

Всероссийская научная конференция с международным участием  
«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ЛЕСАМИ»,  
посвященная 30-летию ЦЭПЛ РАН

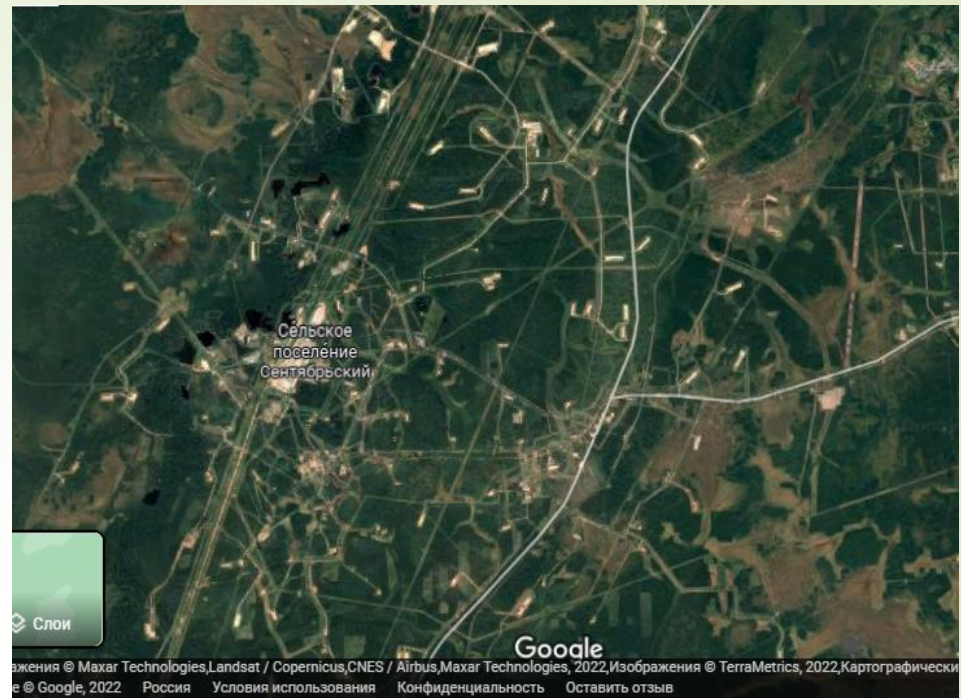
## **СРЕДНЕТАЕЖНЫЕ ЛЕСА ХМАО В УСЛОВИЯХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ**

*Алексеева М.Н.<sup>2</sup>, Головацкая Е.А.<sup>1</sup>,  
Яценко И.Г.<sup>2</sup>, Пустовалов К.Н.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия

<sup>2</sup> Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия

Вырубка леса с последующим механическим нарушением растительного и почвенного покрова, аварийные нефтеразливы, загрязнение атмосферного воздуха считаются основными техногенными факторами, влияющими на состояние лесных экосистем при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений.



потери древесных ресурсов;  
сокращение лесопродуцирующих площадей;  
уменьшение орехово-ягодно-грибных, лекарственных, охотничье-промысловых и др. ресурсов;  
ухудшение санитарного состояния лесов;  
снижение биоразнообразия и продуктивности лесных экосистем;  
снижение защитных, средообразующих и ландшафтно-стабилизирующих функций лесного фонда



Северные леса особенно подвержены тепловым и аэрозольным загрязнениям от действующих факельных установок по сжиганию попутного нефтяного газа (ПНГ).

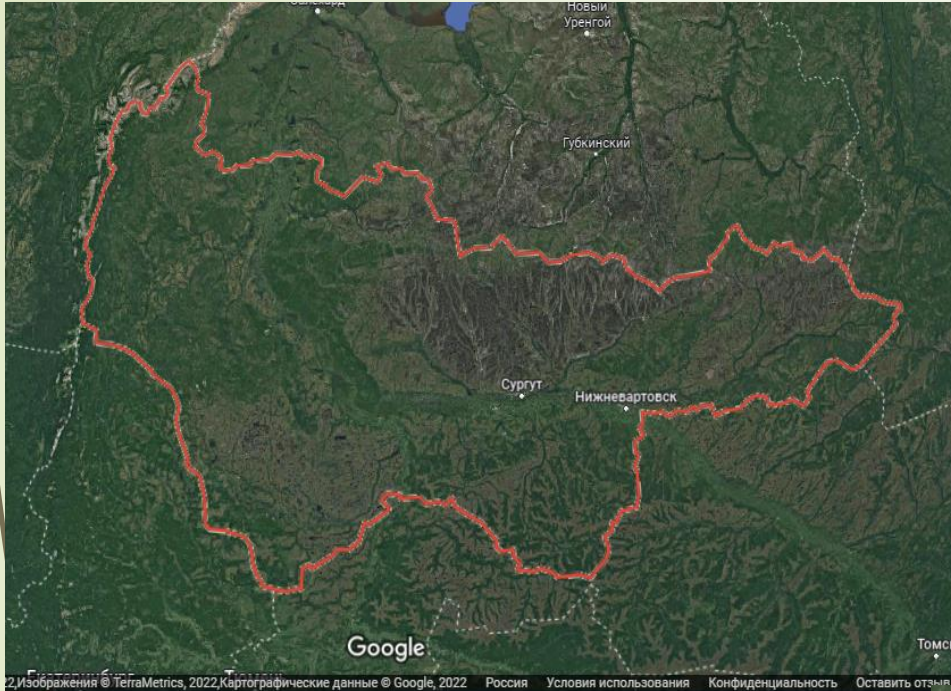
Цель исследования - выделение зон риска аэрозольного загрязнения лесных массивов в зоне действия факельных установок на основе спутниковых данных и средств ГИС.

Картирование лесов с помощью ГИС и выделения зон риска их аэрозольного загрязнения выполнялось по следующим этапам:

- Картографирование лесов на космических снимках (КС) Landsat с использованием средств классификации программы SNAP.
- Выявление устойчивых тепловых участков с факельными установками на цифровых слоях очагов пожаров за 2020–2021 гг. по данным <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>.
- Верификация ФУ на снимках высокого разрешения и определение их координат с использованием интернет – портала <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Построение буферных зон риска аэрозольного рассеивания загрязняющих веществ от ФУ.
- Расчет площадей типов леса, подверженных аэрозольному загрязнению.
- Построение вертикальных профилей различных типов аэрозоля в атмосфере над исследуемой территорией.



# Объекты исследования



## Ханты-мансийский автономный округ

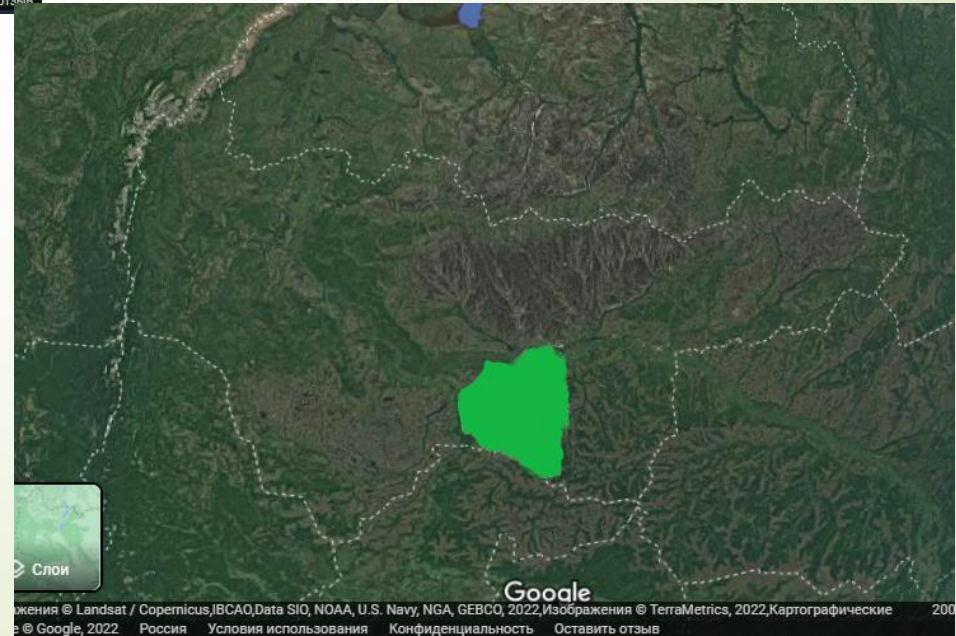
2017 г. добыча попутного нефтяного и природного газа 36,0 млрд м<sup>3</sup>

сожжено 4,5 % от всего объема, извлеченного попутного нефтяного газа

### Нефтеюганский район

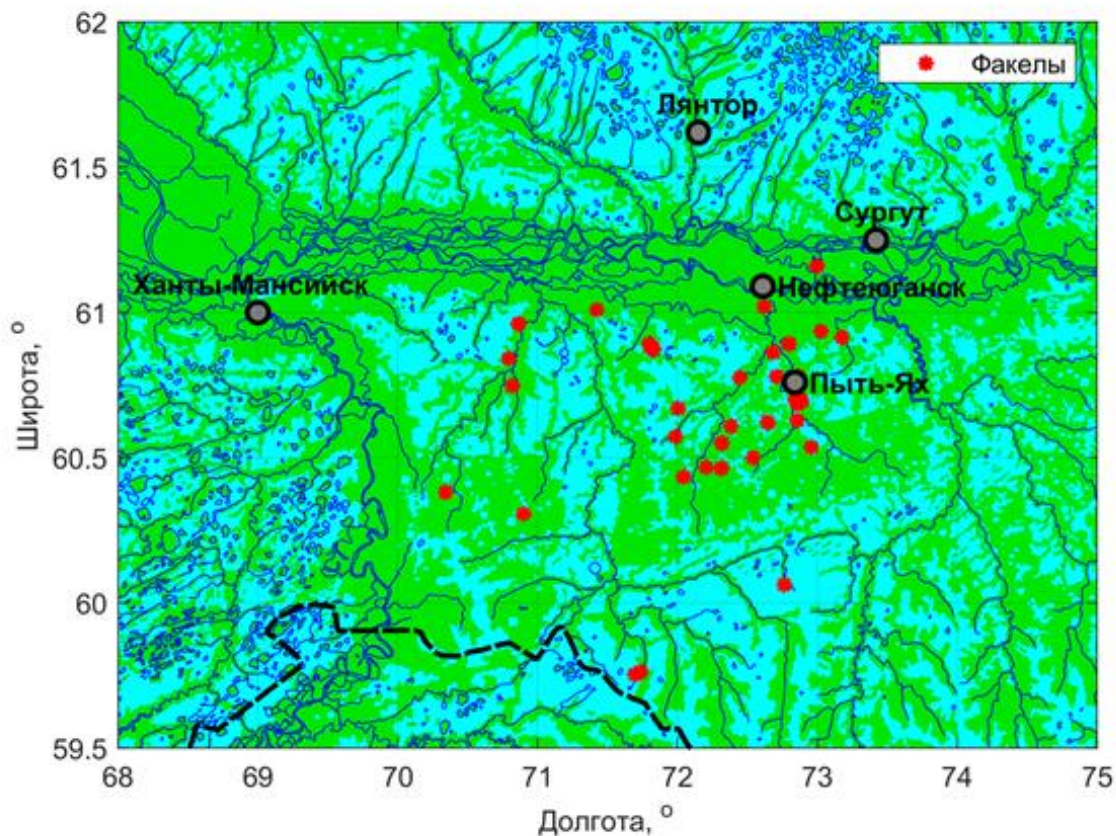
Площадь - 22 679 км<sup>2</sup>

Площадь лесов 12 455 км<sup>2</sup> (55%)



(Доклад об экологической ситуации, 2017).

Карта-схема расположения территории исследования и крупнейших населённых пунктов на данной территории. На рисунке: красные звездочки – факельные установки; синие линии – гидросеть; заливка голубого цвета – заболоченные территории.



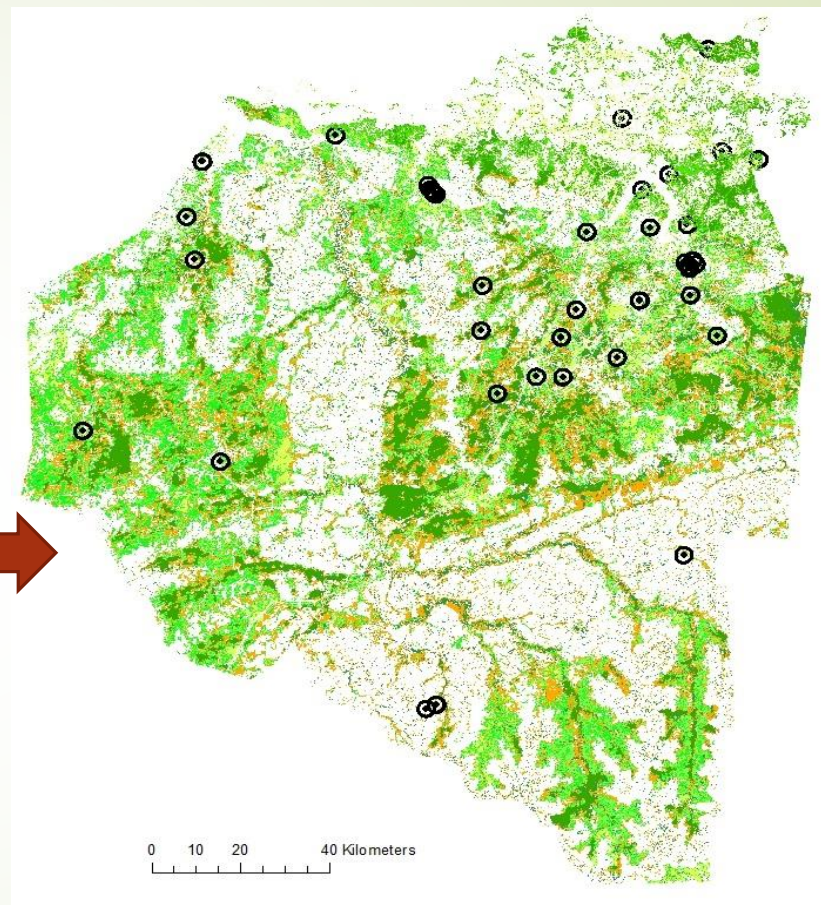
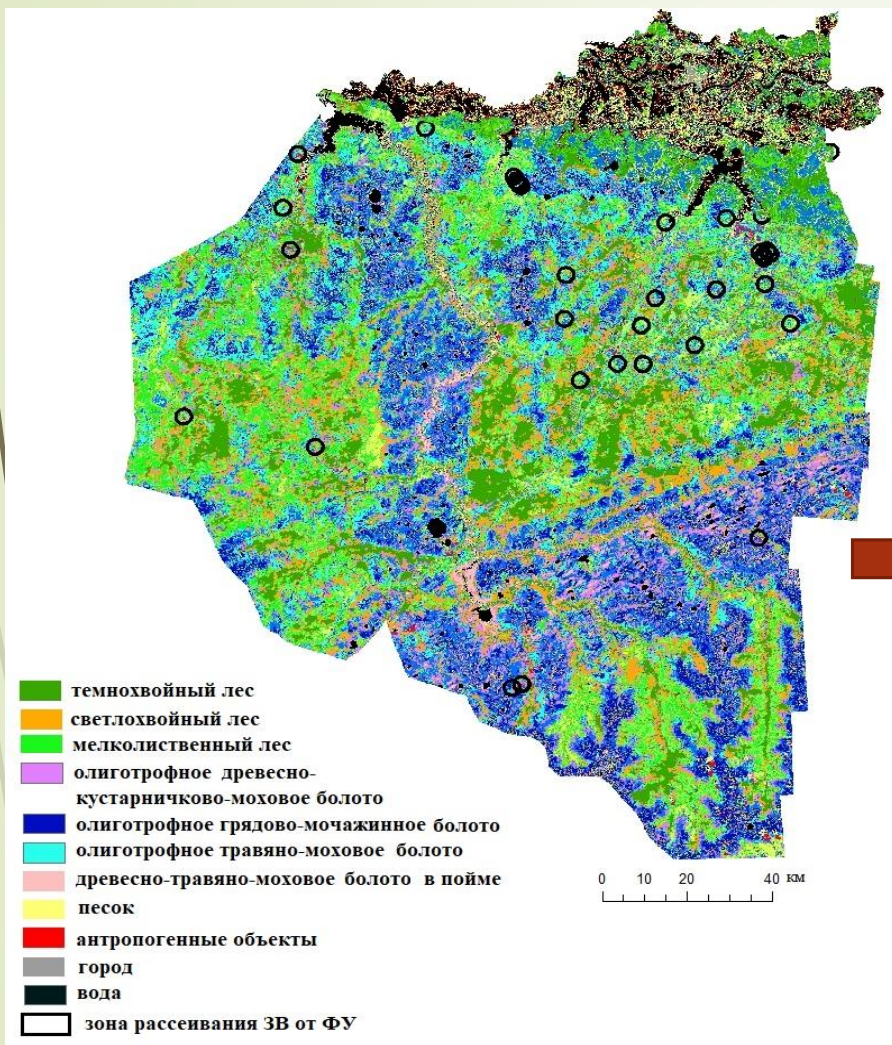
Лесная растительность представлена хвойными, березовыми и смешанными лесами.

В кедрово-пихтово-еловой тайге в первом ярусе преобладает ель, пихта, кедр, частично береза и осина.

47 факельных установок



# КАРТА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ХМАО С ЗОНАМИ РАССЕИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ФУ



Карта построена по КС Landsat-8  
05.06.2020, зоны рассеивания ЗВ  
построены радиусом 1850 м

Факельные установки устанавливаются с учетом метеорологических параметров;

Как правило не наблюдается превышения в воздухе максимально разовой ПДК загрязняющих веществ.

Однако максимальная приземная концентрация черного углерода (сажи) на расстоянии 1850 м от ФУ близка к ПДК (0,15 мг/м<sup>3</sup>) и составляет 0,1 мг/м<sup>3</sup>

Продукты горения	СО и СО <sub>2</sub>	Сажа	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub> , NO , H <sub>2</sub> S, бутан, гексан, пентан, метан, этан, бензапирен
	65-80%	10%	1-3%	22 %

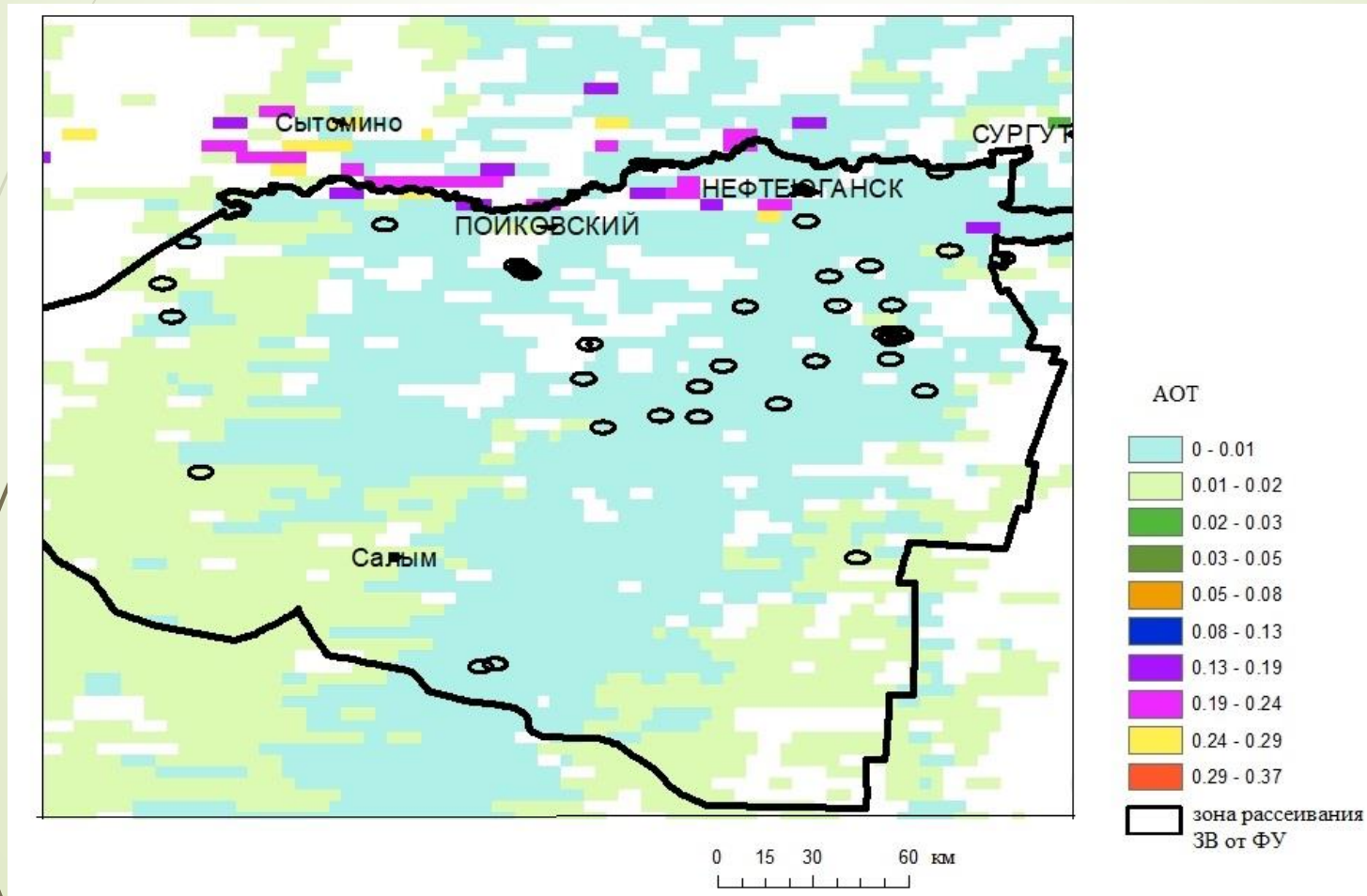
В снеговом покрове непосредственно под ФУ присутствуют бензапирен и тяжёлые металлы

В результате проведенного ГИС анализа выявлено, что леса подвержены риску аэрозольного загрязнения на площади 17058,41 га (1,4 % от общей площади лесов в Нефтеюганском районе), из них темнохвойных 1961,21 га (0,2 %), светлохвойных 4335,32 га (0,3 %), мелколиственных 10761,89 (0,9 %).



# КАРТА АЭРОЗОЛЬНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ ЗА 25.09.2020 НЕФТЕЮГАНСКОГО РАЙОНА ХМАО

По величине аэрозольной оптической толщи (АОТ) определяются запыленность атмосферы и принос антропогенного и минерального аэрозоля с воздушными массами.



Данные спутника CALIPSO, полученные с сервера The Atmospheric Science Data Center (ASDC) [<https://asdc.larc.nasa.gov/>]:

1) "LID\_L2\_VFM-Standard-V4-21" – набор данных лидара CALIOP уровня обработки L1B, включающий продукт "532 nm Total Attenuated Backscatter", представляющий собой величину полного излучения обратного рассеяния на длине волны 532 нм.

2) "LID\_L1-Standard-V4-11" – набор данных лидара CALIOP уровня обработки L2, включающий маски слоёв облачности и аэрозоля, а также их типов и характеристик.

► Для визуализации продуктов спутника CALIPSO обработка данных спутника CALIPSO проводилась в среде MATLAB. Был написан программный код, на основе которого были построены тематические изображения, представляющие собой синхронизированные по времени и географическим координатам вертикальные профили (от 0 до 15 км) полного излучения обратного рассеяния и маски слоёв облачности и аэрозоля, различных подтипов.

- ▶ За период с августа 2020 г. по январь 2021 г. было отобрано 13 случаев пролёта спутника CALIPSO над исследуемой территорией. Отбирались как дневные, так и ночные пролёты.

**30.08.2020 г.;**

12.09.2020 г.;

**13.09.2020 г.;**

**25.09.2020 г.;**

**26.09.2020 г.;**

8.10.2020 г.;

9.10.2020 г.;

22.10.2020 г.;

11.11.2020 г.;

24.11.2020 г.;

7.12.2020 г.; 2

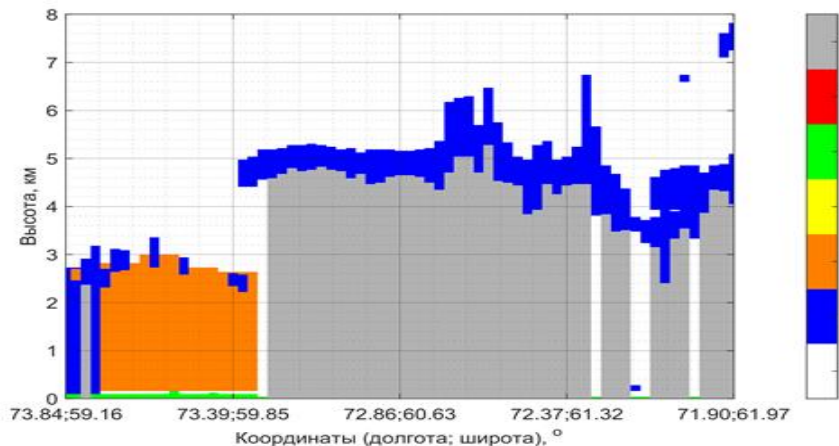
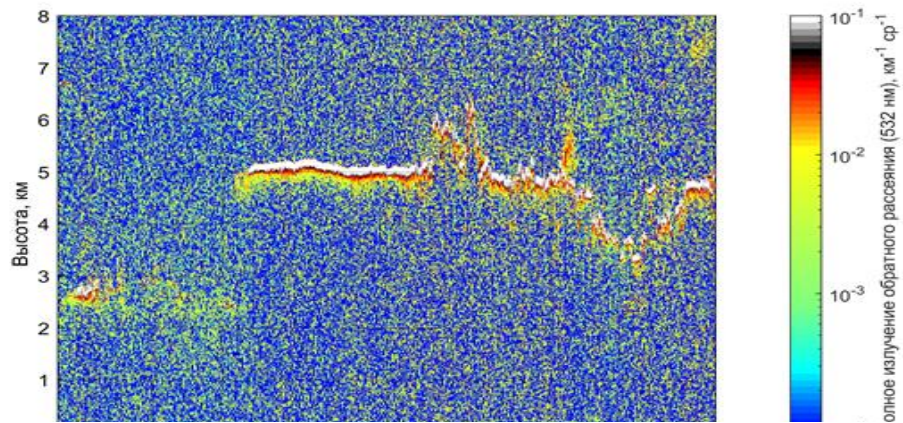
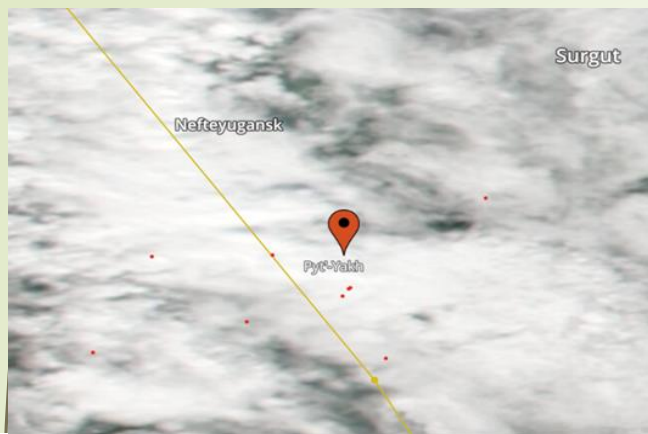
3.01.2021 г.;

24.01.2021 г.

Для каждого случая было получено спутниковое изображение в видимой области спектра (RGB-композит по данным радиометра VIIRS спутника Suomi NPP) с нанесёнными термальными аномалиями и траекторией спутника CALIPSO, а также вертикальные профили (от 0 до 8 км) полного излучения обратного рассеяния на длине волны 532 мм по данным радара CPR (спутник CALIPSO), вертикальные маски слоёв облачности и аэрозоля по данным радара CPR (спутник CALIPSO) и маски слоёв аэрозоля различных подтипов вдоль отрезка траектории спутника CALIPSO.

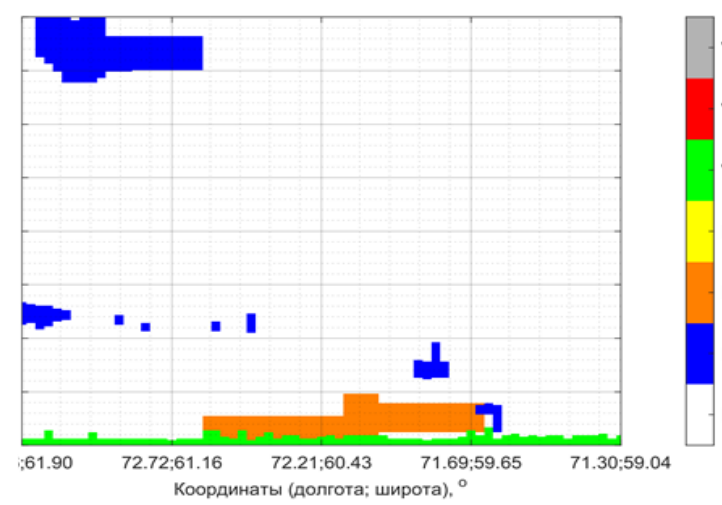
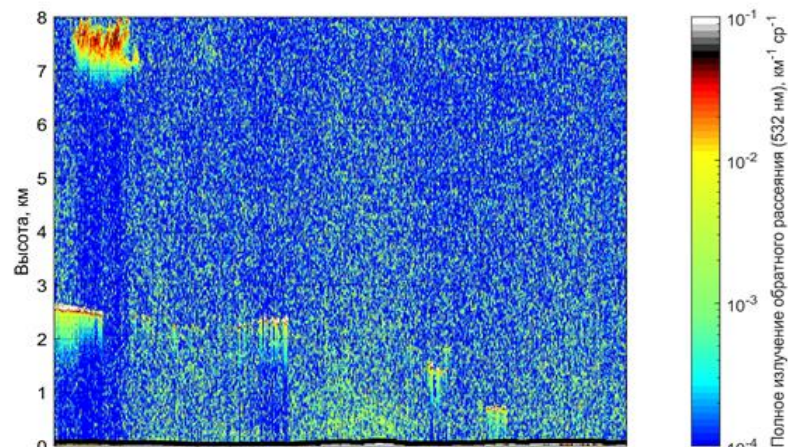
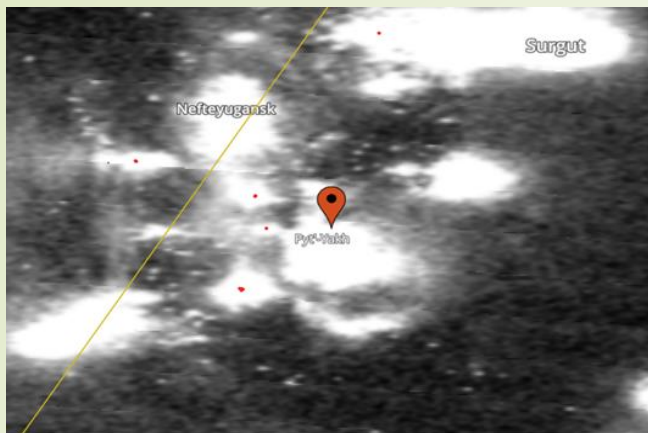


30.08.2020 г.



RGB-изображение и термальные аномалии (красные точки) по данным спектро радиометра VIIRS (спутник Suomi NPP) и траектория спутника CALIPSO (жёлтая линия) (А), а также профиль полного излучения обратного рассеяния на длине волны 532 мм (Б), маска слоёв аэрозоля различных подтипов (В) и маска слоёв облачности и аэрозоля (II – облако, III – тропосферный аэрозоль) (Г) вдоль отрезка траектории спутника CALIPSO

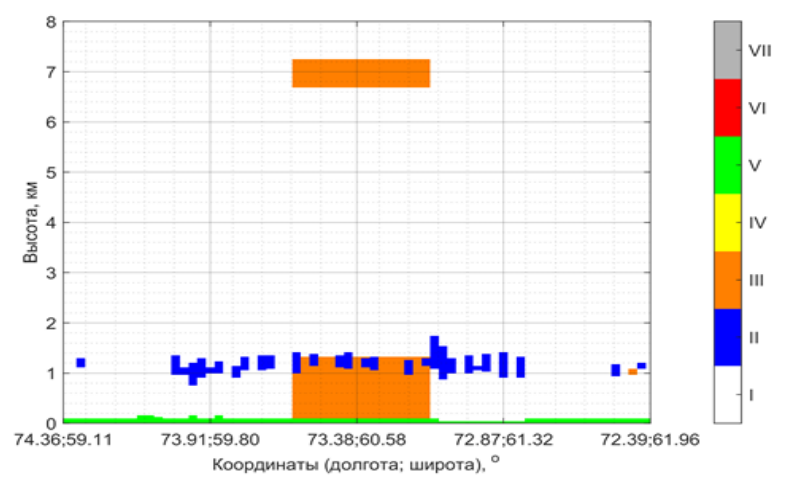
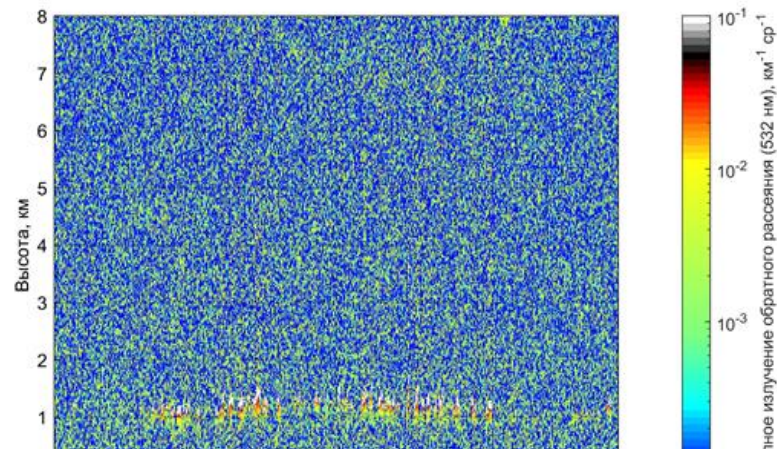
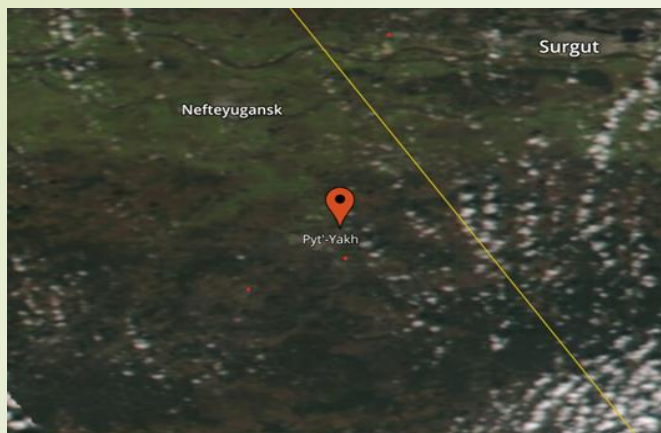
13.09.2020



RGB-изображение и термальные аномалии (красные точки) по данным спектрорадиометра VIIRS (спутник Suomi NPP) и траектория спутника CALIPSO (жёлтая линия) (А), а также профиль полного излучения обратного рассеяния на длине волны 532 нм (Б), маска слоёв аэрозоля различных подтипов (В) и маска слоёв облачности и аэрозоля (II – облако, III – тропосферный аэрозоль) (Г) вдоль отрезка траектории спутника CALIPSO



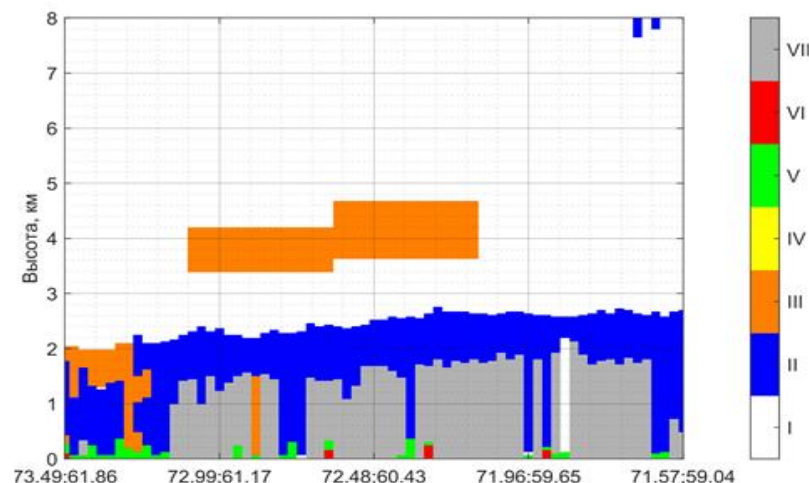
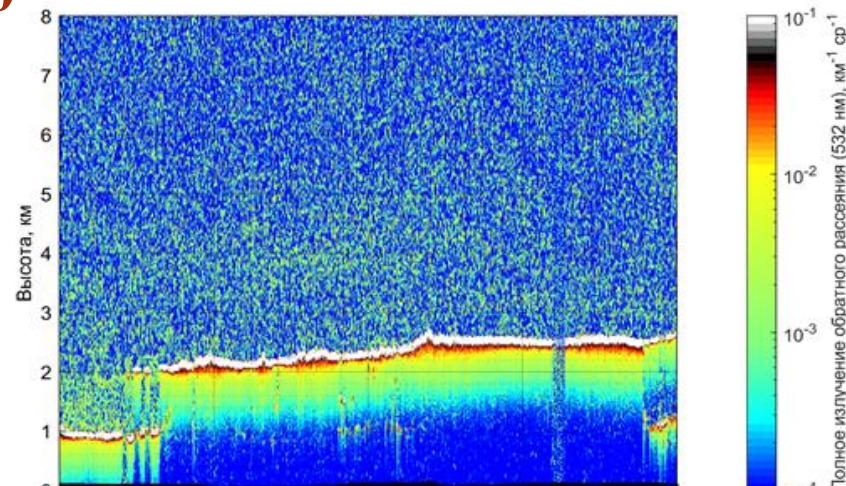
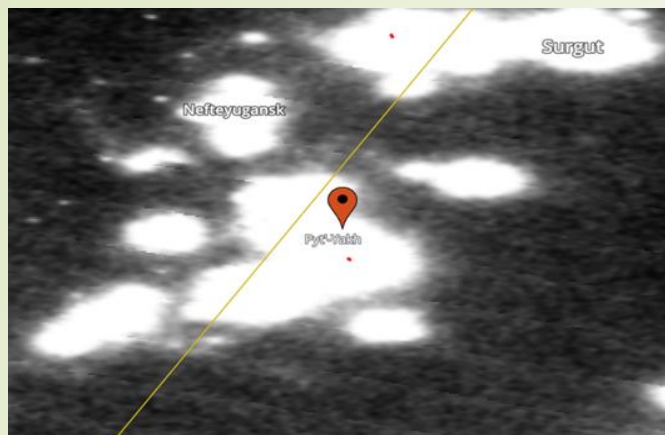
25.09.2020



RGB-изображение и термальные аномалии (красные точки) по данным спектро радиометра VIIRS (спутник Suomi NPP) и траектория спутника CALIPSO (жёлтая линия) (А), а также профиль полного излучения обратного рассеяния на длине волны 532 нм (Б), маска слоёв аэрозоля различных подтипов (В) и маска слоёв облачности и аэрозоля (II – облако, III – тропосферный аэрозоль) (Г) вдоль отрезка траектории спутника CALIPSO



26.09.2020



RGB-изображение и термальные аномалии (красные точки) по данным спектро радиометра VIIRS (спутник Suomi NPP) и траектория спутника CALIPSO (жёлтая линия) (А), а также профиль полного излучения обратного рассеяния на длине волны 532 мм (Б), маска слоёв аэрозоля различных подтипов (В) и маска слоёв облачности и аэрозоля (II – облако, III – тропосферный аэрозоль) (Г) вдоль отрезка траектории спутника CALIPSO

## Заключение

В результате проведенного ГИС анализа выявлено, что среднетаежные леса Нефтеюганского района ХМАО подвержены риску аэрозольного загрязнения на площади 17058,41 га (1,4 % от общей площади лесов в Нефтеюганском районе), из них темнохвойных 1961,21 га (0,2 %), светлохвойных 4335,32 га (0,3 %), мелколиственных 10761,89 (0,9 %).

Комплексное использование данных Landsat и CALIPSO позволяет получить оценку экологического состояния районов нефтегазодобычи, выявить особенности распространения дымов и аэрозолей от сжигания ПНГ, определить области возможного загрязнения территории, на которые необходимо обратить внимание при организации геоэкологического мониторинга.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН, финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (НИОКТР 121031500048-1) и государственного задания ИМКЭС СО РАН (НИОКТР 121031300154-1).



***Спасибо за внимание!***

