

XX МЕЖДУНАРОДНАЯ ОТКРЫТАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ОСВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»
ИКИ РАН



**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДА УФЫ
И ОЦЕНКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ И СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**



Васильев Д.Ю., Семенов В.А., Чибилев А.А.



Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва
Институт географии РАН, Москва
Институт степи УрО РАН, Оренбург



МОСКВА - 2022

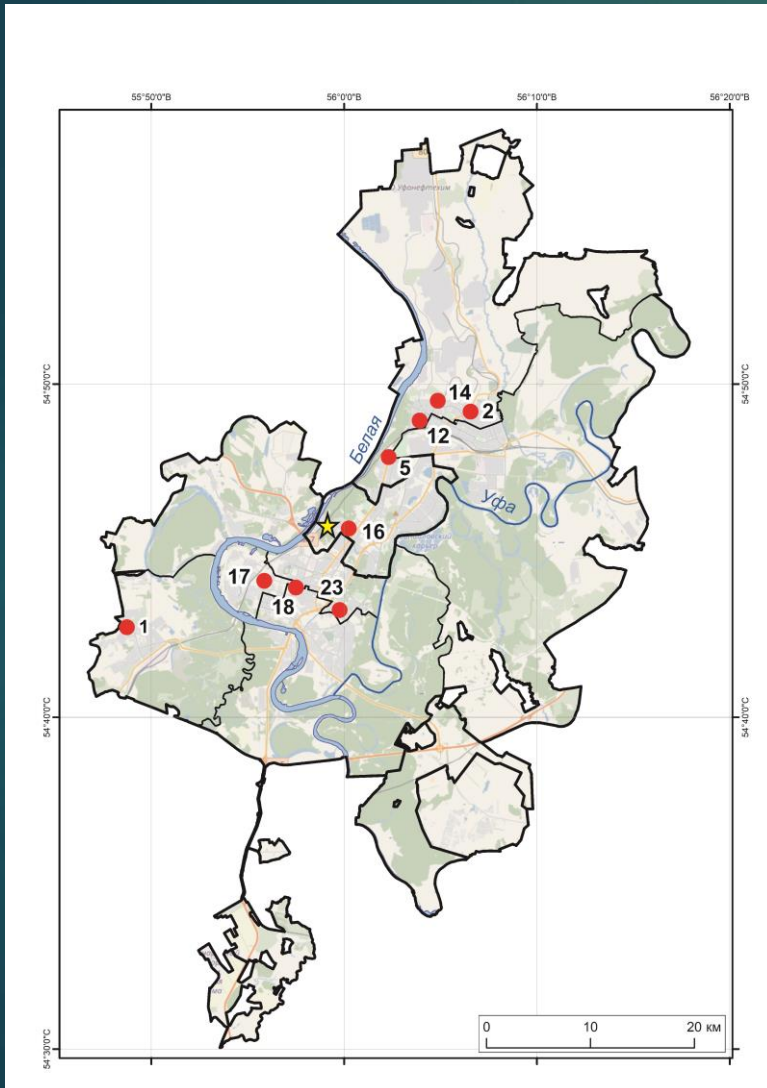
ПЛАН

- ❑ Актуальность
- ❑ Исследуемая территория и используемые данные
- ❑ Методы исследования
- ❑ Результаты
- ❑ Выводы
- ❑ Благодарности

АКТУАЛЬНОСТЬ

- ❑ *Алексеева М.Н., Рапута В.Ф., Ярославцева Т.В., Яценко И.Г.* Оценка атмосферного загрязнения при сжигании попутного газа по данным дистанционных наблюдений теплового излучения // *Оптика атмосферы и океана.* 2019. Т. 32. № 11. С. 915-919.
- ❑ *Еланский Н.Ф., Локощенко М.А., Беликов И.Б., Скороход А.И., Шумский Р.А.* Изменчивость газовых примесей в приземном слое атмосферы Москвы // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2007. Т. 43. № 2. С. 246-259.
- ❑ *Клюев Н.Н.* Качество атмосферного воздуха российских городов в 1991-2016 гг. // *Известия РАН. Серия географическая.* 2019. № 1. С. 14-23.
- ❑ *Кузнецова И.Н.* Влияние метеорологических условий на загрязнение воздуха города Москвы в летних эпизодах 2010 г. // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2012. Т. 48. № 5. С. 566-577.
- ❑ *Hombari F.J., Pazhoh F.* Synoptic analysis of the most durable pollution and clean waves during 2009-2019 in Tehran City (capital of Iran) // *Natural Hazards.* 2022. V. 110. PP. 1247-1272. DOI: 10.1007/s11069-021-04990-5
- ❑ *Sicard P., Agathokleouz E., De Marco A., Paoletti E., Catayud V.* Urban population exposure to air pollution in Europe over the last decades // *Environmental Sciences Europe.* 2021. V.33. № 28. PP. 1-12. DOI: 10.1186/s12302-020-00450-2
- ❑ *Shafie S.H.M., Mahmud M., Mohamad S., Rameli N.L.F., Abdullah R., Mohamed A.F.* Influence of urban air pollution on the population in Klang Valley, Malaysia: a spatial approach // *Ecological Processes.* 2022. V. 11. № 3. PP. 1-16. DOI: 10.1186/s13717-021-00342-0

ИССЛЕДУЕМАЯ ТЕРРИТОРИЯ



Карта города Уфы : красными точками обозначены 9 стационарных станций государственной наблюдательной сети за состоянием окружающей среды; жёлтой звездочкой – расположение метеорологического вертикального температурного профилемера (МТП-5). Слой карты, содержащий лесные массивы, гидрографию местности, автомобильную инфраструктуру и городские постройки, сгенерирован с использованием приложения Яндекс-карты (<https://yandex.ru/maps>)

ИССЛЕДУЕМАЯ ТЕРРИТОРИЯ

Номер и адрес станции	Географические координаты		Абсолютная высота местности, м
1. ул. Минская д. 64	54°42'38"с.ш.	55°48'53"в.д.	100
2. ул. Свободы д. 29	54°49'13"с.ш.	56°06'27"в.д.	144
5. ул. Проспект Октября д. 141	54°47'51"с.ш.	56°02'19"в.д.	156
12. ул. Мира д. 12	54°48'47"с.ш.	56°04'02"в.д.	145
14. ул. Ульяновых д. 57	54°49'32"с.ш.	56°04'21"в.д.	152
16.ул. Проспект Октября д. 65/4	54°45'39"с.ш.	56°00'15"в.д.	188
17.ул. Гафури д. 101	54°44'5.9"с.ш.	55°55'55"в.д.	155
18.ул. Достоевского д. 102/1	54°43'82"с.ш.	55°57'29"в.д.	162
23.ул. Степана Злобина д. 11	54°43'12"с.ш.	55°59'49"в.д.	150

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ



Метеорологический температурный профилемер
МТП-5



Метеорологическая станция в городе Уфа (Дёма)

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Интегральный показатель загрязнения атмосферы, который рассчитывается по формуле:

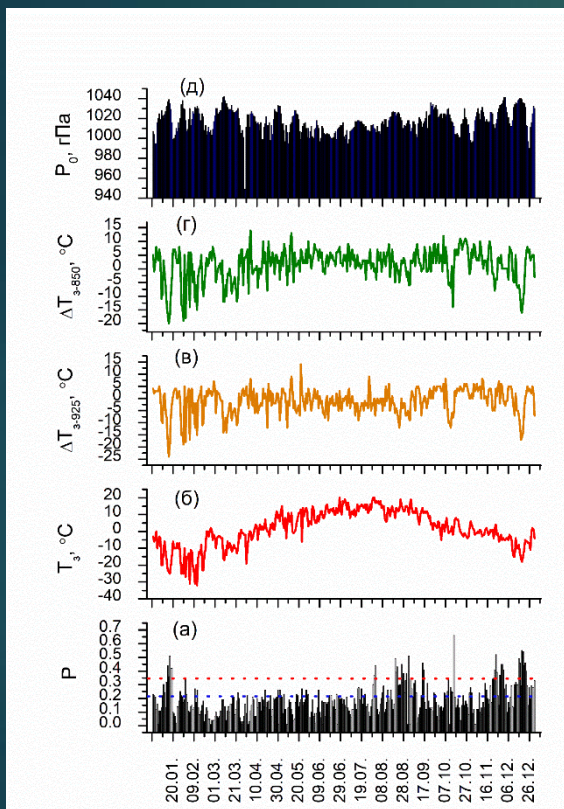
$$P = \frac{m}{n},$$

где n – общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных постах;

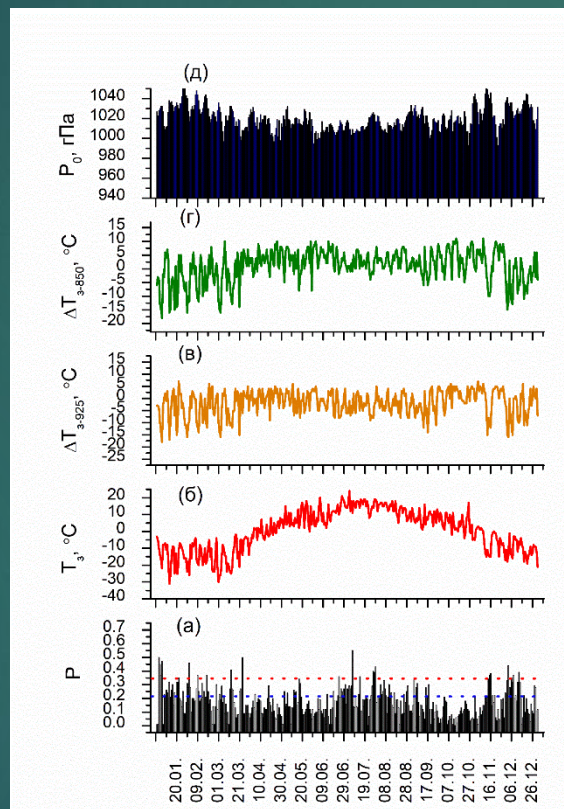
m – количество наблюдений в течение этого же дня с концентрациями q (мг/м³), которые превышают среднее значение $q_{\text{ср}}$ более чем в 1.5 раза ($q > 1.5q_{\text{ср}}$).

Таким образом, параметр P представляет собой отношение количества существенно превышенных концентраций (относительно среднего значения) к общему числу измерений в течение дня.

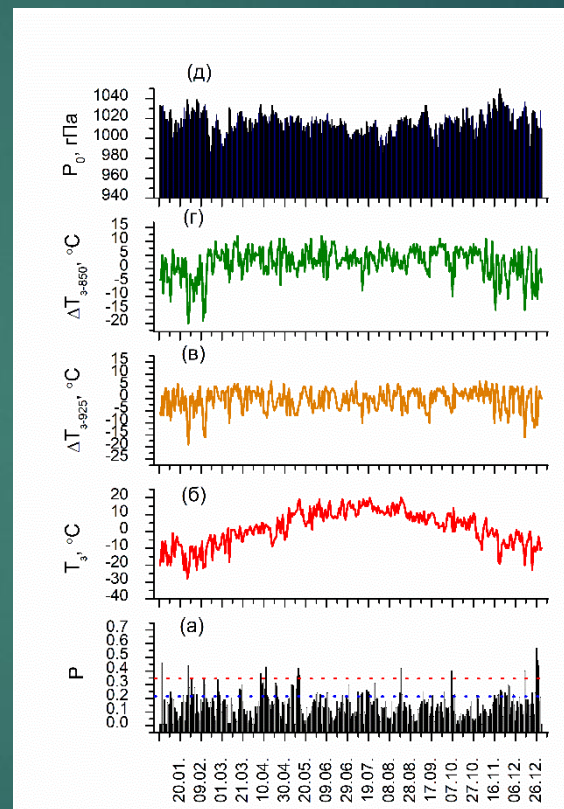
РЕЗУЛЬТАТЫ



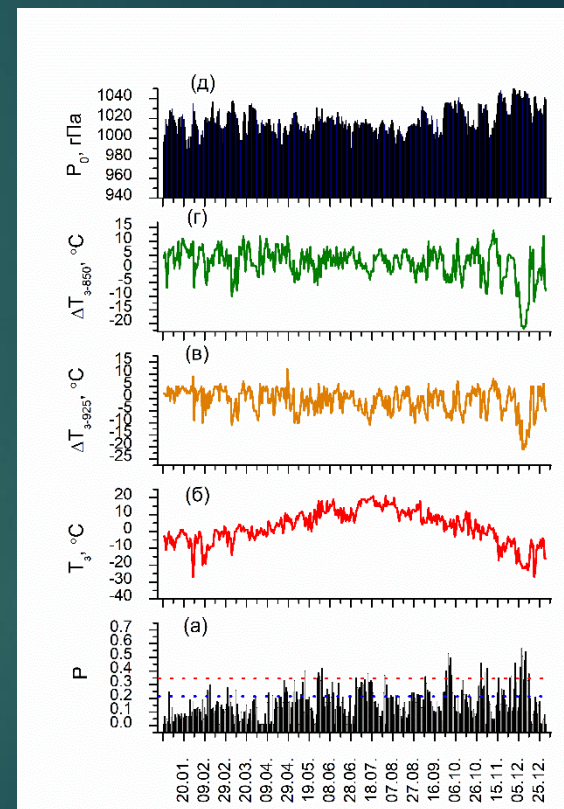
2017 год



2018 год



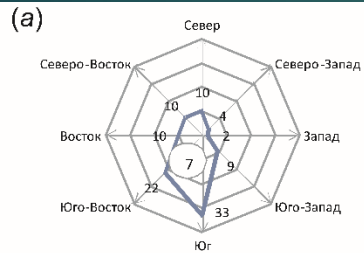
2019 год



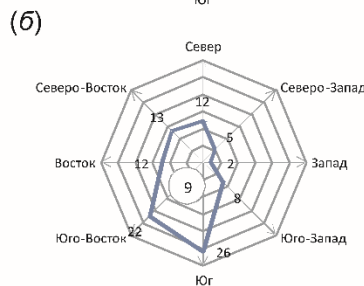
2020 год

РЕЗУЛЬТАТЫ

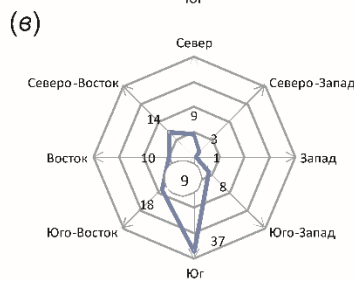
2017 г.



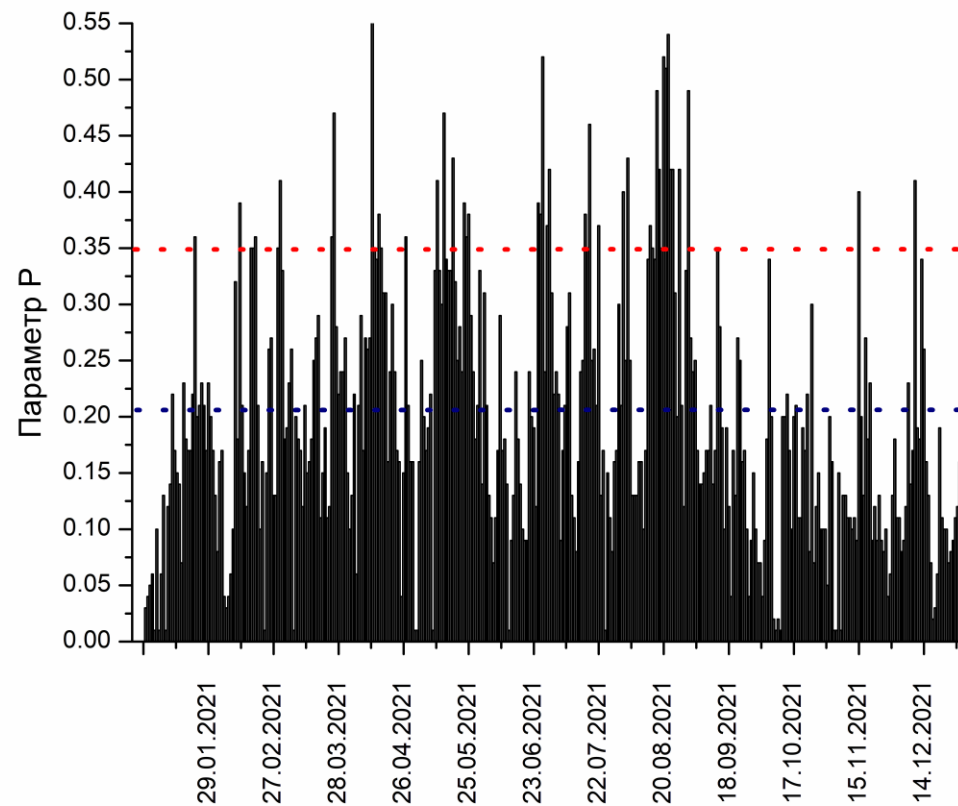
2018 г.



2019 г.



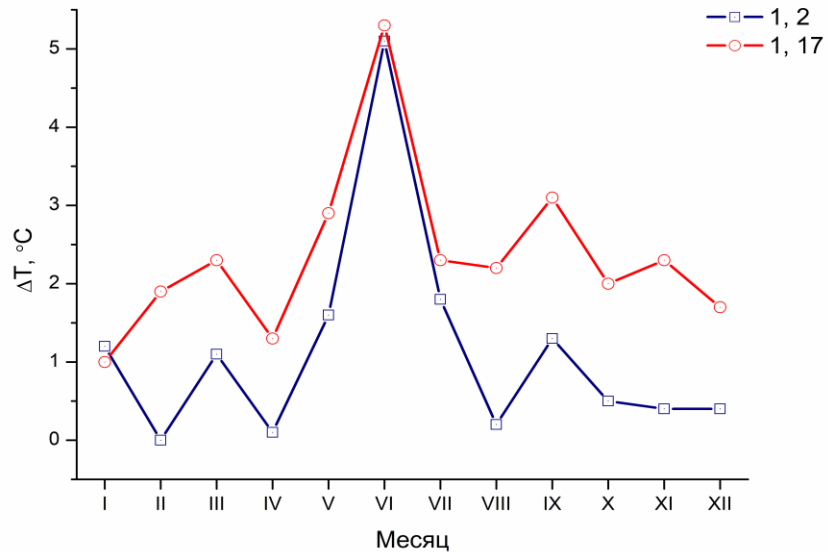
2020 г.



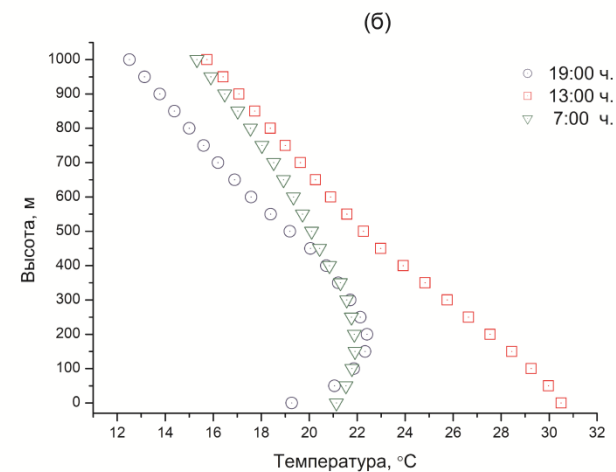
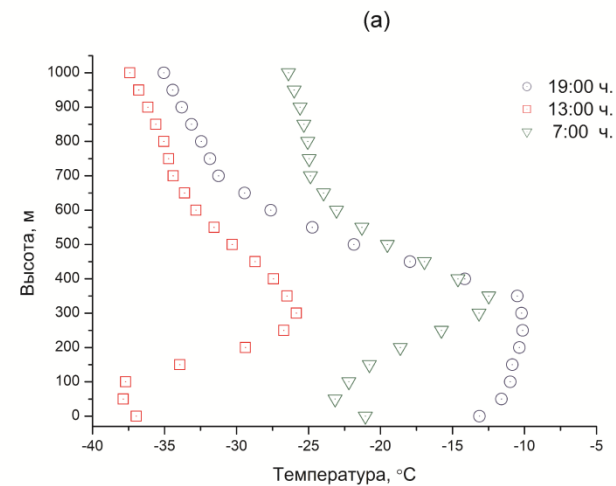
Суточные колебания обобщенного показателя загрязнения воздуха (параметр P) города Уфы в 2021 г.

Синим и красным пунктиром указаны соответственно повышенный и относительно высокий уровни загрязнения атмосферы

РЕЗУЛЬТАТЫ

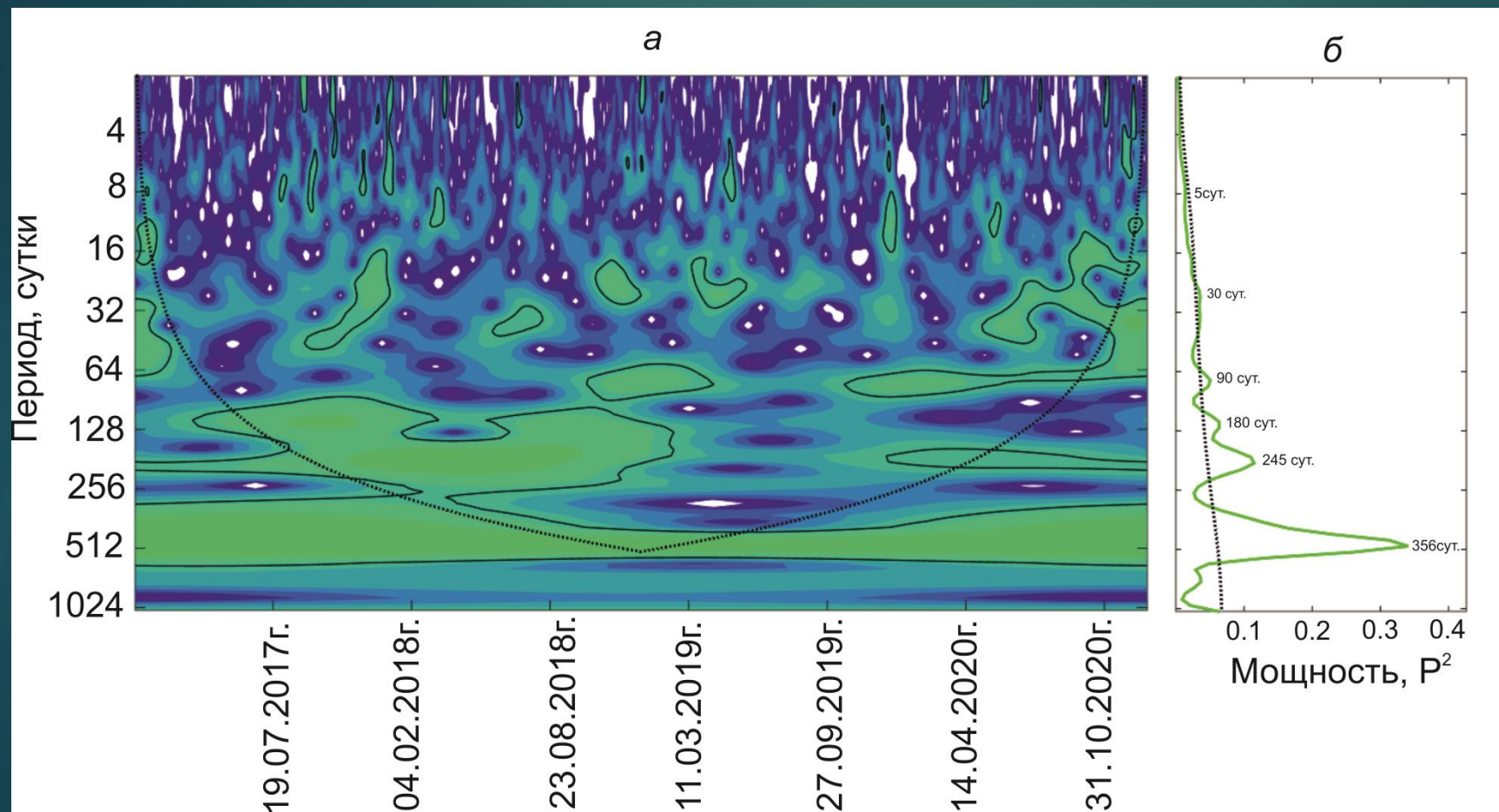


Годовой ход разности средних месячных температур в 2021 году между станциями 1, 2 и 17



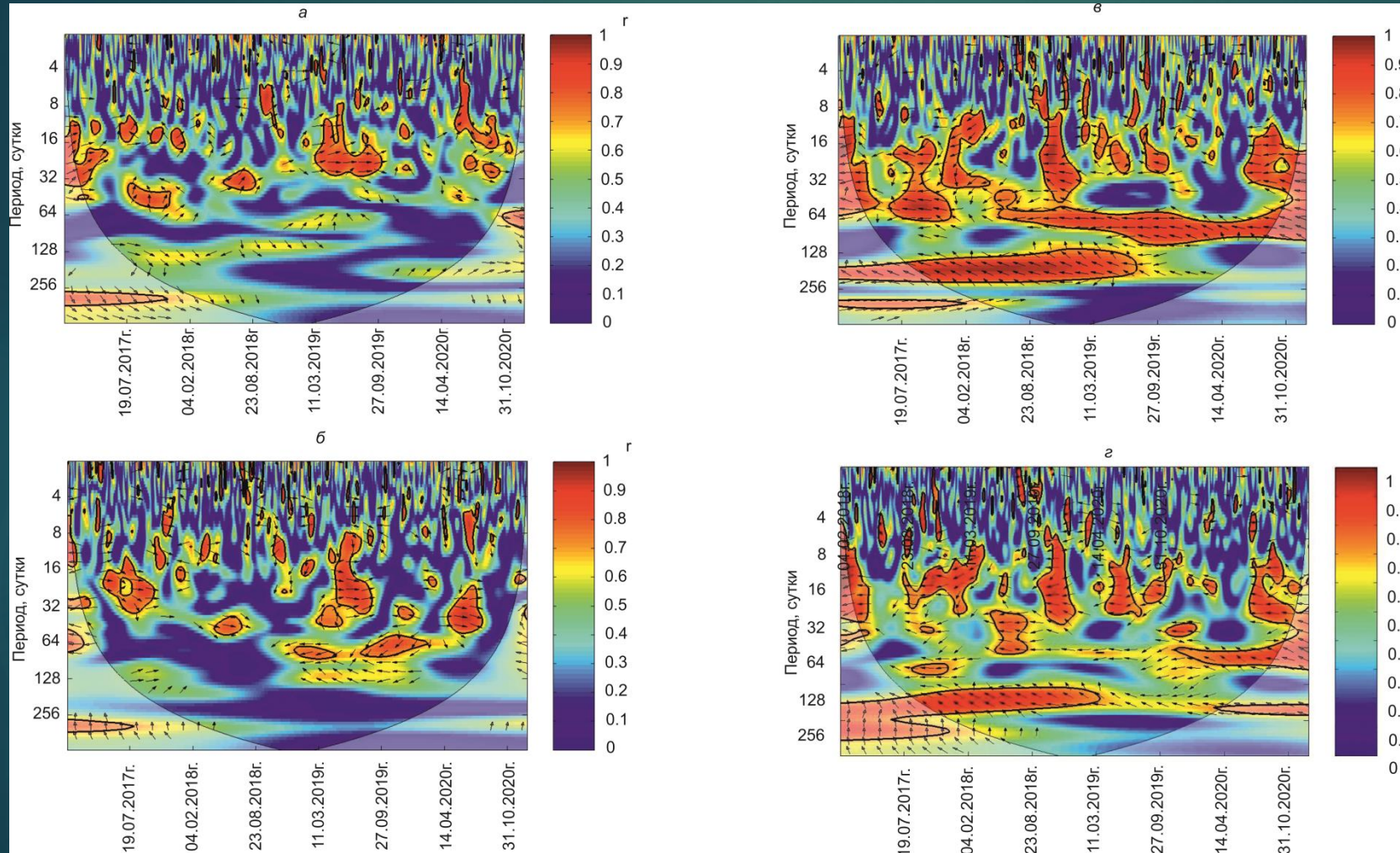
Температура воздуха в 1000-метровом слое над городом Уфа:
(а) 23.01.2021 г.
(б) 22.08.2021 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ



Вейвлет анализ:
а) локальный вейвлет
спектр параметра P ;
б) глобальный вейвлет
спектр параметра P

РЕЗУЛЬТАТЫ



Кросс-вейвлет анализ:
а) колебаний параметра P и атмосферного давления,
б) приземной температуры воздуха,
в) разности температур в слое до 925 гПа,
г) разности температур в слое до 850 гПа

ВЫВОДЫ

- ❑ Установлено, что наиболее высокие уровни загрязнения воздуха в Уфе зафиксированы в промышленной зоне города
- ❑ Основными источниками загрязнения определены предприятия нефтеперерабатывающей промышленности, вклад которых составил более чем $2/3$ от всех выбросов в атмосферу города
- ❑ В весенне-летний сезон с ростом температуры увеличивается и концентрация практически всех примесей в атмосфере города
- ❑ С помощью вейвлет преобразования установлено нескольких характеристичных циклов параметра загрязнения атмосферы, различных по продолжительности и частоте
- ❑ Кросс-вейвлет анализ колебаний значений параметра P показал бóльшую степень связи с разностью температур воздуха в слоях до 925 и 850 гПа по сравнению с данными приземной температуры воздуха и атмосферного давления

БЛАГОДАРНОСТИ

- Организаторам XX Международной конференции
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
ИЗ КОСМОСА»
- Башкирскому УГМС Росгидромета, а также лично В.З. Горохольской и Г.Н. Семёновой за предоставленные многолетние данные инструментальных наблюдений по основным метеорологическим характеристикам и загрязнению воздуха
- Авторы выражают искреннюю признательность старшему научному сотруднику Гидрометцентра (Росгидромет) И.Н. Кузнецовой за ценные замечания и полезные советы, высказанные в ходе подготовки статьи
- Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках темы Государственного задания № АААА-А21-121011190016-1