

The evaluation of the living condition of the dominant forest species in Central Siberia after the surface wildfires of various intensity.

Оценка жизненного состояния основных лесообразующих пород Центральной Сибири после низовых пожаров разной интенсивности.

**enviromis**  
**2016**

INTERNATIONAL CONFERENCE  
and Early Career Scientists School  
on Environmental Observations, Modeling and Information Systems

11-16 июля 2016 года,  
Томск, Россия

July 11-16, 2016,  
Tomsk, Russia

**Bryukhanov A.V., Panov A.V. , Sidenko N.V.**  
V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk

**Брюханов Александр Викторович, Панов Алексей Васильевич, Сиденко Никита Викторович**  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

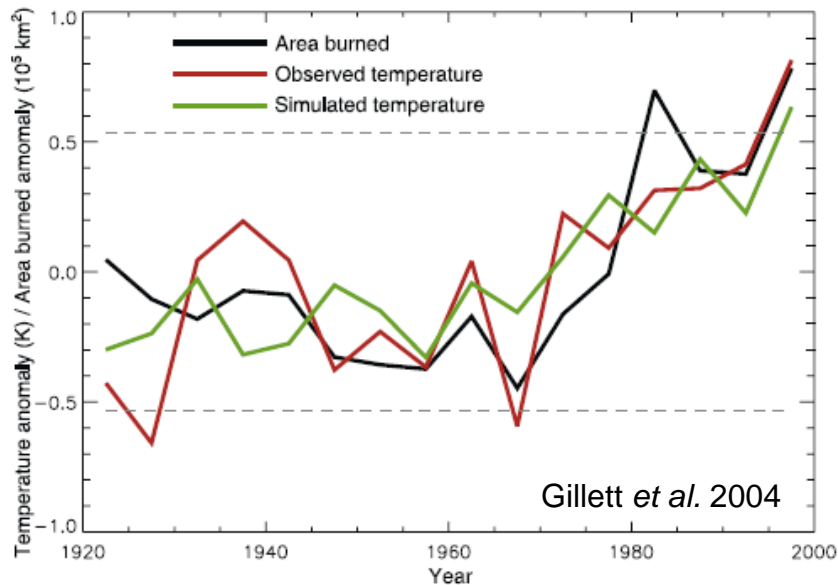


ЛАБОРАТОРИЯ  
биогеохимических циклов  
в лесных экосистемах

# Rationale

## Актуальность





## Неутешительные прогнозы !!! Unfavorable forecast

### 1. Increased fire season length (30-50 days)

Увеличение продолжительности пожароопасного сезона (30-50 дней)

(Street 1989; Wotton and Flannigan 1993; Stocks et al. 1998; Kochtubajda et al. 2006; Nitschke and Innes 2008).

### 2. Increased fire weather severity (19-95%)

Увеличение интенсивности горения (19-95%)

(Street 1989; Flannigan and Van Wagner 1991, Stocks et al. 1998; Kochtubajda et al. 2006; Malevsky-Malevich et al. 2008; Nitschke and Innes 2008).

### 3. Forest fire frequency and area burned are expected to increase (13 -140%)

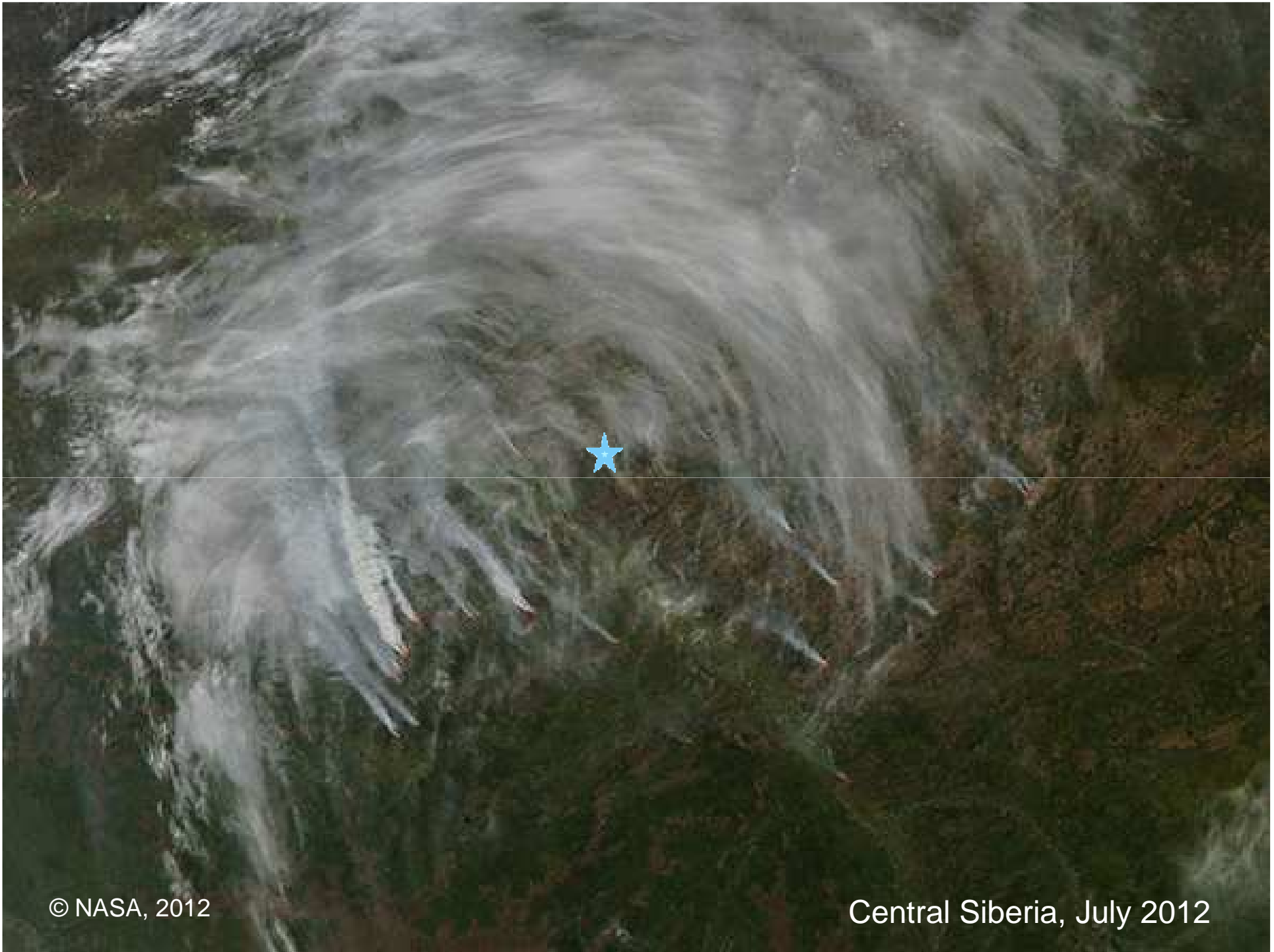
Увеличение частоты пожаров и площади, пройденной огнем (13-140%)

(Валендик 1979, Душа-Гудым 1984, Overpeck et al. 1990; Flannigan and Van Wagner 1990, 1991; Wotton and Flannigan 1993; Stocks et al. 1998, 2000; Li et al. 2000; Flannigan et al. 2001; Furyaev 2001; Korovin, Xukert 2003; de Groot et al. 2003; Flannigan et al. 2005; Wotton et al. 2005; Tymstra et al. 2007; Amiro et al. 2009; Krawchuk et al. 2009).

### 4. Increased ignition from lightning (20-50%)

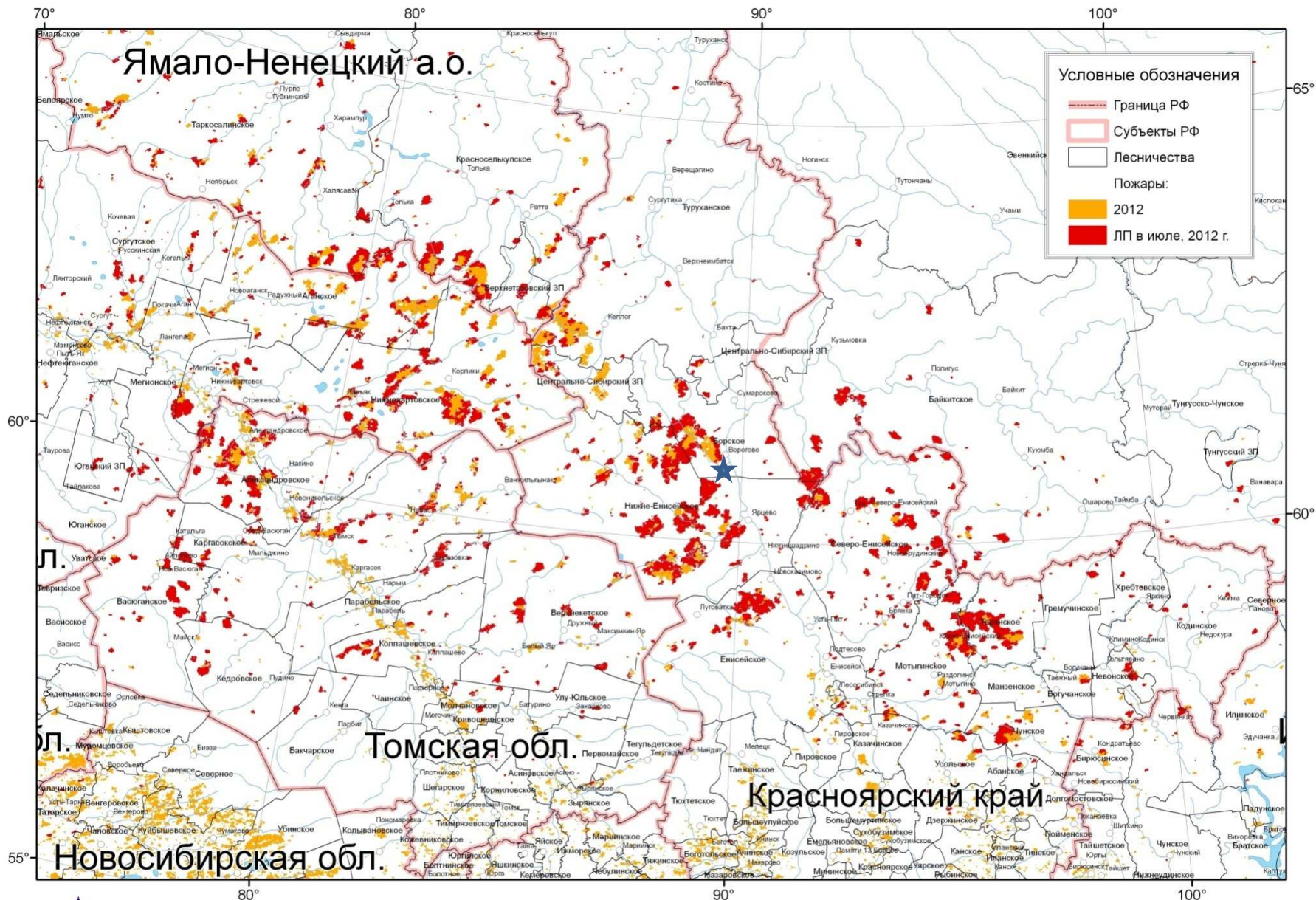
Увеличение количество возгораний от молнии (20-50%)

(Fosberg et al. 1990, 1996; Price and Rind 1994; Krawchuk et al. 2009).



© NASA, 2012

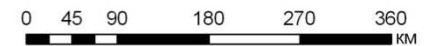
Central Siberia, July 2012



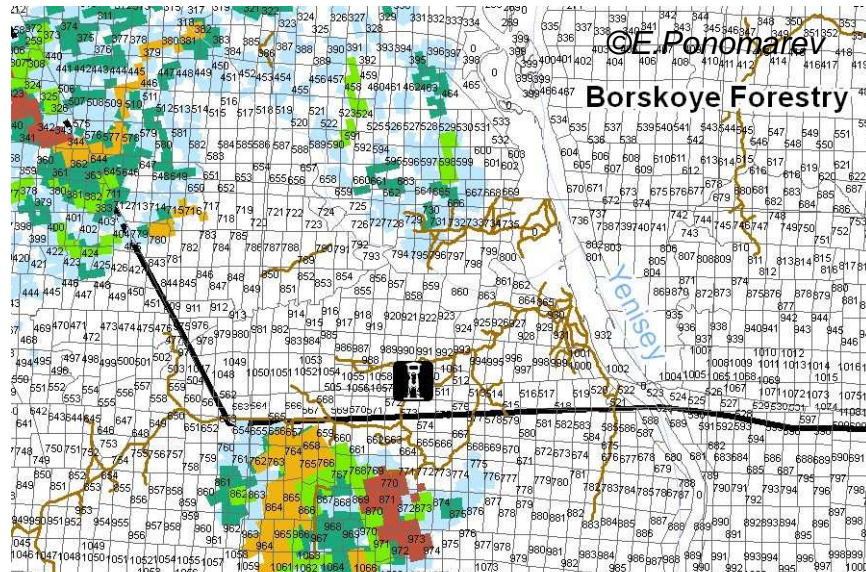
© Е.И. Пономарев



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт леса  
им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук (ФБУ ИЛ СО РАН)

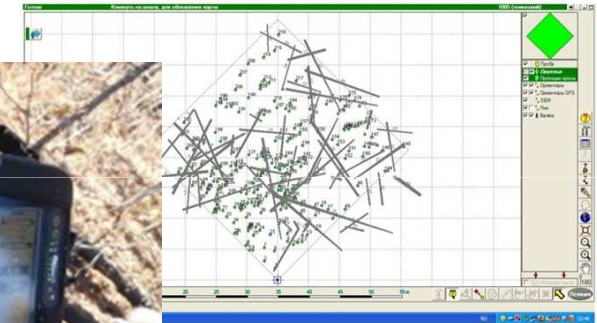


**Study area.** Work was carried out in the frame of comprehensive assessment of fire impacts on forest ecosystems in footprint area of the "ZOTTO" observatory to integrate data from forest inventories and instrumental measurements of atmospheric composition, to assess the contribution of direct (biomass burning) and indirect (transformation of biogeocenosis) emissions in the atmosphere of the region.



The study area is characterized by high mosaic of ecosystems: different types of forests, swamps, logging areas, fire scars, etc.

## Methods



We use a laser-based field instrumentation system together with the other measurements (assessment of biomass stores, forest conditions, undergrowth, vegetation and soil descriptions etc.) it provides us a comprehensive picture of spatial development of wildfires within the plots.

# Study area



**The study area is characterized by high mosaic of ecosystems: different types of forests, swamps, logged areas, burned sites, etc.**





**Permanent plots on burned areas were established in dominant ecosystem types. They will further serve for long-term post-fire monitoring of biogeochemical processes during ecosystem restoration.**



# Заложенные пробные площади располагались в наиболее репрезентативных типах леса



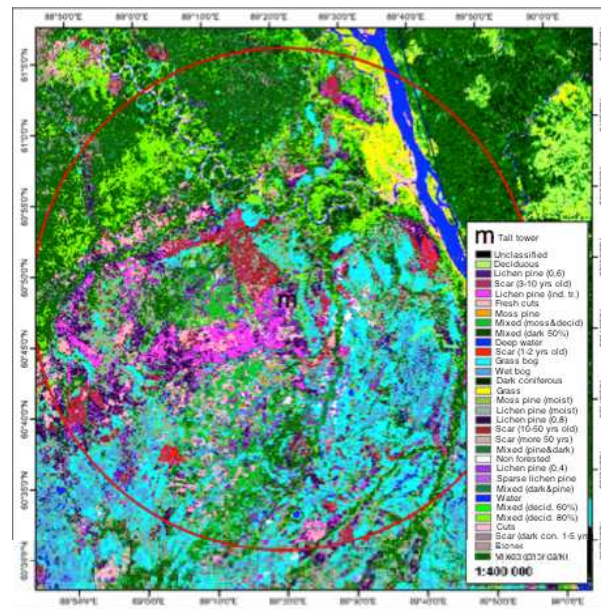
**Сосняки мертвопокровные**  
**14% Lichen pine forest**



**Сосняки беломошники**  
**Moss pine forests 12%**



**Сфагновые сосняки на болотах**  
**Peat bog 13%**



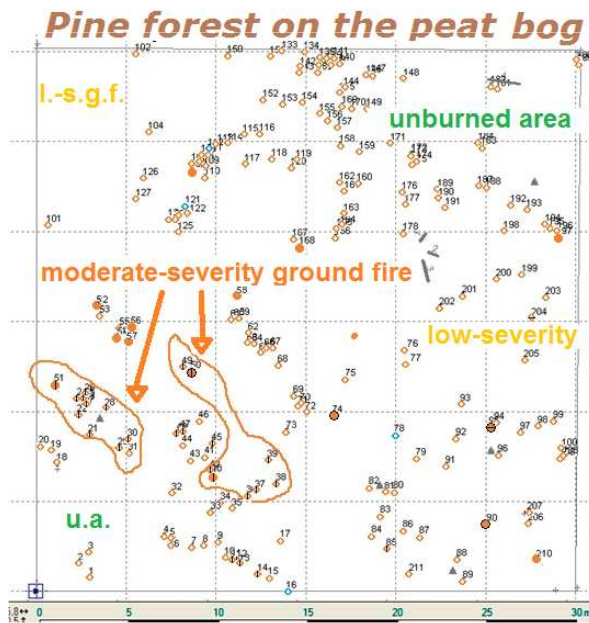
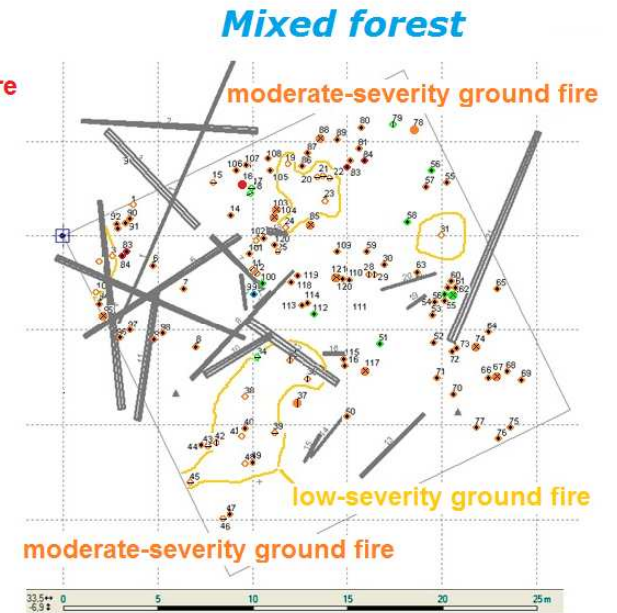
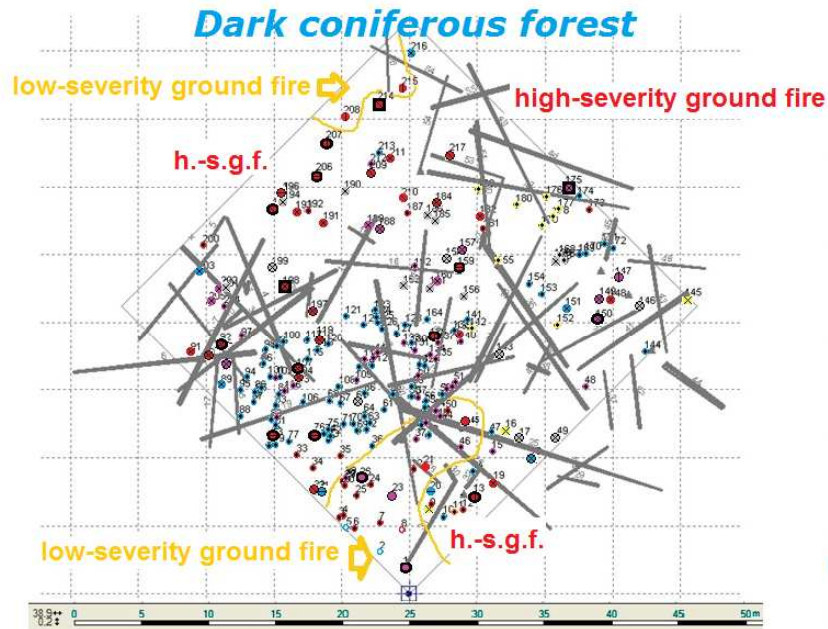
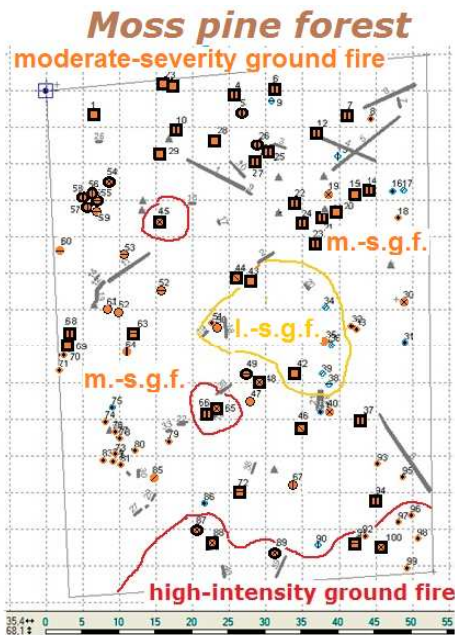
**Темнохвойные типы**  
**Dark coniferous 6%**



**Смешанные разнотравные типы**  
**Mixed forests 35%**

Площади заложенные в трех сосновых типах леса репрезентативно представляли 39% всей лесной территории в зоне охвата вышки ZOTTO

We used small plots (30x30m) because burned areas are characterized by high variety of severity. 200 trees on the plot would provide optimal conditions for maximal homogeneity of the stand and fire severity on experimental plots.



## Reconstruction of burning intensity on permanent plots

- unburned area (u.a.)
- low-severity ground fire (l.-s.g.f.)
- moderate-severity ground fire (m.-s.g.f.)
- high-severity ground fire (h.-s.g.f.)



Wood species	Diameter, sm.				
	<8	8,01-16,0	16,01-24,0	24,01-32,0	> 32
Birch ( <i>Betula pendula</i> Roth)	○	●	⊙	⦿	◼
Alder ( <i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i> Splach)	○	●	⊙	⦿	◼
Siberian ( <i>Pinus sibirica</i> Du Tour)	○	●	⊙	⦿	◼
Pine ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	○	●	⊙	⦿	◼
Spruce ( <i>Picea obovata</i> Ledeb)	○	●	⊙	⦿	◼
Fir ( <i>Abies sibirica</i> Burnett)	○	●	⊙	⦿	◼

- Post-fire damages of trees
- low damage or without visible post-fire damages
  - ⊙ moderate post-fire damages, tree will be still alive
  - ⦿ high post-fire damages, probably tree will be die
  - ◼ very high post-fire damages, tree will be die
  - ◻ dead trees



This research was supported financially by the project of RSF # 14-24-00113 and RFBR grant # 15-45-04423.

## Гибель деревьев после низовых пожаров, %

### Tree loss after surface wildfires, %

Диаметр на высоте груди (H=1,3 м), см Diameter at breast height (DBH), cm	8	8-16	16-24	24-32	32-40
<b>Слабой силы (высота пламени до 0,5 м, скорость до 1 м/мин.) Low severity</b>					
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> )	90%	71,4%	25%	0%	0%
Береза повислая ( <i>Bétula péndula</i> )	6,7%	0%	н.д.	н.д.	-
Ель сибирская ( <i>Pícea obováta</i> )	6,6%	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Сосна кедровая сибирская ( <i>Pinus sibírica</i> )	100%	100%	66,6%	н.д.	н.д.
Пихта сибирская ( <i>Ábies sibírica</i> )	100%	100%	100%	-	-
<b>Средней силы (высота пламени 0,5-1,5 м, скорость до 1-3 м/мин.) Moderate severity</b>					
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> )	85,5%	82,1%	39,1%	28,6%	0%
Береза повислая ( <i>Bétula péndula</i> )	78,9%	59,4%	87,5%	н.д.	-
Ель сибирская ( <i>Pícea obováta</i> )	100%	80%	н.д.	н.д.	н.д.
Сосна кедровая сибирская ( <i>Pinus sibírica</i> )	80%	53,4%	42,9%	44,4%	н.д.
Пихта сибирская ( <i>Ábies sibírica</i> )	н.д.	н.д.	н.д.	-	-

!!! After high severity wildfires only SOME pine trees with DBH > 32 cm are still alive!

**Индивидуальные особенности  
деревьев и их  
месторасположение значительно  
влият на огнестойкость**



**Пространственное расположение деревьев**

**!!! Наиболее критический фактор -поверхностное  
расположение корневой системы.**

**!!! Post-fire damages of root were deadly  
significant for mature trees**

**Within the fast-moving surface fires we found out  
that dead trees with surface location of root system  
reached around 42% and after steady surface forest  
fire mortality could achieve up to 91%.**

# Механические повреждения ствола. **Stem damage.**

Видимые механические повреждения ствола (после пожара) оказывали на выживаемость деревьев, как правило, минимальное значение.

**Stem damage has minimal effect for fire resistance for mature trees.**



## **Three years after fire. Still alive. Exception to the rule!**

Обычно повреждение более половины окружности камбиального слоя приводит к неминуемой гибели дерева уже в первый год после пожара.

!!! Некоторые экземпляры сосны обыкновенной обладают феноменальной способностью к выживанию. Они способны пережить очередной пожар даже при повреждении более чем 2/3 окружностей ствола.





Древесная порода	Диаметр, см				
	до 8	8,01-16,0	16,01-24,0	24,01-32,0	более 32
Береза	○	●	⊗	⊕	■
Сосна	○	●	⊗	⊕	■

### Степень повреждения пожаром

(на примере деревьев диаметрами от 16 до 24 см.)

- повреждения отсутствуют или они слабые
- ⊕ средние повреждения, дерево скорее всего выживет
- ⊗ сильные повреждения, дерево может не выжить
- ⊕ очень сильные повреждения, близкие к летальным
- ⊗ дерево погибло

Выявлено, что индивидуальные особенности дерева (характер повреждения, наличие вокруг дерева основных проводников горения) играют не менее важную роль в его способности пережить высоко-интенсивный низовой пожар (коэф. корреляции – 0,81), чем порода (коэффициент корреляции – 0,74) и диаметр ствола (коэффициент корреляции – 0,86).

Large diameter and thick bark don't preserve from the fire damage. Trees' vitality, individual characteristics and location are important to consider.





# Post-fire tree resistance results:

Our results confirmed literature data that increasing of the diameter of coniferous trees leads to the increased fire resistance but with various adverse factors causing the weakening a certain limit (from 30 to 40 cm depending on tree species) after which the larger diameter of the trunk is associated of the protective properties of trees.



## Surviving conifer trees during the first year after surface fires.



Scotch pine **DBH** > 0,5 cm - low, > 5 cm – moderate , >17 cm – high severity.



Siberian cedars **DBH** > 8 cm - low, > 14 cm – moderate, > 28 cm – high severity.



Siberian spruce **DBH** > 8 cm - low, > 17 cm – moderate, > 28 cm. – high severity.



Siberian fir **DBH** > 32 cm - low severity

## Results

Surface location of root system has been found to be a reason of a strong drop in fire-resistance. Within the fast-moving surface fires we found out that dead trees with surface location of root system reached around 42% and after steady surface forest fire mortality could achieve up to 91%. Individual morphometric parameters of trees (big-butt, slope, and curvature of a stem) have been found to be a next influential factor of tree mortality.

## Conclusions

- large diameter and thick bark don't preserve from the fire influence. For trees are also very important their vitality.
- surface steady forest fires are as dangerous as crown fires.
- post-fire damages of root were deadly significant for mature trees.

Factors affected significantly on the fire resistance of the trees

*Individual characteristics of trees*



*The spatial structure of the trees*



*Still alive. Exception to the rule!*



Thank you for your attention!

Спасибо за внимание!

*This research was supported financially by the projects:  
RSF # 14-24-00113 and RFBR grant # 15-45-04423.*