

***Информационно-аналитическая система «Углерод-Э»:  
опыт создания, текущие возможности, перспективы развития и  
использования в интересах национального мониторинга бюджета  
углерода наземных экосистем***

***Лупян Е.А. Барталев С.А.***

***Институт космических исследований РАН***

***Научно-практическая конференция***

***Национальная система мониторинга климатически активных веществ: проблемы и решения***

***г. Москва, ИНИОН РАН, 2 ноября 2023 г.***

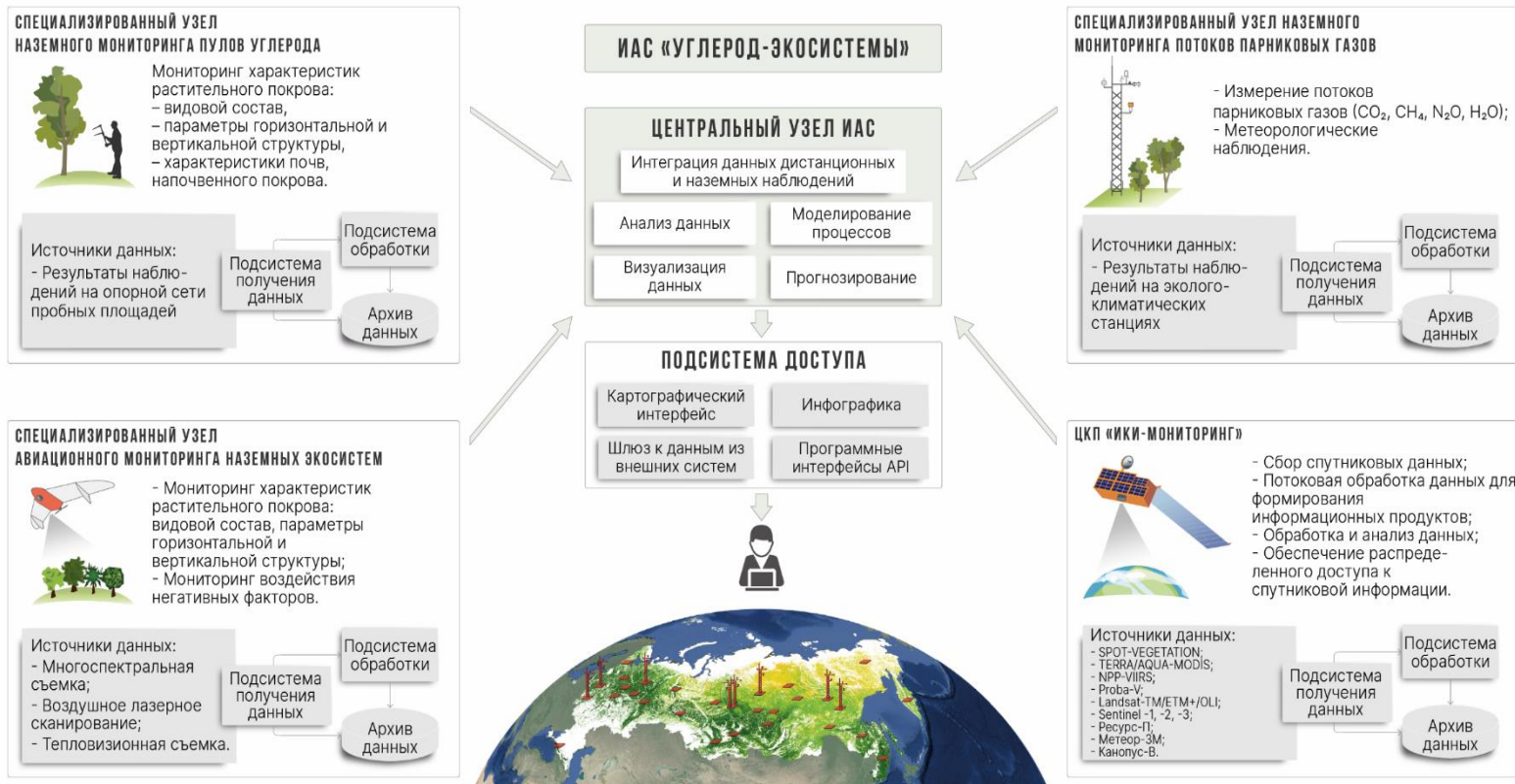
# Основные задачи информационно-аналитической системы (ИАС) «Углерод-Э»

- **Организация работы с архивами данными для ведения мониторинга бюджета и пулов углерода в наземных экосистемах. В том числе, архивами:**
  - **спутниковых данных и результатов их обработки**
  - **данных, получаемых на пробных площадях и тестовых полигонах, ориентированных на мониторинг пулов углерода;**
  - **сопутствующей информации (картография, метеоданные и т.д.)**

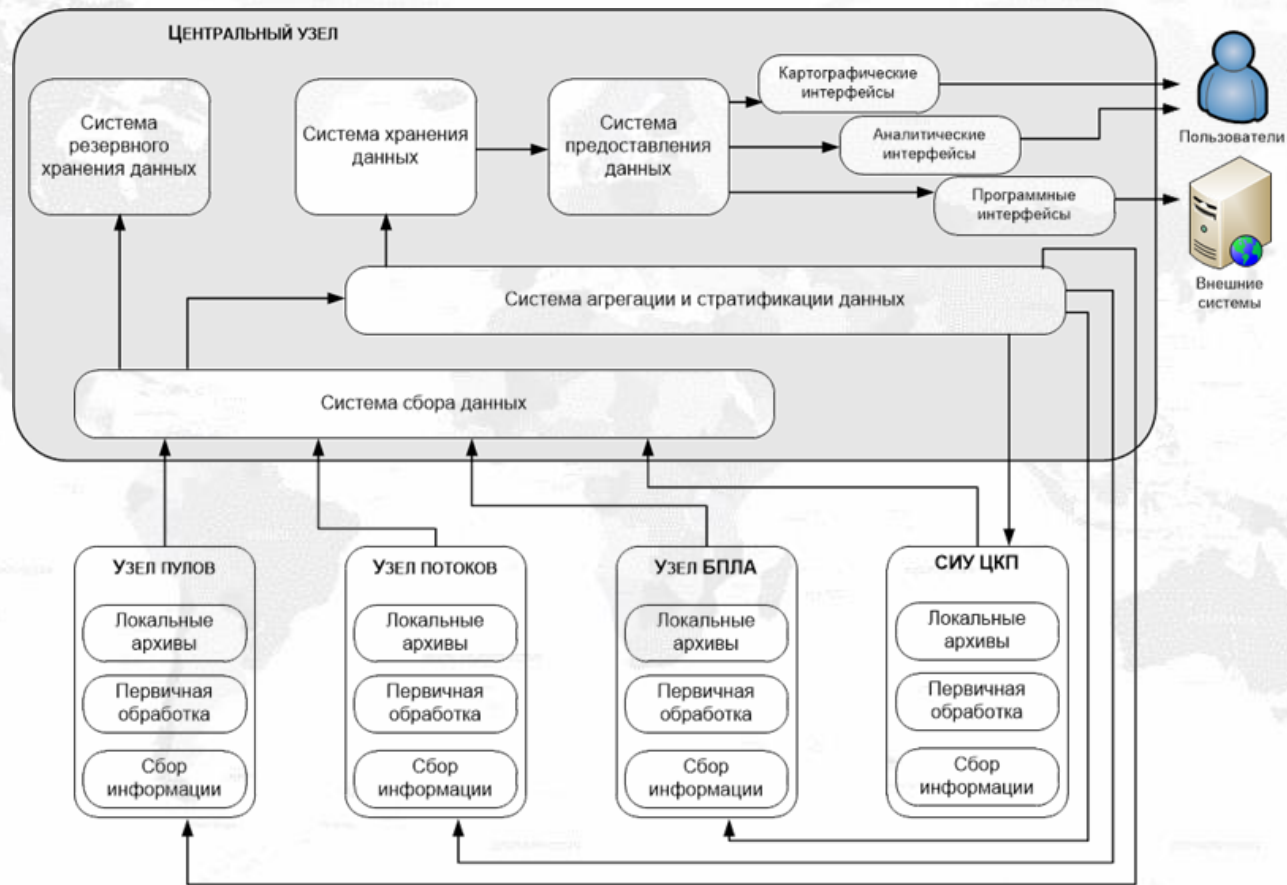
# Основные задачи ИАС «Углерод-Э»

- Проведение комплексной обработки информации, получаемой из различных источников, для формирования информационных продуктов в интересах решения задач мониторинга бюджета и пулов углерода в наземных экосистемах**
- Предоставление инструментов для автоматизированного и интерактивного анализа данных для разработки методов мониторинга бюджета и пулов углерода в наземных экосистемах, в том числе в интересах ведения национального кадастра**
- Предоставление вычислительных ресурсов для разработки методов мониторинга бюджетов и пулов углерода в наземных экосистемах**

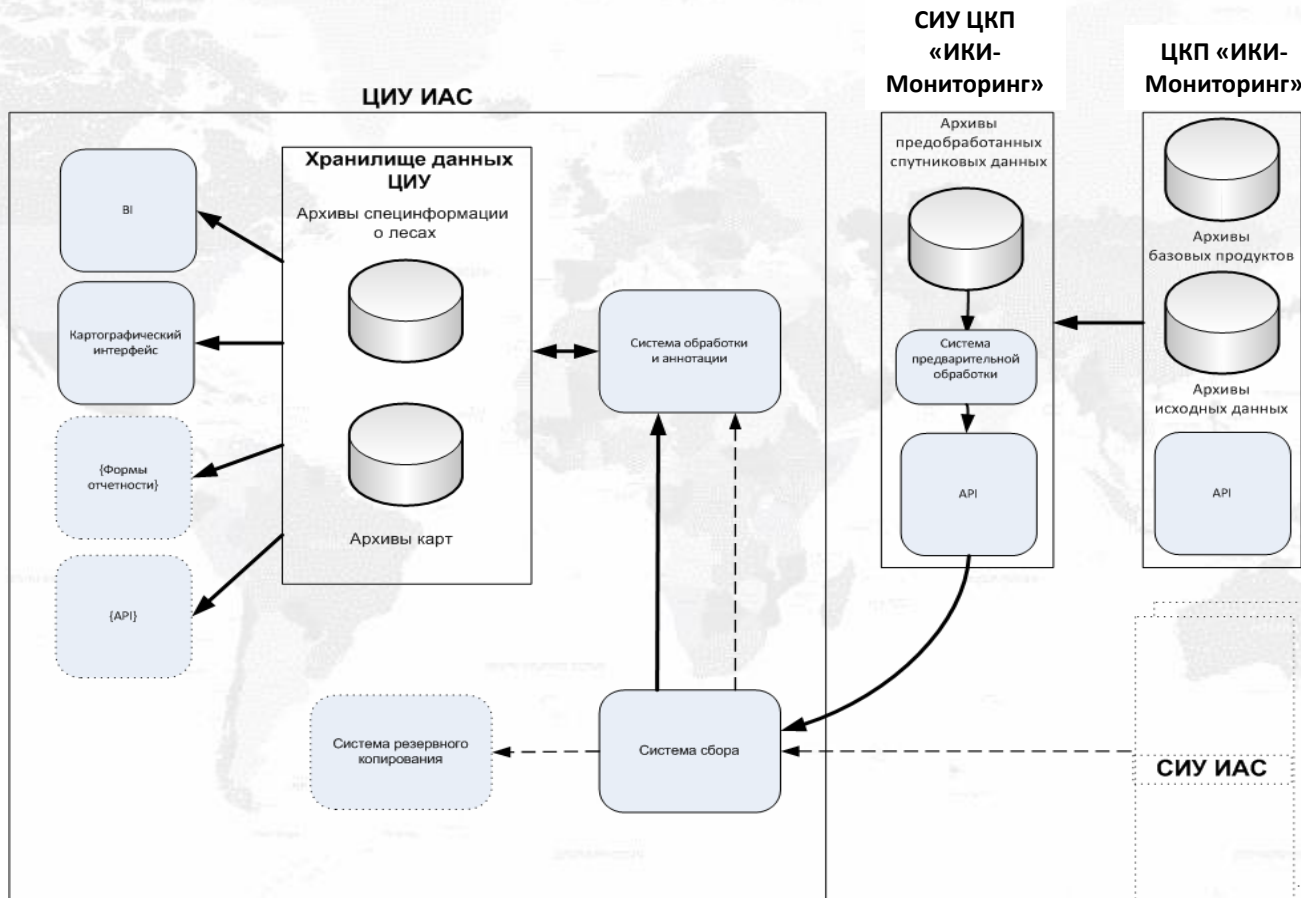
# Логическая инфраструктура ИАС «Углерод-Э»



# Базовая архитектура ИАС «Углерод-Э»



# Структура действующего прототипа ИАС «Углерод-Э»



# **Техническая и технологическая основа действующего прототипа ИАС «Углерод-Э»**

- Инфраструктура ЦКП «ИКИ-Мониторинг» (<http://ckp.geosmis.ru/>)**
- Вычислительные комплексы, созданные в рамках проекта**



# Основные текущие характеристики технической инфраструктуры, на которой ведется развертывание ИАС «Углерод-Э»

Около **8 ПБАЙТ** ожидаемый общий объем архивов данных в онлайн-доступе

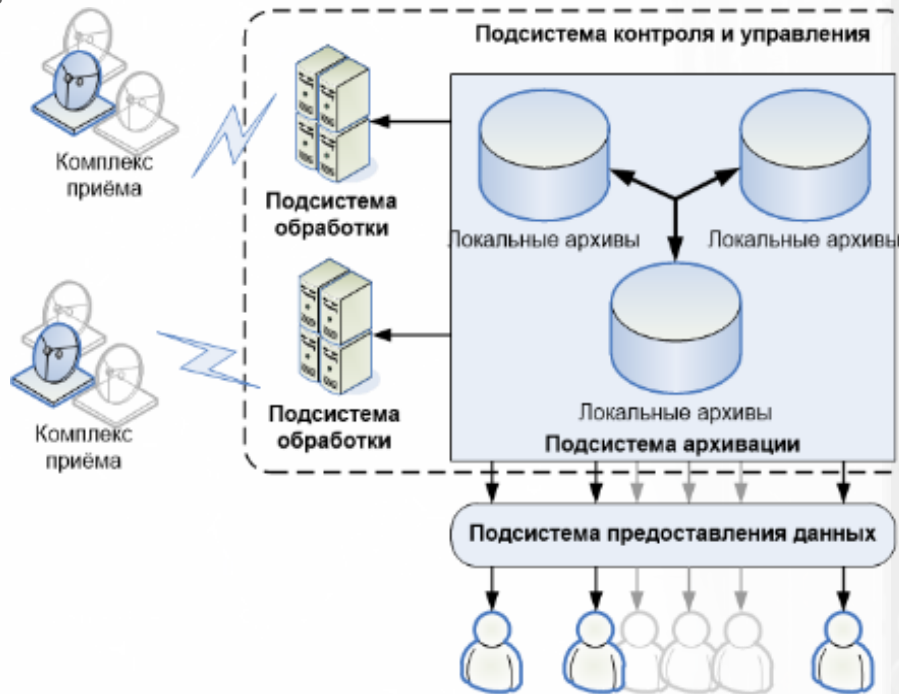
Около **7 ТБАЙТ/СУТКИ** ожидаемая скорость обработки и усвоения данных в архивах

Более **14 ПБАЙТ** общая доступная емкость хранения данных онлайн

Более **35 УЗЛОВ** инфраструктуры виртуализации

Более **110 СЕРВЕРОВ** обеспечивают доступ к данным

Более **300 СЕРВЕРОВ** для обработки данных используются



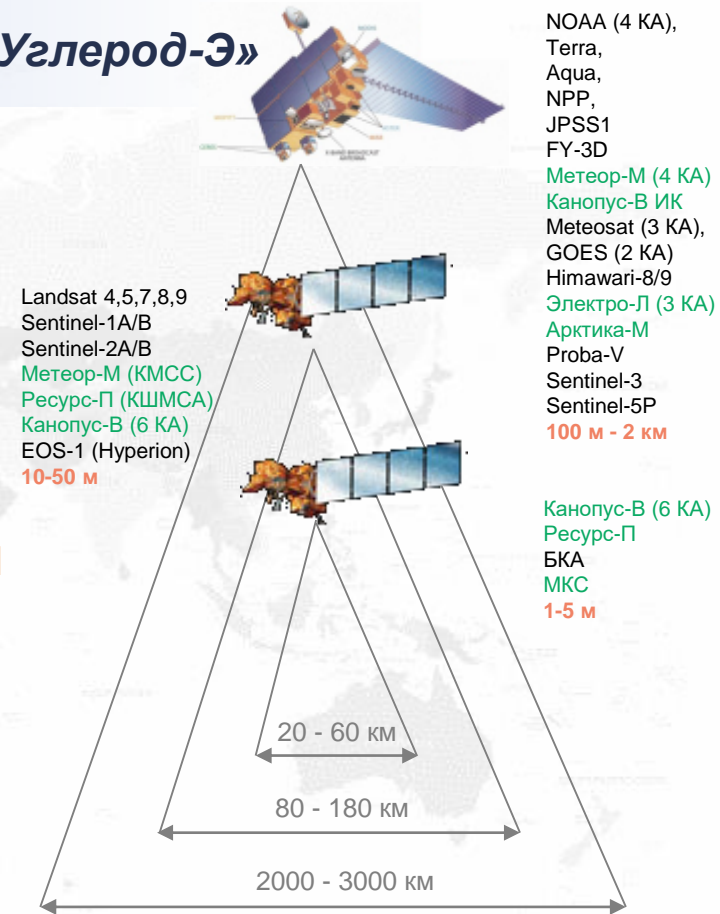
*Информация приведена по состоянию на начало апреля 2023 года*



# Основные спутниковые данные, доступные для использования в действующем прототипе ИАС «Углерод-Э»

- В основном ориентирован на использование **РОССИЙСКИХ** и **ОБЩЕДОСТУПНЫХ** зарубежных данных
- Информация в систему поступает из **РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ЦЕНТРОВ** сбора, обработки и архивации спутниковых данных
- Обеспечивает работу с данными **БОЛЕЕ ЧЕМ 50 СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ**
- Обеспечивает работу с данными **БОЛЕЕ ЧЕМ 30 ТИПОВ ПРИБОРОВ** наблюдения
- **ГЛУБИНА АРХИВОВ** около **40 ЛЕТ** (с 1984 года)

Информация приведена на начало ноября 2023 года



- Зеленым выделены российские спутниковые системы

\* Система также позволяет работать с различными данными, загружаемыми пользователями

# Информационный сервер ИАС «Углерод-Э» (<http://carbon.geosmis.ru/>)



## ИАС «Углерод-Э»

Пользователь: bartalev

[ [Выход](#) ]

### Добро пожаловать в информационную систему [ИАС «Углерод-Э»](#) !

Информационная система ИАС «Углерод-Э» является действующим прототипом национальной информационно-аналитической системы мониторинга углерода в наземных экосистемах Российской Федерации (ИАС «Углерод Экосистем»)

- [Картографический интерфейс](#)
- [Оперативная информация о лесных пожарах](#)

- [Аналитическая отчётность](#)

#### Администрирование

- [Интерфейс управления проектом](#)
- [Интерфейс управления пользователями](#)
- [Интерфейс документирования и контроля](#)

Система обеспечивает

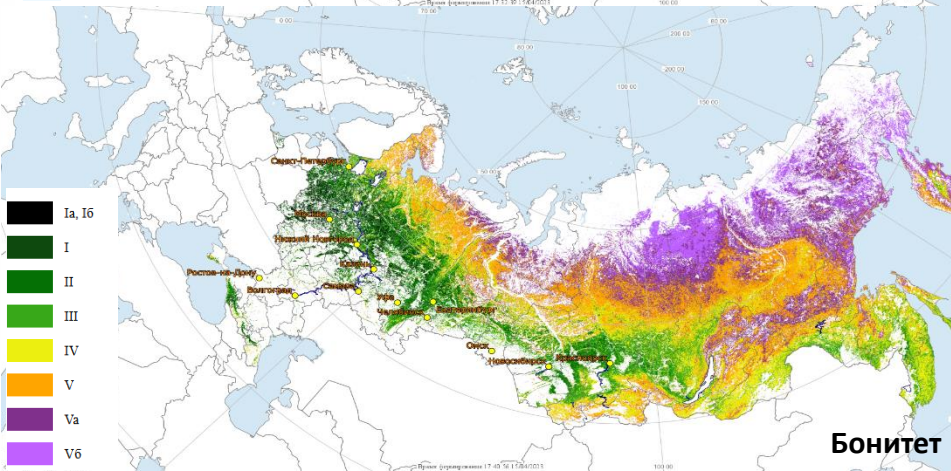
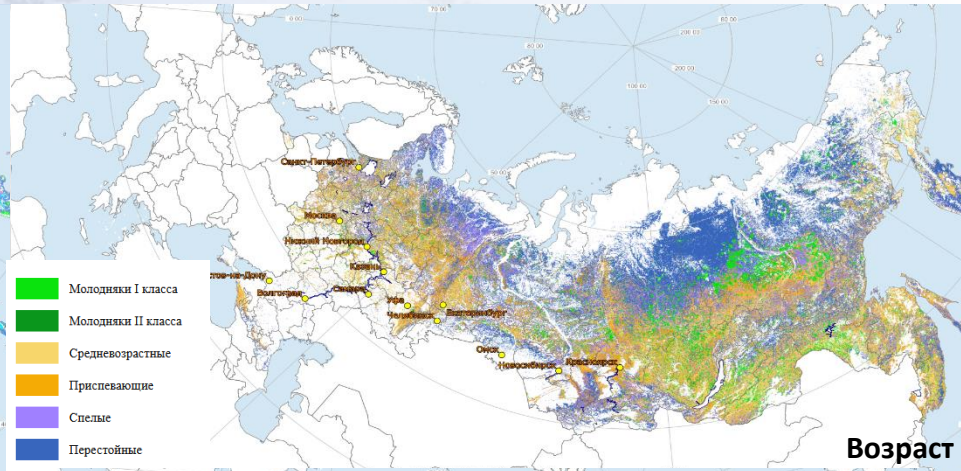
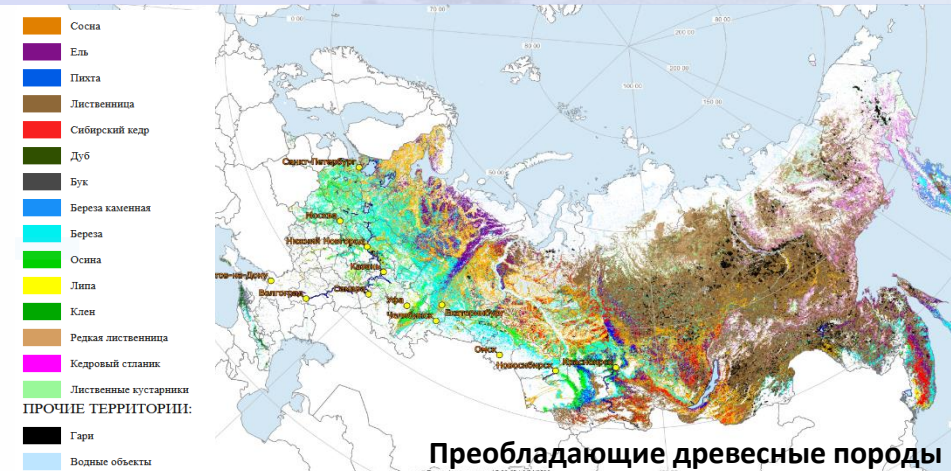
- получение ежегодно актуализируемой информации о качественных и количественных характеристиках лесов (площадь, запас древесины, преобладающая порода, полнота, бонитет, возраст и другие характеристики);
- получение ежегодной информации о бюджете углерода в лесах (динамика основных пулов, объемы эмиссии и поглощения углерода);
- получение информации о повреждениях лесов пожарами (пройденная огнем площадь, степень повреждения лесов и величина постпожарного отпада);

Прототип центрального информационного узла системы ИАС «Углерод-Э» создан и функционирует на основе инфраструктуры [Центра коллективного пользования «ИКИ-Мониторинг»](#).

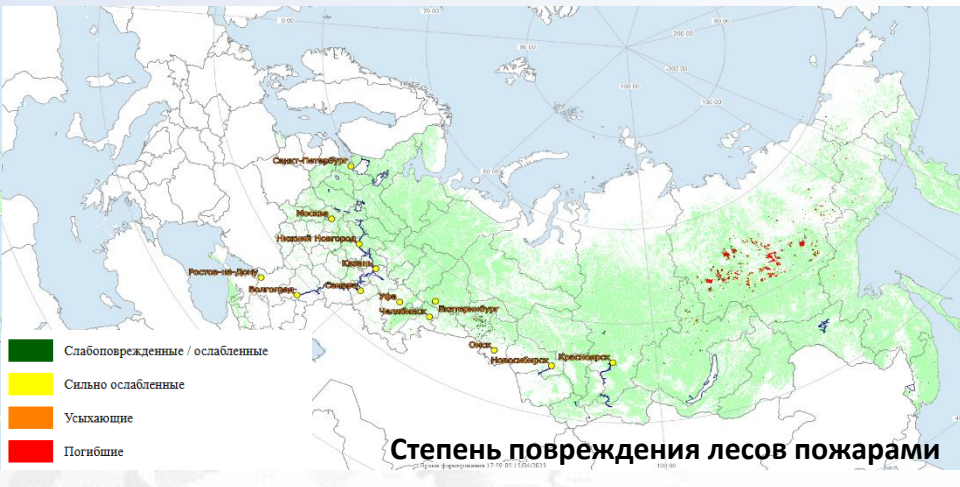
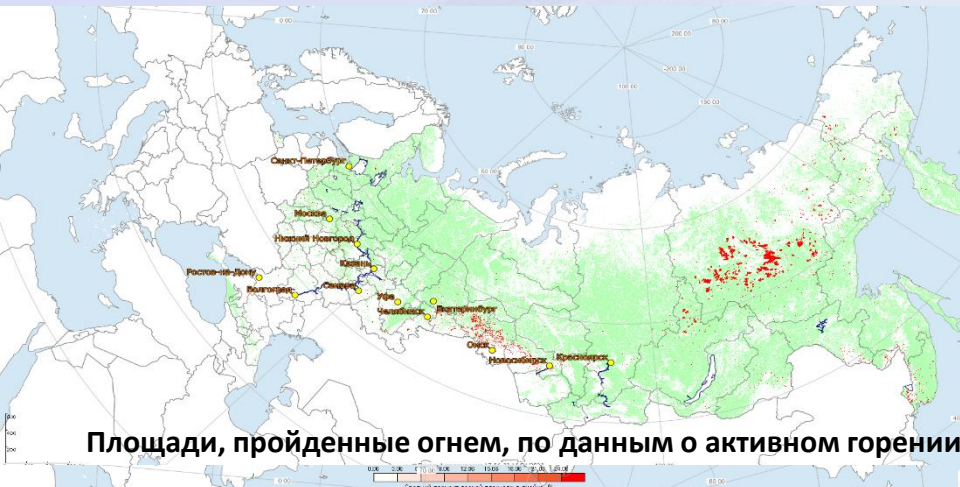
Технологии автоматизированной обработки спутниковых данных дистанционного зондирования Земли, используемые для создания информационной системы ИАС «Углерод-Э», разработаны при поддержке Минобрнауки России (Соглашение ЭБ 075-15-2019-1374, уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57718X0294).

Информационная система ИАС «Углерод-Э» разработана [Институтом космических исследований Российской академии наук \(отдел Технологии спутникового мониторинга\)](#) при участии [Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук](#) (ЦЭПЛ РАН).

# Архивы результатов обработки спутниковых данных, сформированные в ИАС «Углерод-Э» за период с 2001-2022 гг.



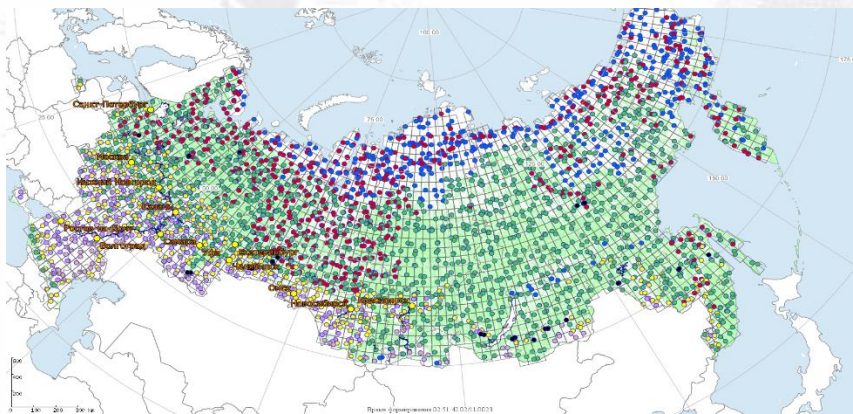
# Данные о пожарах и повреждениях ими лесов



По большинству характеристик в системе сформированы базы данных с однородными рядами наблюдений всей территории России за период с 2001 по 2023 годы.

# Базы данных наземных обследований и инструменты их ведения

- Инструменты для автоматической и интерактивной загрузки данных
- Инструменты автоматической проверки корректности данных и занесения их в БД
- Инструменты визуализации и коррекции данных



Планируемая сеть наземных обследований

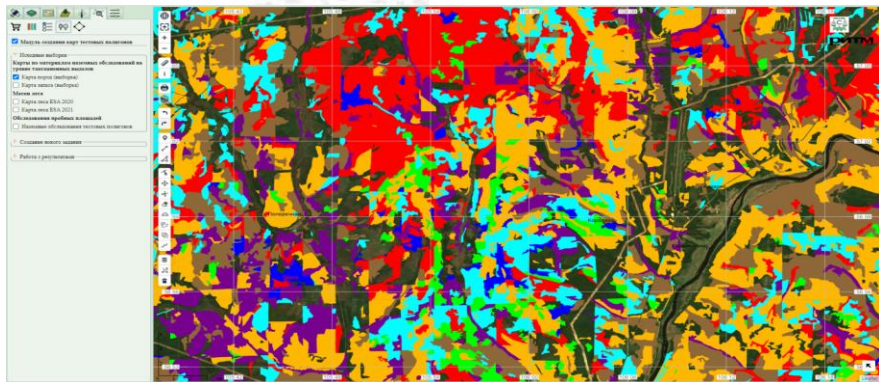


Наземные обследования 2023 года

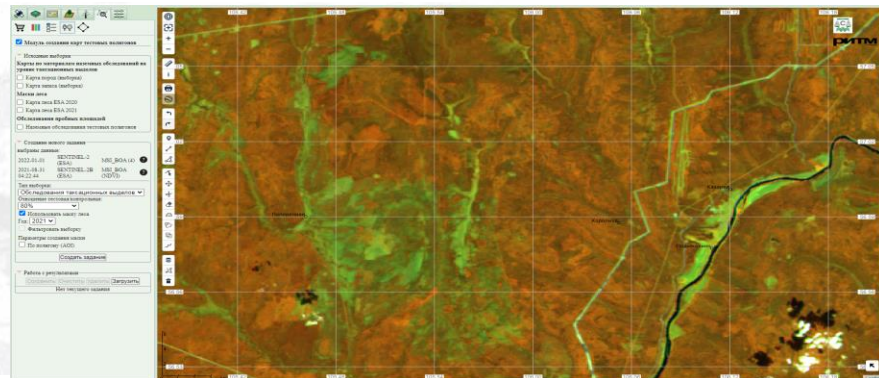


# Инструменты интерактивной обработки спутниковых данных

## Построение локальных карт различных характеристик лесов



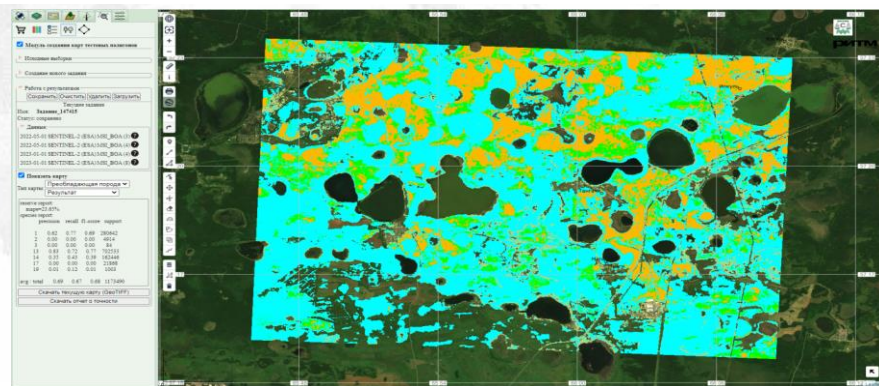
Анализ территории



Выбор спутниковых данных



Построение выборок для обучения



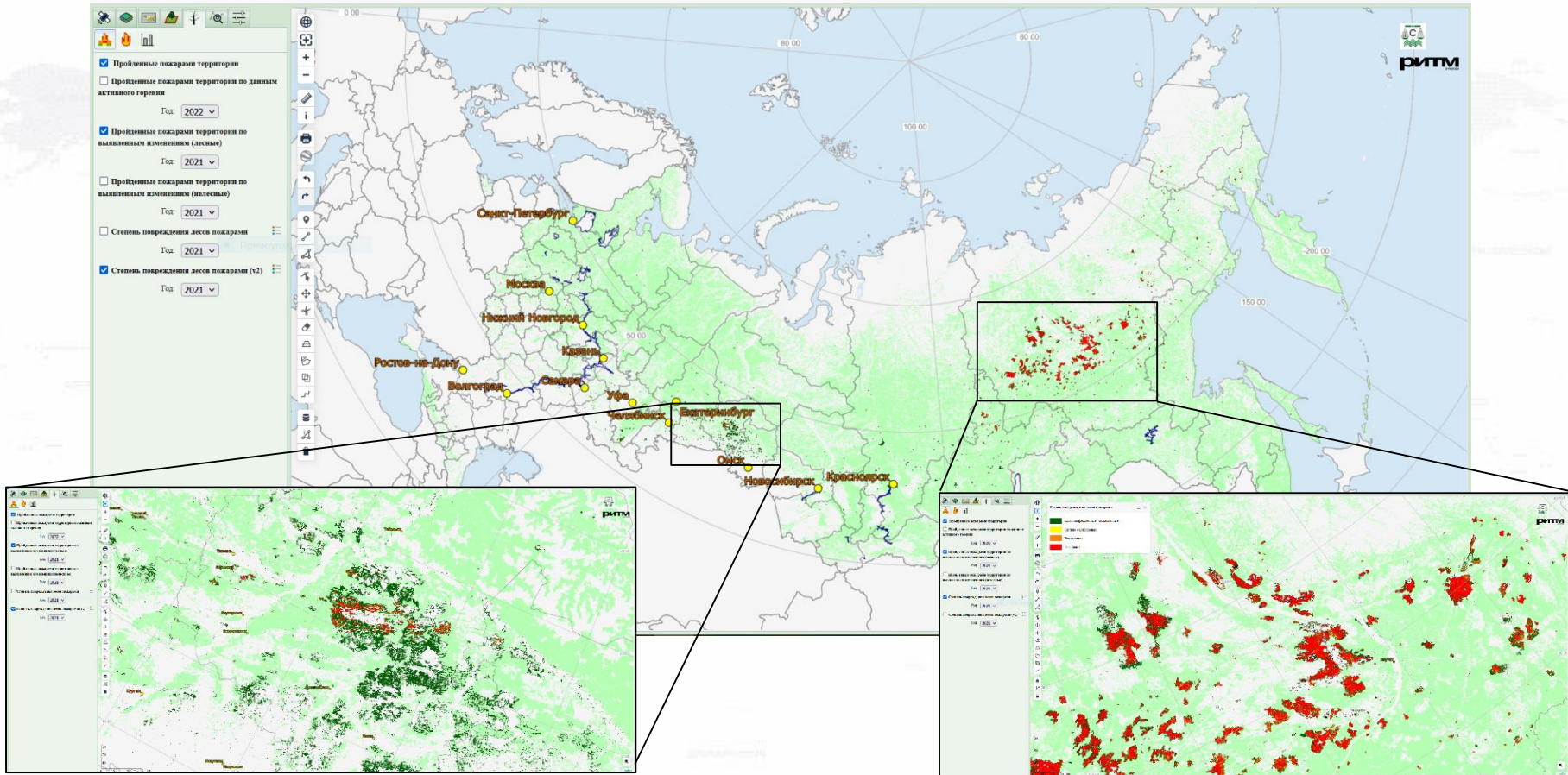
Проведение классификации

***Некоторые возможности действующего прототипа ИАС «Углерод-Э» по анализу информации (на примере анализа данных о повреждении лесов пожарами)***

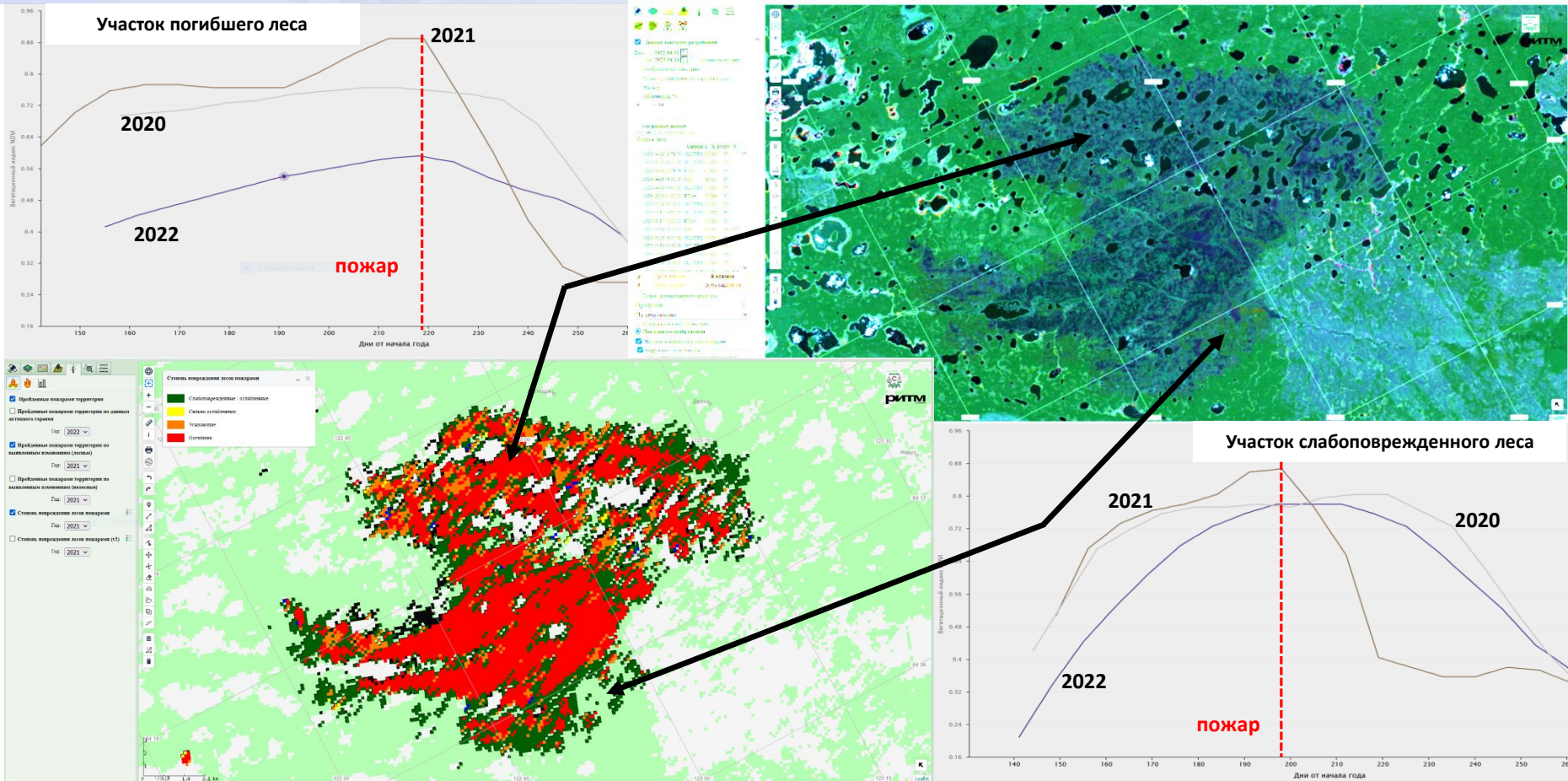


# Анализ распределения гарей по территории РФ в различные годы

08.08.2022



# Анализ повреждений на отдельных гарях



# Анализ статистики площадей, пройденных огнем

[Выход](#) [Вывод в Excel](#)

Форма ЛП-18

## Межгодовой отчет о лесных пожарах по данным космического мониторинга на всех видах территорий за 2001 - 2023 г.г.

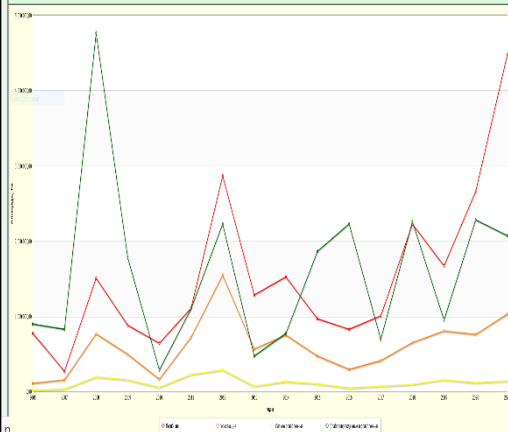
(состояние на 14 апреля и накопленные итоги с 1 января по 14 апреля каждого года)

Выбор даты:

Пройденная огнем площадь:   Лесные пожары  Нелесные пожары

№ п/п	Наименование субъекта РФ	Сезон	Действующие лесные пожары			Все пожары, нарастающим итогом		
			количество	площадь, пройденная огнем, га		количество	площадь, пройденная огнем, га	
				всего	в т.ч. покрытая лесом		всего	в т.ч. покрытая лесом
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<a href="#">Центральный ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Северо-Западный ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Южный ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Приволжский ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Уральский ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Сибирский ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Дальневосточный ФО</a> (итоги) (субъекты)								
<a href="#">Северо-Кавказский ФО</a> (итоги) (субъекты)								

Всего по лесным пожарам на всех видах территорий



2023	695	144483	27185	1852	453134	102128
2022	676	212079	38548	1920	470035	110810
2021	1424	261652	69738	2409	438486	125504
2020	2450	815187	379726	7438	1676685	694272
2019	1558	391842	98961	5254	1368697	382678
2018	1730	593034	272438	4270	1309926	609563
2017	1157	245266	89902	4943	932269	372485
2016	1486	244517	74988	3384	523360	182575
2015	3204	974210	426055	7208	1856788	736864
2014	2974	1059303	333805	10660	2745089	983400
2013	505	52140	16065	1123	125328	38771
2012	2737	870258	288136	5343	1409819	496928
2011	2241	782537	374657	4240	1218544	596061
2010	3407	561898	113453	4199	684545	130844
2009	3871	945218	274432	5603	1197078	345360
2008	5223	2506747	1123198	13240	4243115	1704897
2007	1781	283785	124788	7712	1175234	299085
2006	748	110817	27247	1522	245823	72606
2005	1060	204709	44604	4892	1145603	485485
2004	830	179918	77682	2312	347832	115294
2003	2229	1836424	874768	7556	2997834	1355873
2002	2800	285469	88430	5369	597925	195016



# Анализ повреждений в разрезах пород, классов возраста и бонитета

		Классы возраста ↓		Классы бонитета ↓																			
Субъект РФ ↓	Древесные породы ↓	Итого	молодняки						средневозрастные						приспевающие								
			Итого	I	II	III	IV	V	Va	Vб	Итого	I	II	III	IV	V	Va	Vб	Итого	I	II	III	IV
Ивановская обл.		84	15				15											48		36	10	2	
Иркутская обл.	Итого	58 437	799		5	63	46	211	440	33	4 554		300	1 820	802	404	1 130	98	10 421		127	7 150	1 608
	Сосна	6 168	55			21	34				1 455		253	1 087	115			3 171		26	2 452	693	
	Ель	8 564	5				5				369		21	200	148			3 997		26	3 473	497	
	Лиственница	36 583	430			31	7	180	212		589		5	272	158	153		2 341			502	370	
	Сибирский кедр	1 862	5			5					567			197	365	5		544			512	32	
	Береза	2 672	11		5	5					90		21	53	16			295		74	168	16	
	Осина	73									11			11				42				42	
	Кедровый стланик	1 815	277					32	212	33	1 458					245	1 115	98	10				
	Лиственные кустарники	700	15						15		15						15	20					
Калининградская обл.		267	15		10	5												124	5		119		

- Камчатский край
- Кемеровская область - Кузбасс
- Костромская обл.
- Краснодарский край
- Красноярский край
- Курганская обл.
- Курская обл.
- Ленинградская обл.
- Липецкая обл.
- Магаданская обл.
- Мурманская обл.
- Ненецкий а.о.
- Нижегородская обл.
- Новгородская обл.
- Омская обл.
- Оренбургская обл.
- Орловская обл.
- Пензенская обл.
- Пермский край
- Ростовская обл.
- Рязанская обл.
- Самарская обл.
- Саратовская обл.
- Свердловская обл.
- Смоленская обл.
- Ставропольский край
- Тамбовская обл.
- Тверская обл.
- Томская обл.
- Тульская обл.
- Тюменская обл.
- Ульяновская обл.
- Челябинская обл.
- Чувашская обл.
- Чукотский автономный округ
- Ямало-Ненецкий автономный округ

Субъект РФ ↓	Древесные породы ↓	Итого	I	II	III	IV	V	Va	Vб	
Ивановская обл.	Итого	84	15			15				
Иркутская обл.	Итого	58 437	799		5	63	46	211	440	33
	Сосна	6 168	55			21	34			
	Ель	8 564	5				5			
	Лиственница	36 583	430			31	7	180	212	
	Сибирский кедр	1 862	5			5				
	Береза	2 672	11		5	5				
	Осина	73								
	Кедровый стланик	1 815	277					32	212	33
	Лиственные кустарники	700	15						15	

Прямоугольник

## **Основные направления развития ИАС «Углерод-Э»**

- *Расширение состава данных (в настоящее время начаты работы по интеграции в систему данных об измерениях потоков парниковых газов)***
- *Развитие в рамках системы инструментов для проведения комплексного анализа спутниковой и наземной информации для уточнения и верификации алгоритмов обработки спутниковых данных***
- *Развитие инструментов анализа информации, получаемой на основе спутниковых данных, в том числе для подготовки информации в интересах формирования Национального кадастра парниковых газов***
- *Расширение технических и технологических возможностей системы для ведения работ по разработке методов мониторинга бюджетов и пулов углерода в наземных экосистемах***
- *Проведение обучения заинтересованных специалистов возможностям использования системы для решения различных задач***



***Спасибо  
за внимание!***

*Контактная информация:*

*Лупян Евгений Аркадьевич  
e-mail: [evgeny@smis.iki.rssi.ru](mailto:evgeny@smis.iki.rssi.ru)  
тел. +7 916 124 71 49*