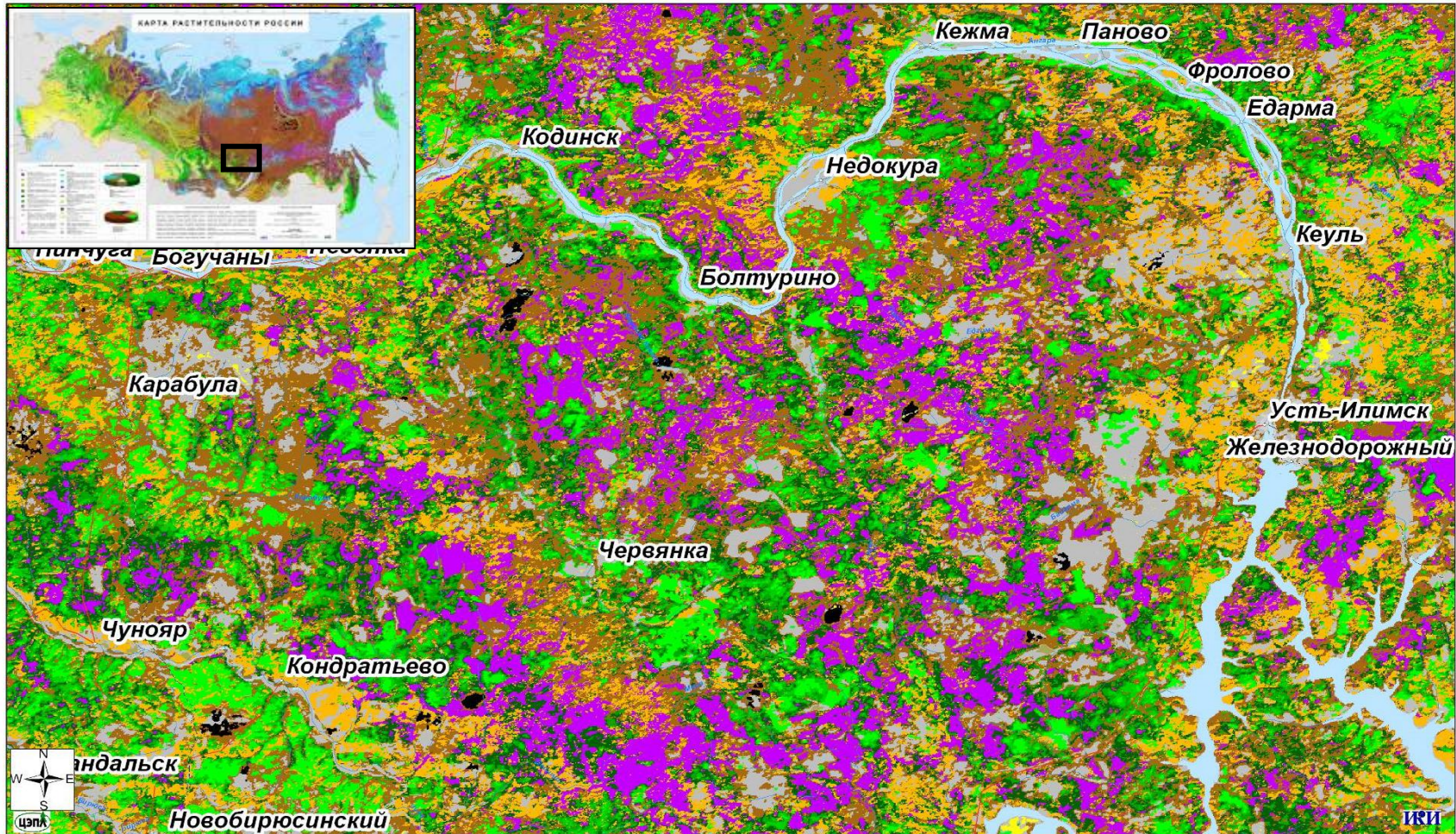
Карта растительного покрова TerraNorte RLC (2005 г.) с пространственным разрешением 250 метров (Барталев и др., 2011).

Последовательность оценки современных пожарных режимов лесных экосистем

- ❖ Выбор пространственной единицы оценки пожарных режимов
- ❖ Определение современного периода повторяемости пожаров
- ❖ Определение преобладающей степени повреждения
- ❖ Классификация и картографирование пожарных режимов пространственных единиц в соответствии со схемой LANDFIRE



Пространственная единица – каждый участок лесного класса карты растительности TerraNorte RLC

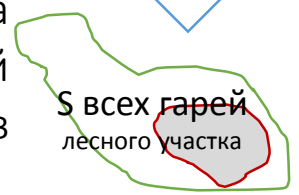
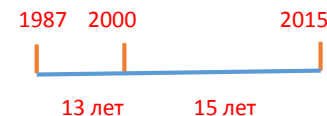


Определение современного периода повторяемости пожаров



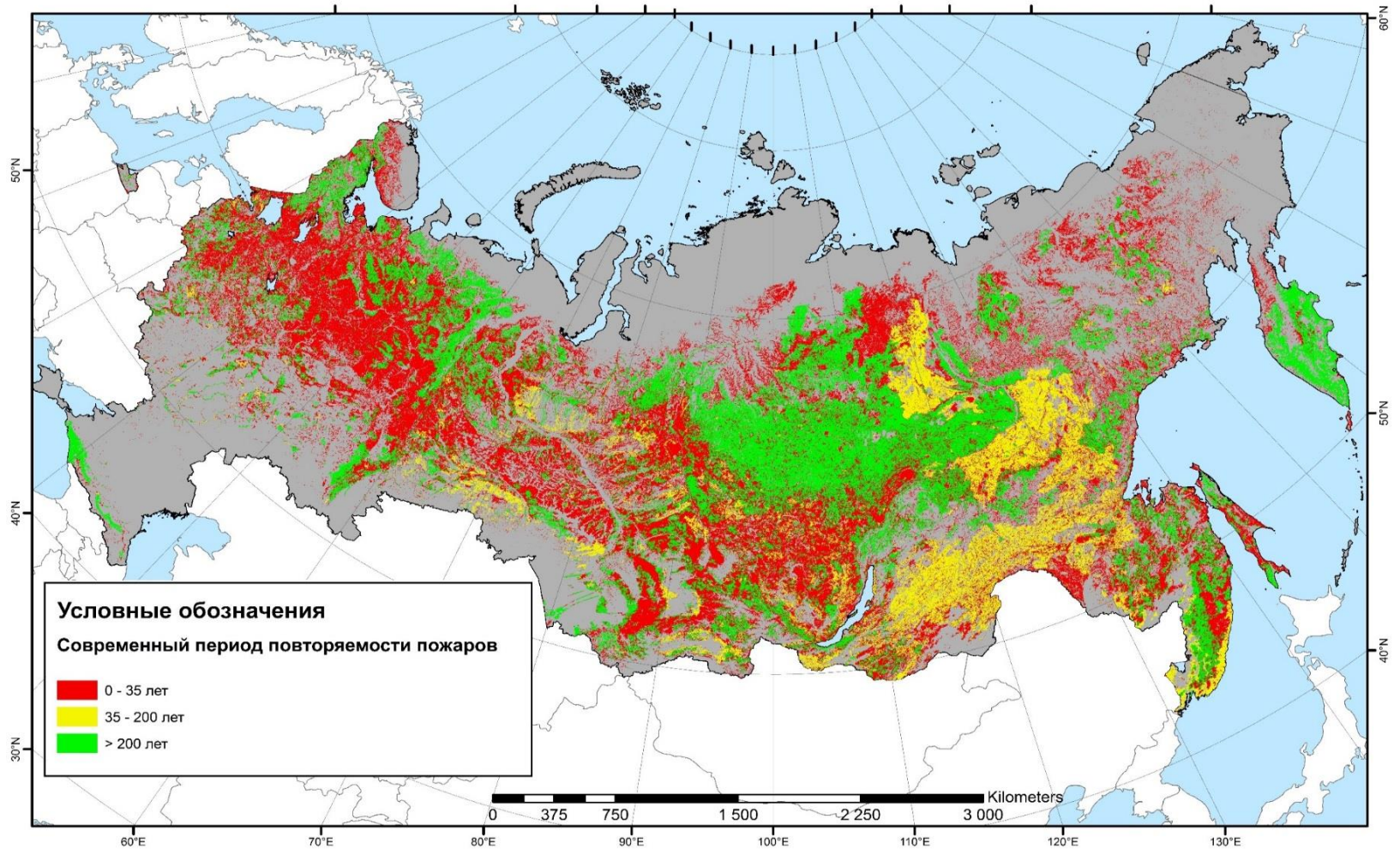
Эталонный период: 1987-2016 гг.

Современный период: 2006-2016 гг.



- ❖ Вычисление эталонного (исторического) периода повторяемости пожаров – среднее число лет между пожарами (rMFI)
- ❖ Определение средней ежегодной пройденной огнем площади за эталонный интервал - отношение площади пространственной единицы (лесного участка) к среднему числу лет между пожарами rMFI
- ❖ Оценка средней ежегодной пройденной огнем площади за современный интервал – отношение пройденной огнем лесной площади за современный интервал к числу лет в этом интервале (в нашем случае 11 лет за период с 2006 по 2016 гг.)
- ❖ Вычисление корректирующего коэффициента – отношение средней ежегодной пройденной огнем площади за эталонный интервал к средней ежегодной пройденной огнем площади за современный интервал
- ❖ Определение современного периода повторяемости пожаров (сMFI) – произведение rMFI на корректирующий коэффициент

КАРТА СОВРЕМЕННОГО ПЕРИОДА ПОВТОРЯЕМОСТИ ПОЖАРОВ

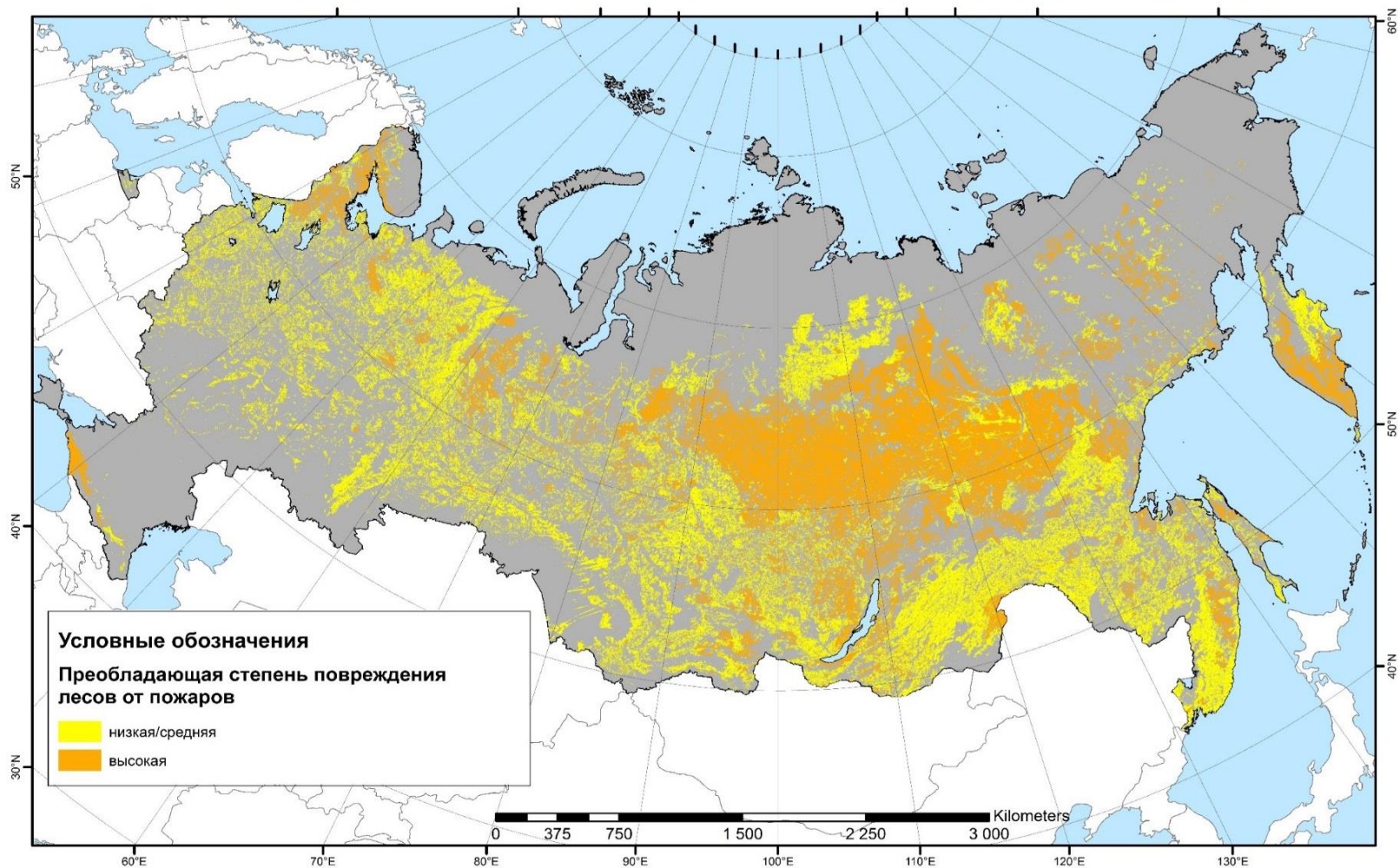


Определение преобладающей степени повреждения

- ❖ Объединение четырех классов степени повреждения в 2 класса:
 - Низкая степень пирогенного повреждения из (слабоповрежденные/ослабленные и сильно ослабленные леса),
 - Высокая степень пирогенного повреждения из (усыхающие и погибшие)
- ❖ Вычисление суммарных площадей 2-х классов в границах пространственных единиц
- ❖ Определение преобладающей по площади степени повреждения
- ❖ Вычисление суммарной площади верхового и низового пожара по авиационным данным для пространственных единиц, на территории которых отсутствуют данные о степени пирогенного повреждения по спутниковым данным



Карта преобладающей степени повреждения от пожаров



Классификация пожарных режимов LANDFIRE*

Группа	Период повторяемости пожаров	Степень повреждения	Описание степени повреждения
I	0-35 лет	Низкая, смешанная	В основном пожары с низкой степенью повреждения, приводящие к смене менее 25% доминирующего типа растительности. Могут встречаться пожары со смешанной степенью повреждения, которые приводят к смене до 75% растительности.
II	0-35 лет	Смена породного состава	Пожары с высокой степенью повреждения, приводящие к смене более чем 75% доминирующего типа растительности.
III	36-200 лет	Низкая, смешанная	Преимущественно пожары со смешанной степенью повреждения. Также могут встречаться пожары с низкой степенью повреждения.
IV	36-200 лет	Смена породного состава	Пожары с высокой степенью повреждения
V	Более 200 лет	Смена породного состава, любая степень повреждения	Преимущественно пожары, приводящие к смене доминирующего растительности. Однако, могут встречаться пожары различной степени повреждения

* Barrett et al., 2010



Карта современных пожарных режимов лесных экосистем России



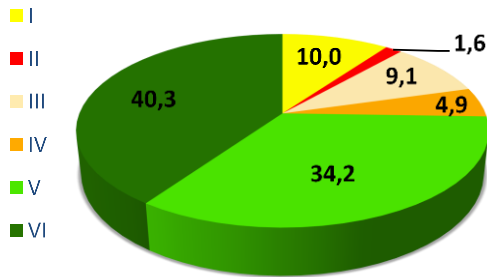
Статистический анализ распространения пожарных режимов на территории России

Условные обозначения

Пожарные режимы лесных экосистем (период повторяемости пожаров, степень повреждения)

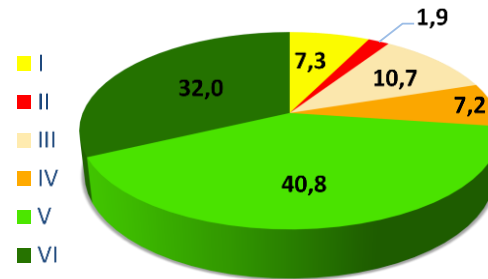
- I (0- 35 лет, низкая/смешанная)
- II (0-35 лет, смена породного состава)
- III (35-200 лет, смешанная/низкая)
- IV (35-200 лет, смена породного состава)
- V (>200 лет, смена породного состава, любая степень повреждения)
- нет пожаров

Все леса



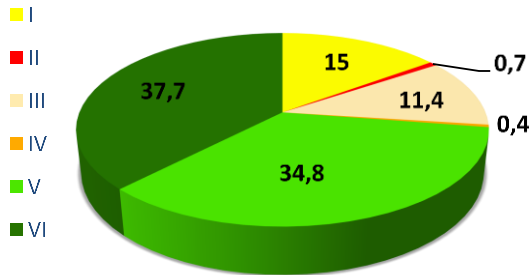
(а)

Хвойные леса



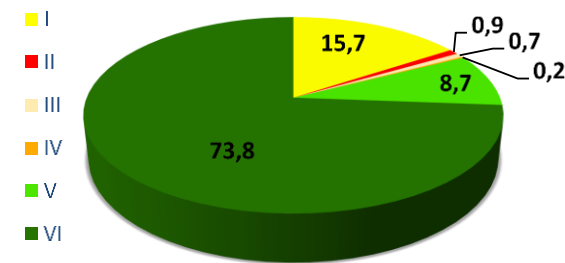
(б)

Лиственные леса



(в)

Смешанные леса



(г)



Статистический анализ распространения пожарных режимов на территории США

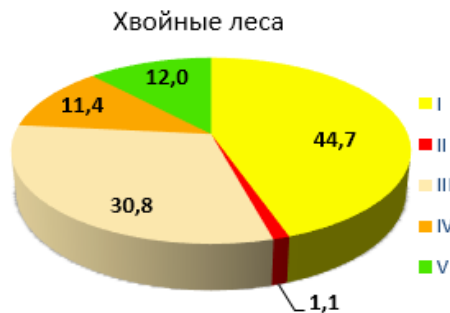
Условные обозначения

Пожарные режимы лесных экосистем (период повторяемости пожаров, степень повреждения)

- I (0- 35 лет, низкая/смешанная)
- II (0-35 лет, смена породного состава)
- III (35-200 лет, смешанная/низкая)
- IV (35-200 лет, смена породного состава)
- V (>200 лет, смена породного состава, любая степень повреждения)



(а)



(б)



(в)



(г)

Заключение

Проведенное исследование показало, что для картографирования пожарных режимов всей территории лесных экосистем России в соответствии с подходом LANDFIRE необходимо расширение эталонного интервала оценки периода повторяемости пожаров.

Одним из возможных путей расширения временного интервала является использование исторических данных дендрохронологии и долгосрочных архивов спутниковых наблюдений. В частности, на территорию России доступны данные о годичной хронологии роста деревьев из международной открытой БД по дендрохронологии.

Кроме того, есть результаты дендрохронологических исследований на различных локальных территориях – например, республики Коми (Drobyshev et al., 2004) и Центральной Сибири (Ваганов и др., 1999; Tautenhahn et al., 2016).

Однако, необходимо разработать методы и систему сбора данных для восстановления исторических пожарных режимов на всей территории России.

Наиболее перспективным является внедрение методов в систему национальной инвентаризации с использованием регулярных сетей, спроектированных с помощью спутниковых тематических продуктов.



Спасибо за внимание!



Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Центр по проблемам экологии и
продуктивности лесов Российской
академии наук (ЦЭПЛ РАН)

Ершов Дмитрий Владимирович

кандидат технических наук,
заместитель директора

117997, Москва, ул.
Профсоюзная, д. 84/32
e-mail: ershov@ifi.rssi.ru

Моб. тел.: +7 (903) 7958246
Раб. тел.: +7 (499) 7430025
Факс: +7 (499) 7430016

Исследование выполнено в рамках Программы 15 Президиума РАН «Природные катастрофы и адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики» и ГП 0110-2017-0001 «Развитие методических подходов к дистанционному мониторингу ресурсного потенциала и экологического состояния лесных экосистем».

