

# МИКРОПЛАСТИК В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (2019-2020 ГГ.)

Малыгина Н.С., Бирюков Р.Ю., Золотов Д.В., Курятникова Н.А., Митрофанова Е.Ю., Першин Д.П.,  
Черных Д.В.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия

E-mail: [natmgn@gmail.com](mailto:natmgn@gmail.com), [rubiryukov@mail.ru](mailto:rubiryukov@mail.ru), [zolotov@iwep.ru](mailto:zolotov@iwep.ru), [ryabchinnatalia@gmail.com](mailto:ryabchinnatalia@gmail.com),  
[emit@iwep.ru](mailto:emit@iwep.ru), [dmitrypersh@gmail.com](mailto:dmitrypersh@gmail.com), [chernykhd@mail.ru](mailto:chernykhd@mail.ru)

# Актуальность

Микропластик – это частицы пластика и/или микроволокна размером менее 5 мм, которые могут сохраняться в окружающей среде в течение длительных периодов времени.

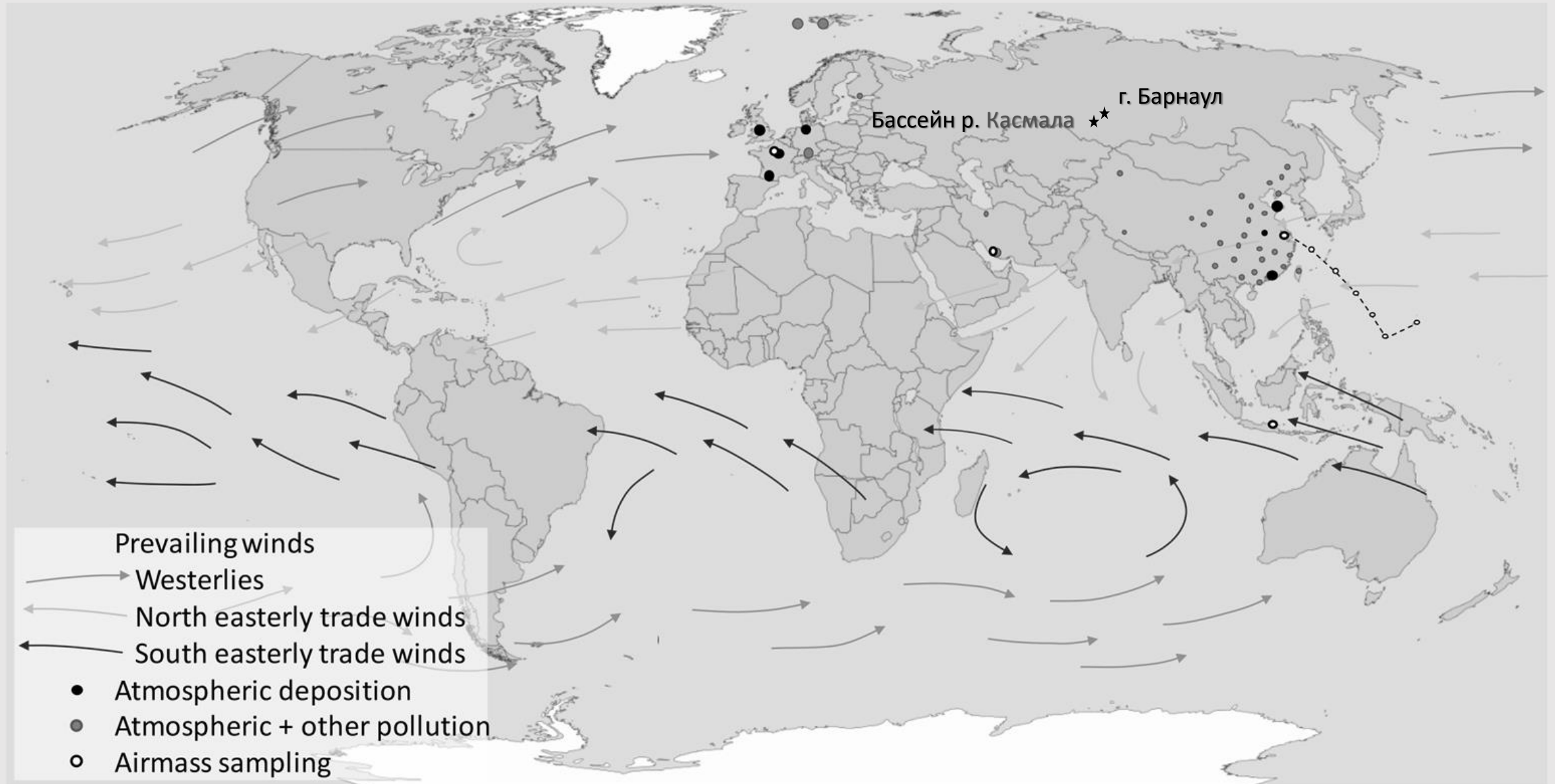
Микропластик идентифицируются не только в районах с интенсивной антропогенной деятельностью, но и на необитаемых островах, в донных отложениях на больших глубинах, в полярных регионах [Zhang et al., 2019].

Среди основных каналов поступления микропластика в окружающую среду в последнее время особо выделяют атмосферный перенос, при этом атмосферные осадки (в виде дождя и снега) способствуют осаждению микропластика на подстилающую поверхность.

Вклад атмосферного канала в поступление микропластика наглядно продемонстрирован как в горах (Пиренеи), где были идентифицированы 249 его фрагментов [Allen et al., 2019], так и в Арктике – на основе анализа снежного покрова [Bergmann et al., 2019]. При этом, в ряде работ показано, что микропластик в воздушной среде может транспортироваться имея различные формы [Liu et al., 2019].

Атмосферные осадки (в виде дождя и снега) способствуют осаждению микропластика на подстилающую поверхность, а его частицы могут выступать в качестве ядер конденсации, что было убедительно доказано при лабораторном эксперименте [Ganguly M., Ariya P. A., 2019]. Данный факт, подтверждается и наличием корреляционной зависимости между количеством микропластика в снежном покрове урбанизированных территорий и числом снегопадов [Wright et al., 2020].

# Картографическое представление исследований по атмосферному поступлению и переносу микропластика (опубликованных до 2020 г.)



# Методы исследования

Образцы снежного покрова отбирали в г. Барнаул и его окрестностях в период максимального снегонакопления (начало марта) 2020 г. с соблюдением требований, разработанных в Норвежском институте по исследованию воздуха [Ask et al., 2016]. Данные требования позволяют исключать взаимодействие образцов с пластиком во время отбора, транспортировки и анализа, так как для отбора используется специально подготовленная стеклянная или металлическая посуда и инструменты.

По мере поступления в лабораторию образцы снега таяли при комнатной температуре в закрытых алюминиевой фольгой стеклянных контейнерах, а затем фильтровали через стекловолоконные фильтры (диаметр пор 0,2 мкм).

Визуальную оценку микрочастиц проводили с использованием цифрового микроскопа Dino-Lite AM211 и программного обеспечения Dino Capture 2.0. Также использовали флуоресцентный краситель и лампу с длиной волны 360 нм [Hengstmann and Fischer, 2019].



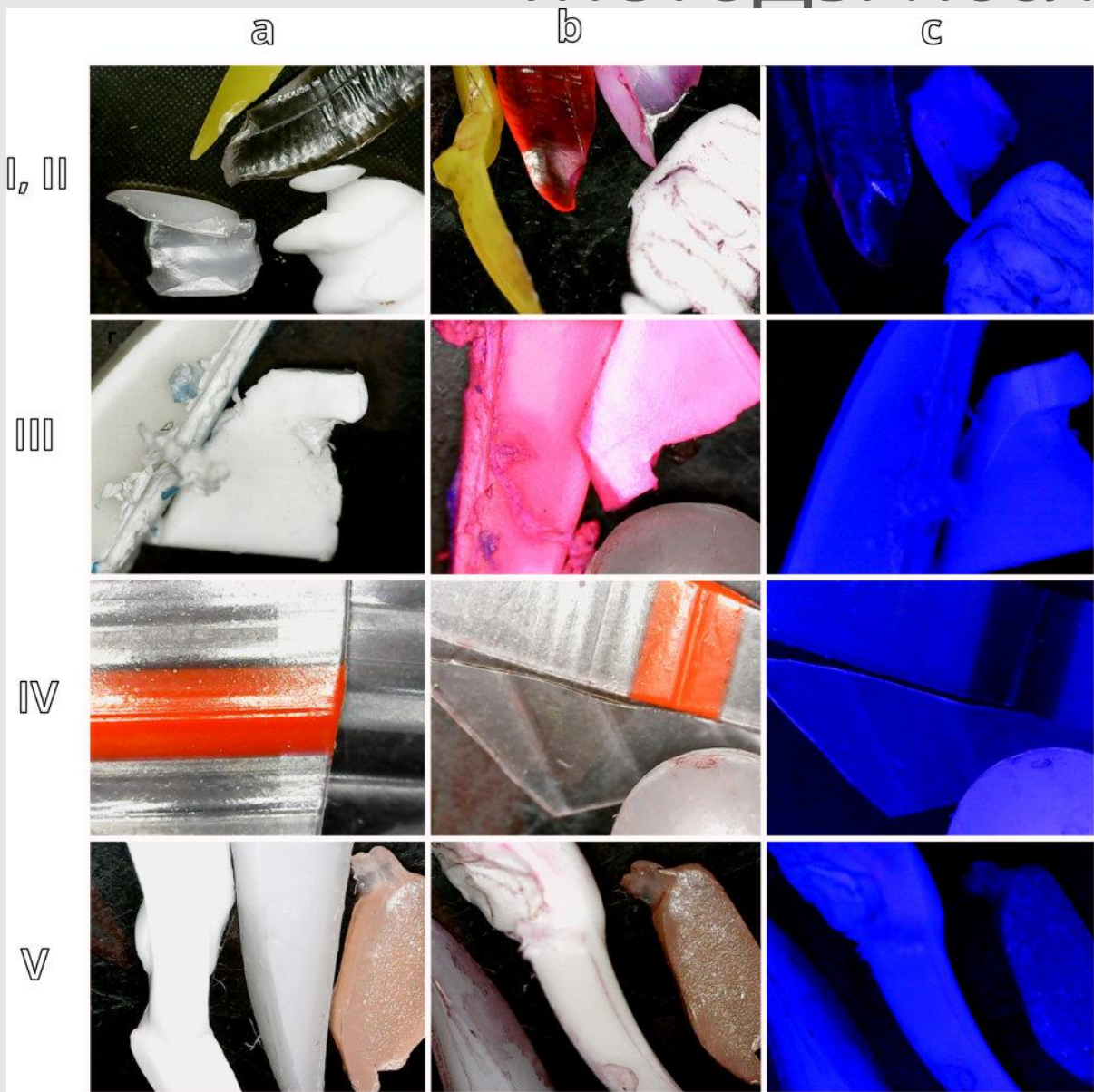
# Методы исследования

Для кластеризации полученных результатов применяли метод снижения размерности данных (англ. Principal Components Analysis – PCA) и построение биплотов (англ. biplot) в XLSTAT, позволяющих оценить распределение результатов по типам пластика идентифицированным в разных точках отбора. Все основные операции ГИС-анализа и компоновка оригинал-макетов карт были выполнены в среде ESRI ArcGIS Pro 2.5.0.

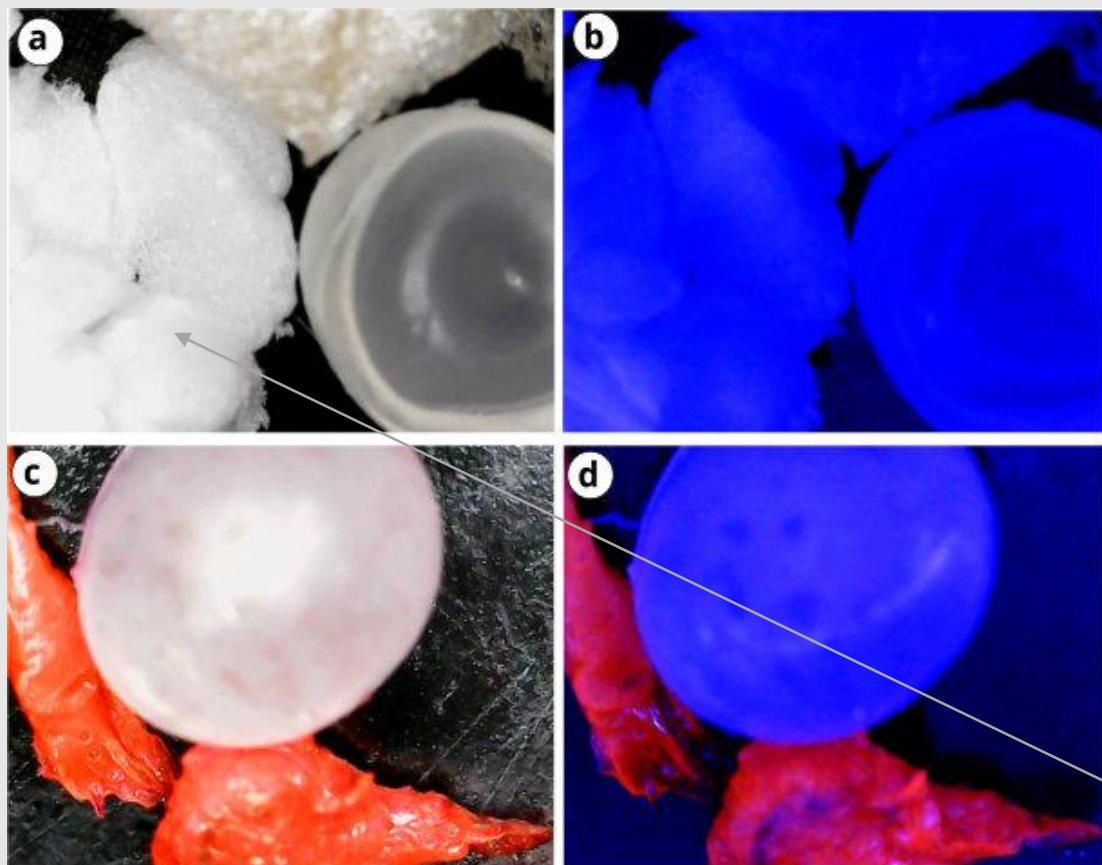
Для изучения атмосферного распространения и осаждения частиц проводили анализ синоптических условий холодного периода 2019-2020 гг. в районе г. Барнаул, на основе данных реанализа NCEP/NCAR из Национального центра прогнозирования состояния окружающей среды (National Centers for Environmental Prediction – NCEP) и Национального центра атмосферных исследований (National Center for Atmospheric Research – NCAR) [33], а также реанализа ERA5 Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF), а также обратных частотных траекторий движения воздушных масс – модель Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT)



# Методы исследования



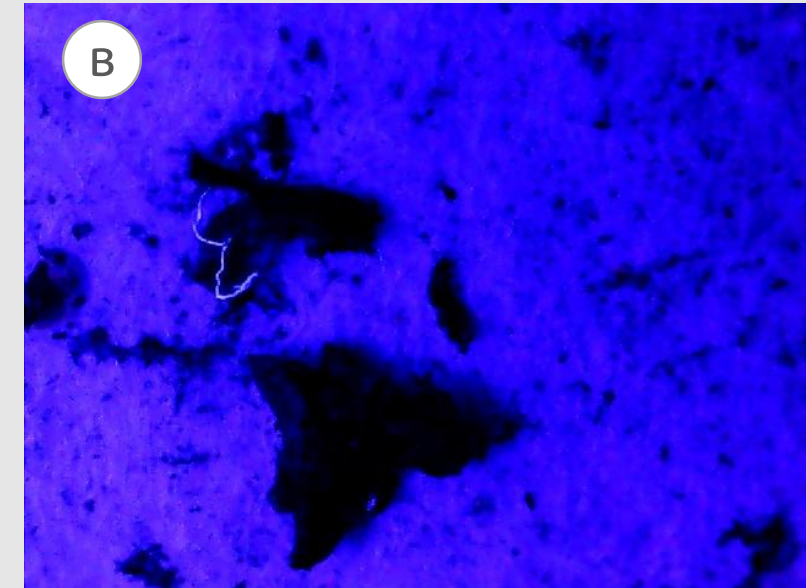
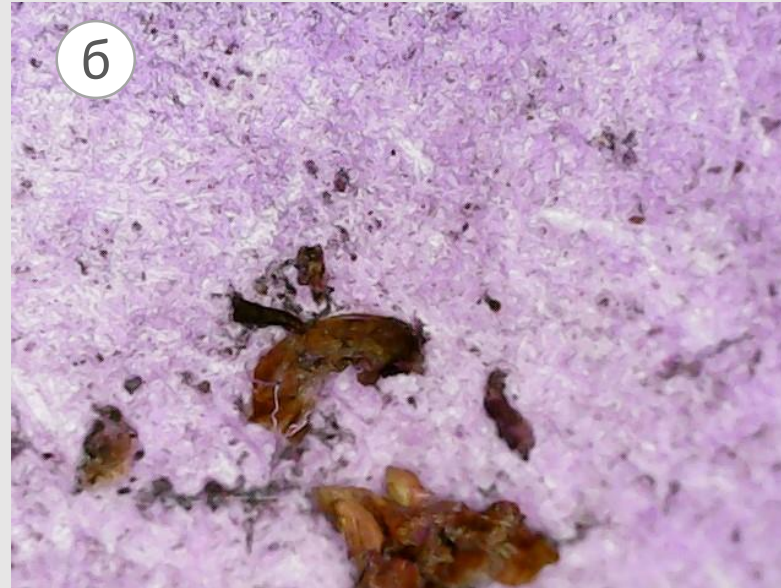
Тип пластмассы	Описание Description
I	Полиэтилентерефталат (лавсан)/ Polyethylene terephthalate (lavsan)
II	Полиэтилен высокой плотности (низкого давления)/ High density polyethylene (low pressure)
III	Поливинилхлорид/ Polyvinylchloride
IV	Полиэтилен низкой плотности (высокого давления)/ Low density polyethylene (high pressure)
V	Полипропилен/ Polypropylene
VI	Полистирол/ Polystyrene



Тип пластмассы	Описание Description
I	Полиэтилентерефталат (лавсан)/ Polyethylene terephthalate (lavsan)
II	Полиэтилен высокой плотности (низкого давления)/ High density polyethylene (low pressure)
III	Поливинилхлорид/ Polyvinylchloride
IV	Полиэтилен низкой плотности (высокого давления)/ Low density polyethylene (high pressure)
V	Полипропилен/ Polypropylene
VI	Полистирол/ Polystyrene

# Результаты

Бассейн р. Касмала (март 2020 г.)



а - фильтр при обычном освещении

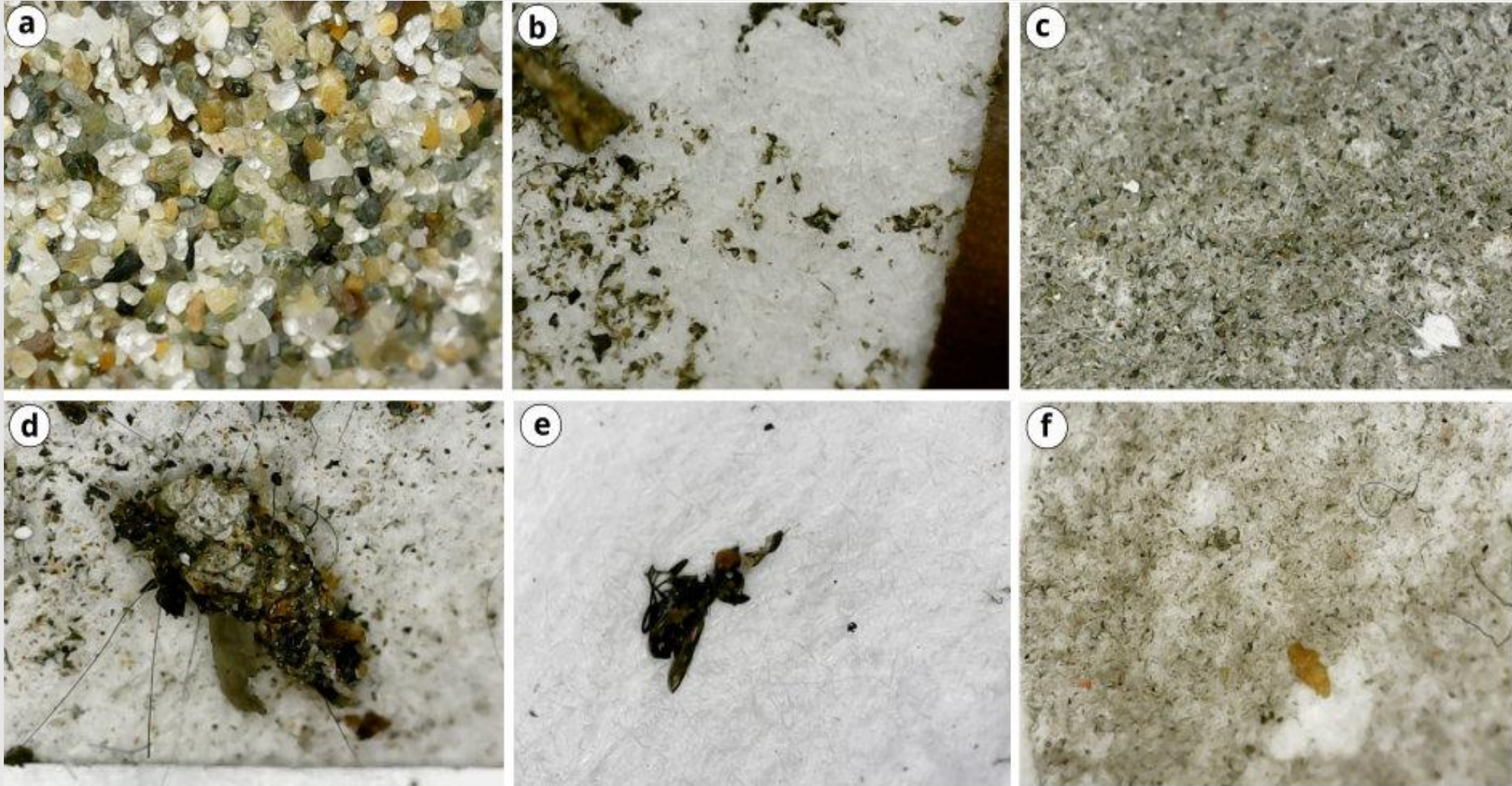
б - фильтр окрашенный флуоресцентным красителем при обычном освещении

в - фильтр окрашенный флуоресцентным красителем в ультрафиолете



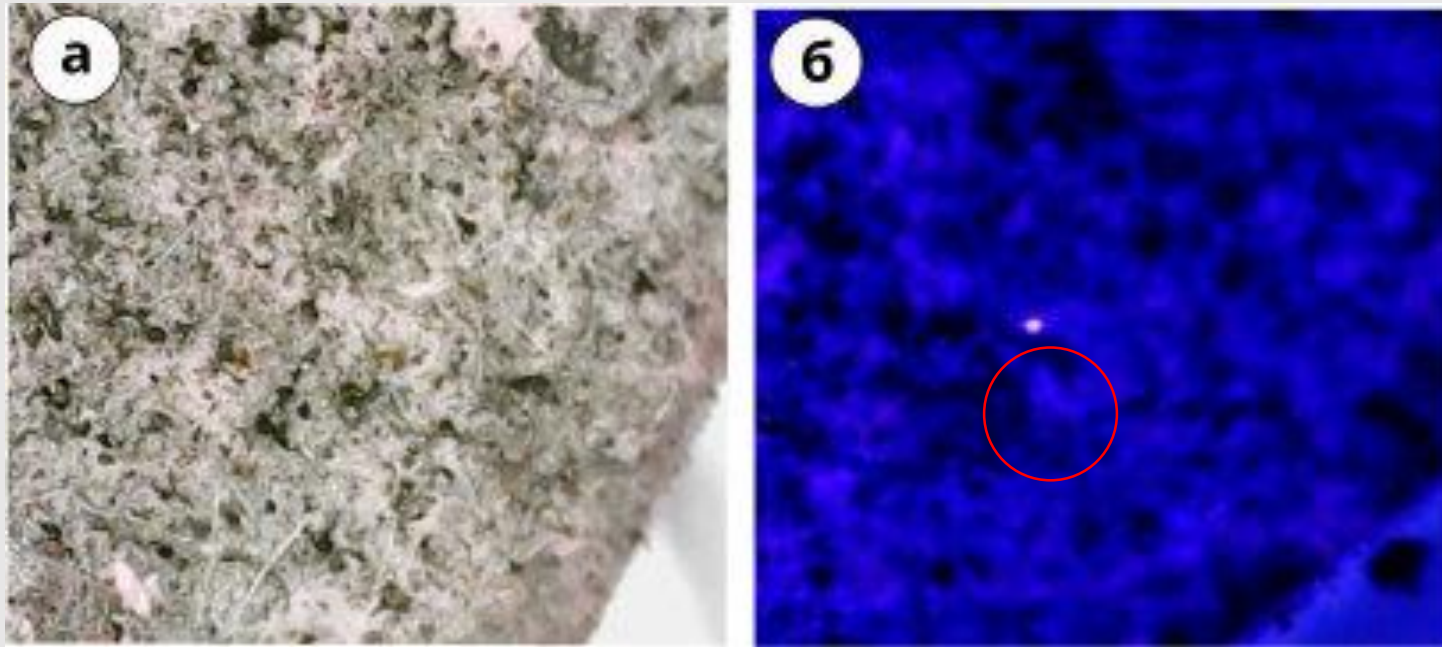
# Результаты

В ходе проведения визуальной идентификации в пробах отобранных в г. Барнаул и его окрестностях было обнаружено большое количество частиц имеющих разнообразную форму и окраску



# Результаты

На следующем этапе флуоресцентным красителем окрашивали фильтры с 18 точек (г. Барнаул и его окрестности) и проводили их повторное микроскопирование с фотофиксацией результатов как при обычном, так и при ультрафиолетовом освещении.

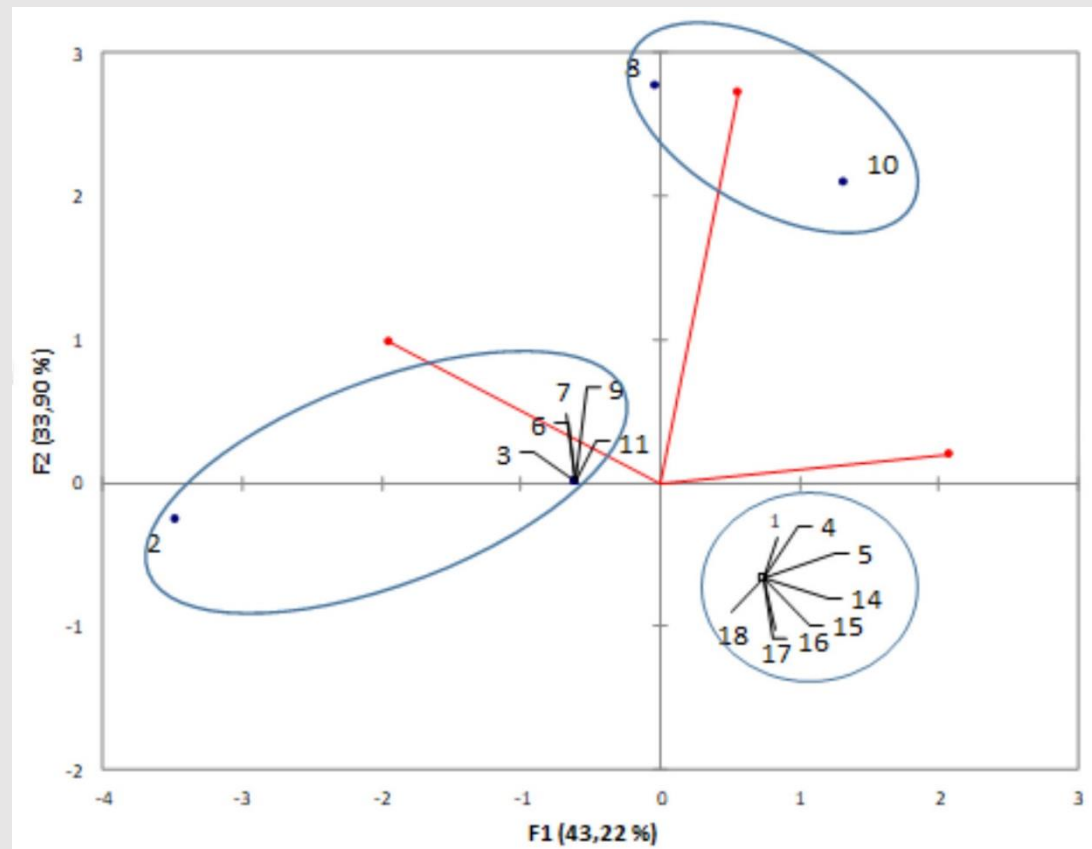


Окрашенный фильтр при обычном (а) и ультрафиолетовом освещении (б).

Красным цветом выделена частица микропластика.

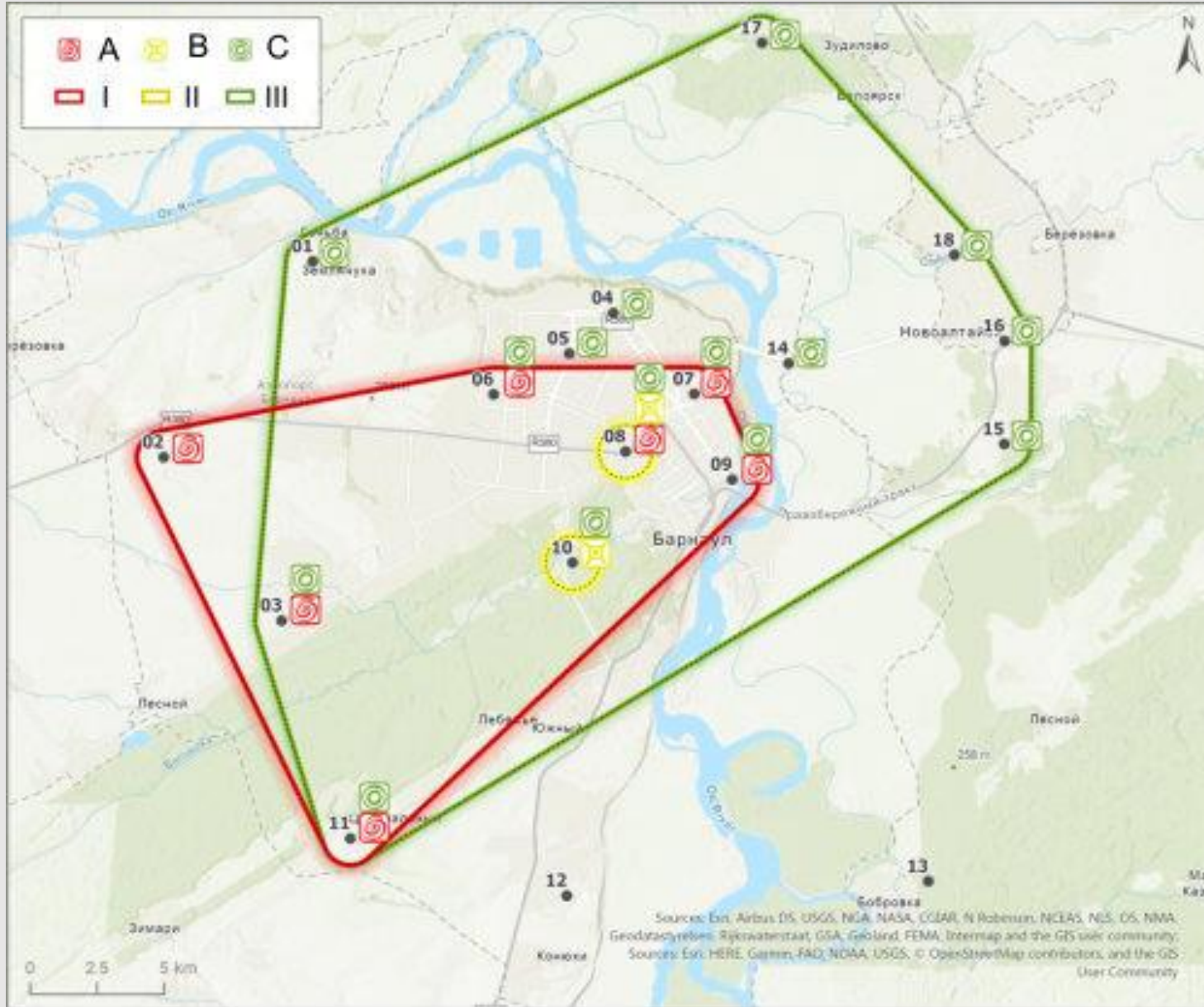
# Результаты

Для кластеризации полученных результатов использовали метод снижения размерности данных (англ. Principal Components Analysis – PCA) и построение биплотов (англ. biplot) в XLSTAT, позволяющих оценить распределение результатов по типам пластика идентифицированным в точках отбора



PCA biplot трех форм (гранулы, пленки и волокна) микропластика, обнаруженного в снежном покрове г. Барнаул и его окрестностях

# Результаты



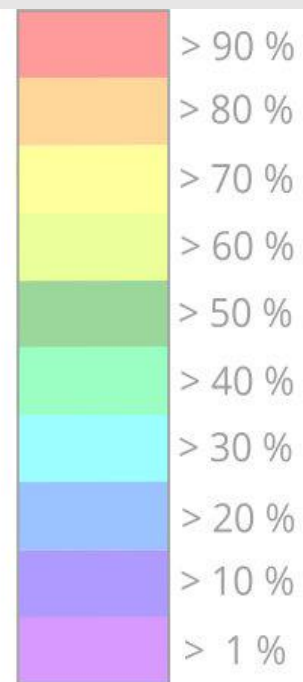
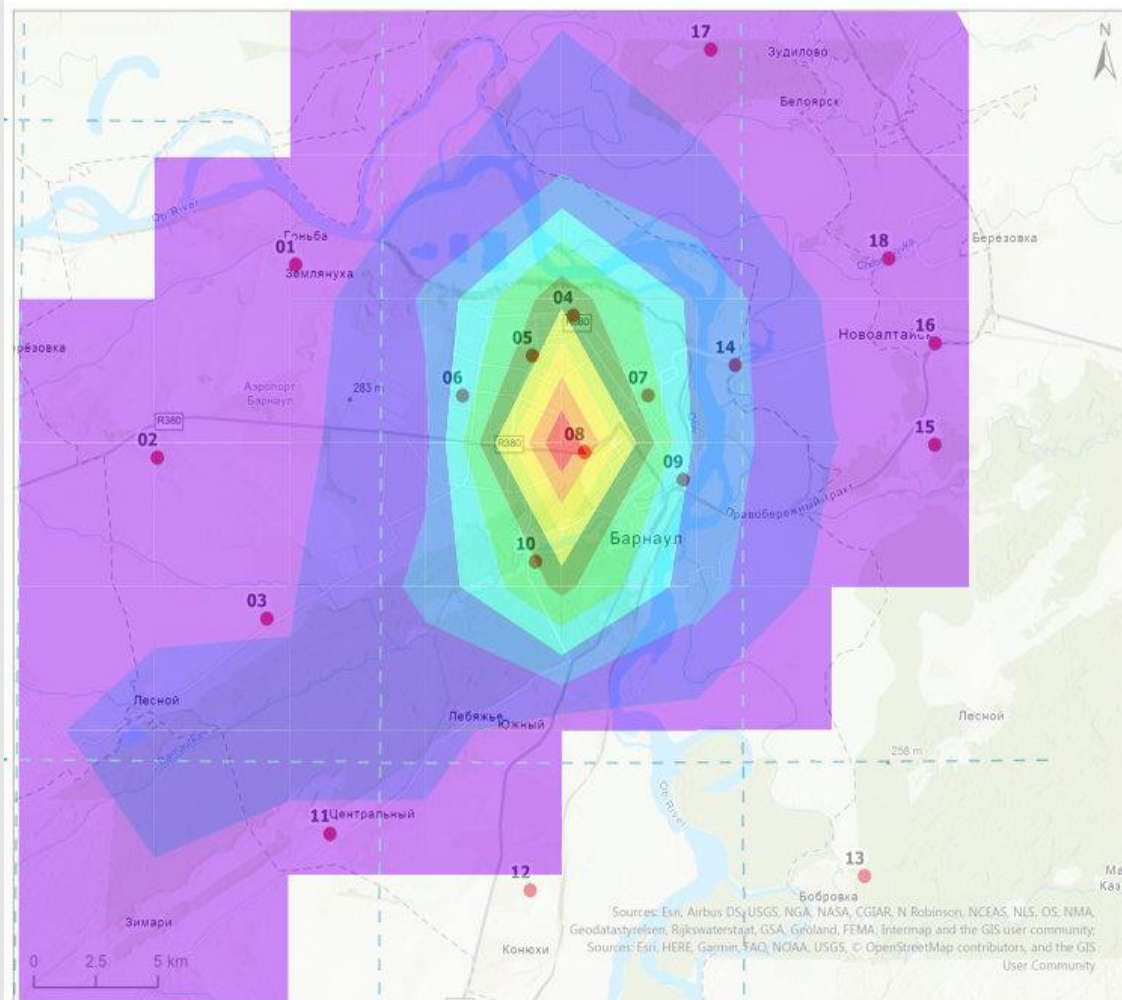
Предварительные ареалы распространения микропластика в г. Барнаул и его окрестностях

Точки обнаружения: А – волокна микропластика, В – пленки микропластика, С – гранулы микропластика.

Ареалы: I – волокна микропластика, II – пленки микропластика, III – гранулы микропластика.

Номера точек отбора проб: 1 – Гоньба, 2 – Новомихайловка, 3 – Власиха, 4 – пр-кт Космонавтов, 5 – ул. Малахова, 6 – Мизюлинская роща, 7 – парк Изумрудный, 8 – перекресток Павловский тракт – проспект Строителей, 9 – Старый базар, 10 – р. Барнаулка, 11 – Черницк, 12 – Бельмесево, 13 – Бобровка, 14 – Мост, 15 – Санниково, 16 – Правобережный тракт, 17 – Мыльниково, 18 – Новоалтайск

# Результаты

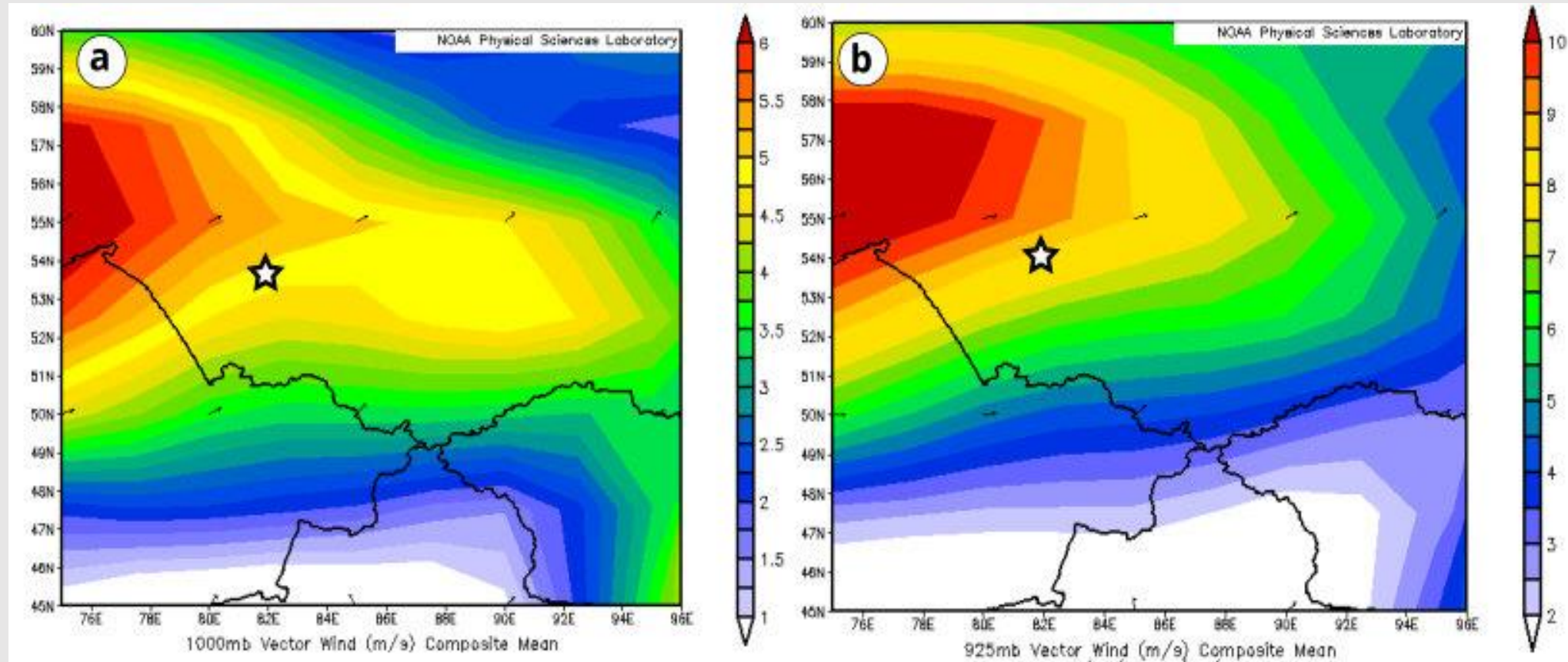


На высотах пограничного слоя атмосферы по данным ERA5 в HYSPLIT были рассчитаны среднемесячные частотные обратные траектории движения воздушных масс.

Именно этот параметр высот - ПСА успешно используют при определении региональных источников поступления микропластика [Allen et al., 2019].

Полученные результаты показали, что для 16 точек в которых был определен микропластик, основные источники его атмосферного поступления располагались на незначительном удалении.

# Результаты



Средние скорости (м/с) и направления ветра (стрелки) на уровне 1000 мб (а) и 925 мб (б) в период с 7 ноября 2019 года по 1 марта 2020 года (звездочка – район отбора проб)

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-05-50055 «Диагностика природных (первичные биологические аэрозоли) и антропогенных (микропластик) микрочастиц в геосредах внутриконтинентальных экосистем на основе ландшафтно-интерпретационного подхода»**