

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗАСУХИ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГАУССА

Трошкин Д.Н., Рябинин И.В., Хвостов И.В., Романов А.Н.
Институт водных и экологических проблем СО РАН

МОТИВАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

- ✘ Засушливые земли составляют примерно 40% поверхности суши Земли.
- ✘ Засухи относятся к опасным природным явлениям, происходящим с разной периодичностью и интенсивностью в разных регионах Земного шара.
- ✘ При длительных засухах изменяются устоявшиеся взаимосвязи между природными системами, происходят опустынивание территории, деградация почв и растительности .
- ✘ Совокупное действие этих негативных процессов способствует заметному снижению урожаев, что, в свою очередь, ведет к удорожанию продукции растениеводства и является угрозой продовольственной безопасности населения.
- ✘ В качестве объекта исследования были выбраны тестовые участки, находящиеся в степной зоне на территории Кулундинской равнины на юге Западной Сибири.



2012 г.



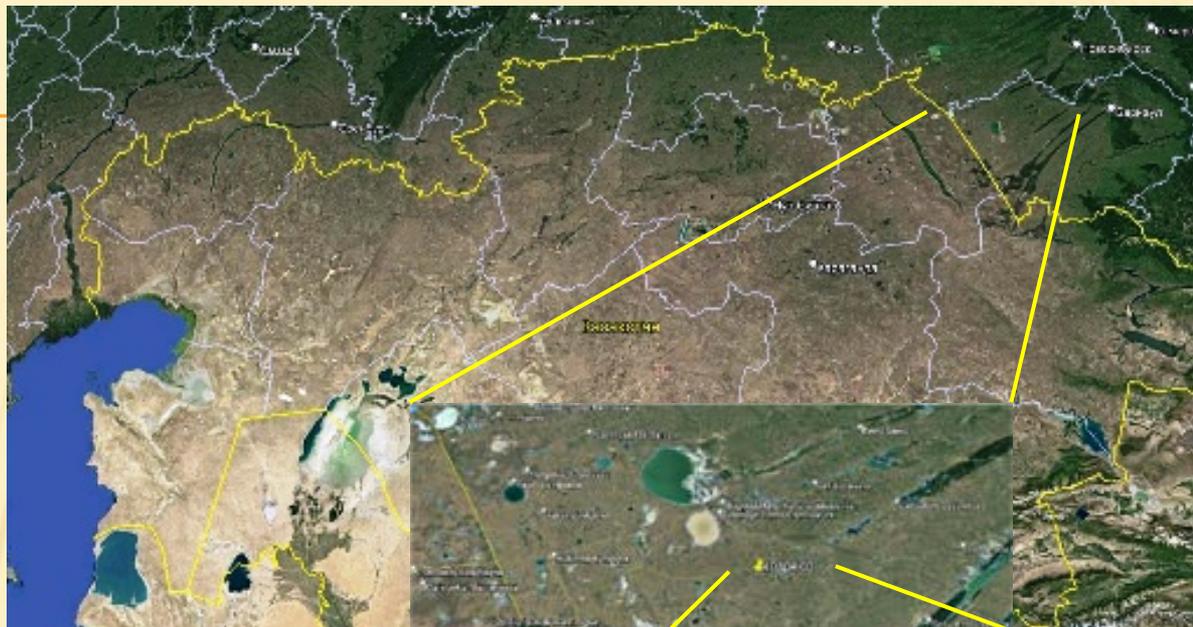
2020 г.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Натурные исследования проводились на территории Кулундинской равнины (площадь около 100 тысяч км²), находящейся на юге Западной Сибири.

Данный стратегически важный аграрный регион, расположенный в Алтайском крае и Новосибирской области (РФ), Павлодарской области (Республика Казахстан), характеризуется засушливым климатом.

Количество годовых осадков составляет 200-350 мм.

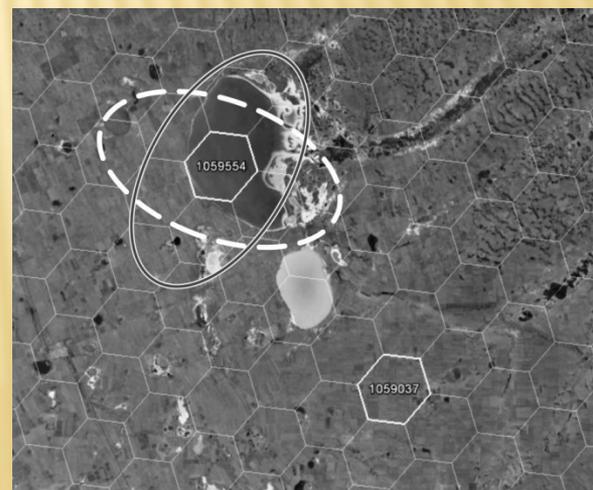


ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

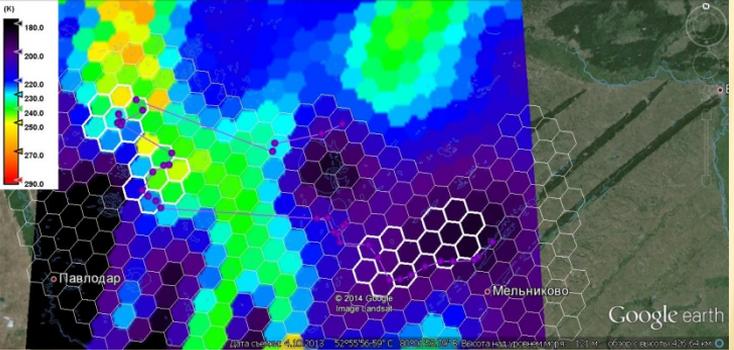
- ✘ На данный момент достоверное, высокоточное прогнозирование засух остается нерешенной научной проблемой.
- ✘ Соответственно, существует необходимость в **разработке более совершенных методов мониторинга засух**, работающих в современных условиях непредсказуемости климатических изменений.
- ✘ В данной работе приведены некоторые результаты комплексных исследований по разработке методов дистанционного микроволнового мониторинга засух (на примере Алтайского края).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

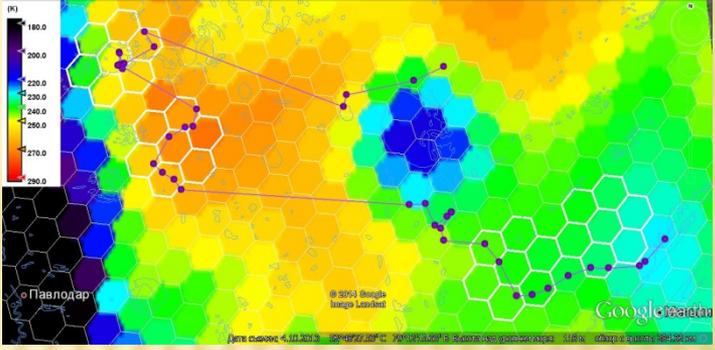
- ✘ Для предварительной оценки угрозы возникновения засухи анализировались ряды радиояркостных температур T_B подстилающей поверхности, получаемых со спутника SMOS (продукт L1c) на частоте 1.41 ГГц.
- ✘ Данные SMOS (продукт L1C), привязаны к дискретной геодезической сетке DGG ISEA 4N9, состоящей из 2621442 шестиугольных ячеек, покрывающих Земной шар. Размер ячейки 16 км.
- ✘ Рассмотрены ряды данных T_B за 10 лет (2012-2021 гг.) для тестового участка в Родинском районе Алтайского края (ячейка 4010460 дискретной геодезической сетки DGG ISEA 4N9).



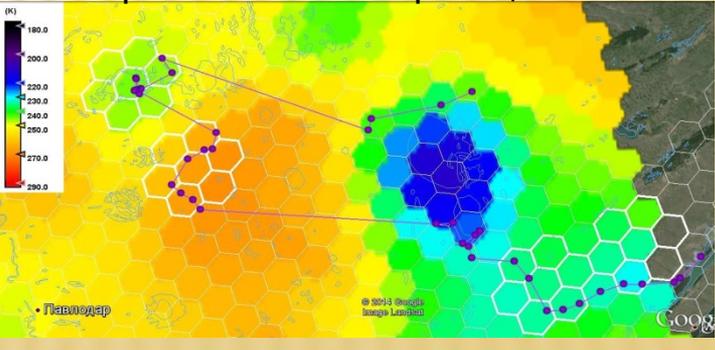
- ✘ Погрешность определения T_B изменяется от ± 3 К в центре до ± 6 К на краях полосы захвата шириной 890 км.
- ✘ Съемка территории производится на горизонтальной и вертикальной поляризациях в диапазоне углов зондирования от 0 до 55° .
- ✘ Разрешающая способность радиометра при зондировании под углом 42.5° составляет 45 км.



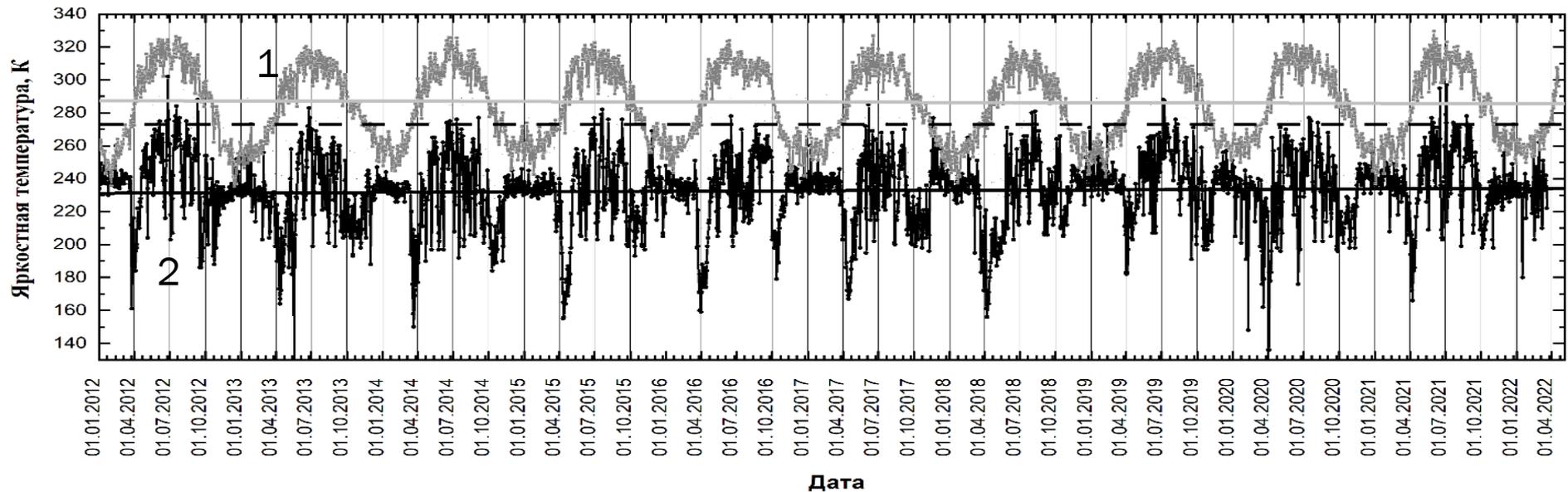
горизонтальная поляризация



вертикальная поляризация



МНОГОЛЕТНЯЯ СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФИЗИЧЕСКОЙ (1) И РАДИОЯРКОСТНОЙ (2) ТЕМПЕРАТУР ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ПИКСЕЛЕ 4010460



$$T = 287.49718 - 5.09964 \times 10^{-4} \times D,$$

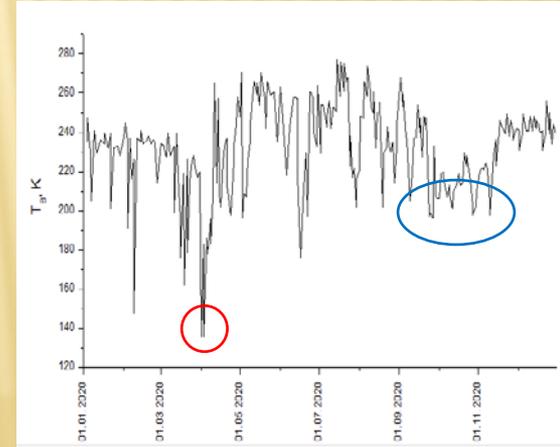
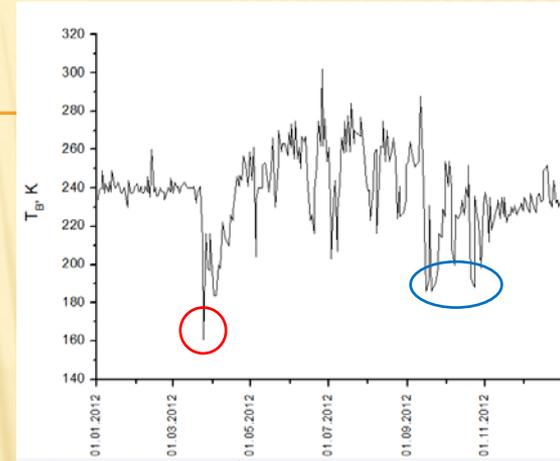
$$T_B = 230.8247 + 10.1 \times 10^{-4} \times D$$

D – юлианский день, отсчитываемый от 01.01.2012 г.

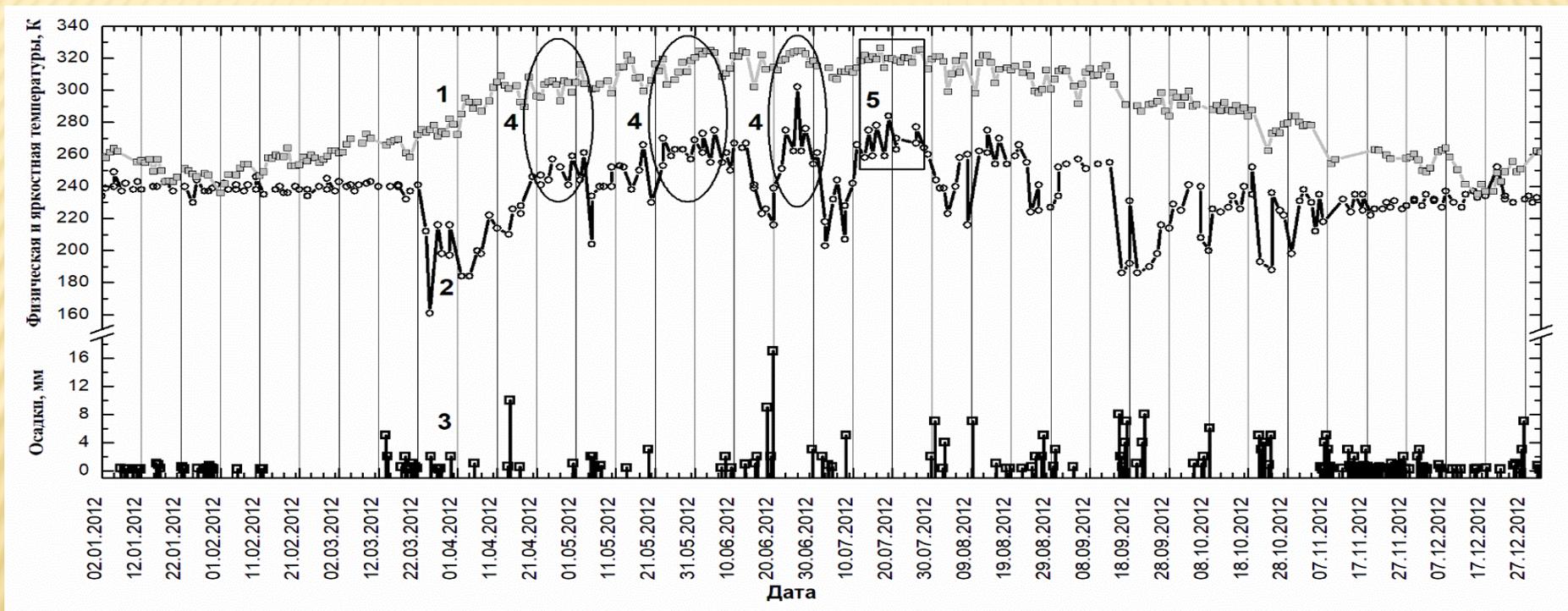
T уменьшается, а $T_B(D)$ возрастает. T_B зависит от T и χ .
 χ зависит от объемной влажности и фазового состава почвенной влаги, зависящего от гранулометрического состава почвы, концентрации и типа минеральных солей, при взаимодействии с почвенной влагой, изменяющих ее диэлектрические свойства.

СЕЗОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ T_B

- ✘ При переходе от холодного периода к теплому периоду наблюдается резкое уменьшение T_B ; связанное с таянием снега, оттаиванием поверхностного слоя подстилающей поверхности, переувлажнением почвы.
- ✘ При переходе от теплого периода к холодному периоду происходит заметное возрастание T_B , связанное с промерзанием поверхностного слоя подстилающей поверхности.
- ✘ Существование на временной зависимости $T_B(D)$ (D – юлианский день) двух точек (двух дат), начиная с которых происходит изменение поведения закономерностей микроволнового излучения подстилающей поверхности, может быть использовано для оценки продолжительности этих двух периодов, а также для использования нормального распределения при математической обработке спутниковых данных.



ЗАСУШЛИВЫЕ ПЕРИОДЫ НА ПРИМЕРЕ 2012 Г.

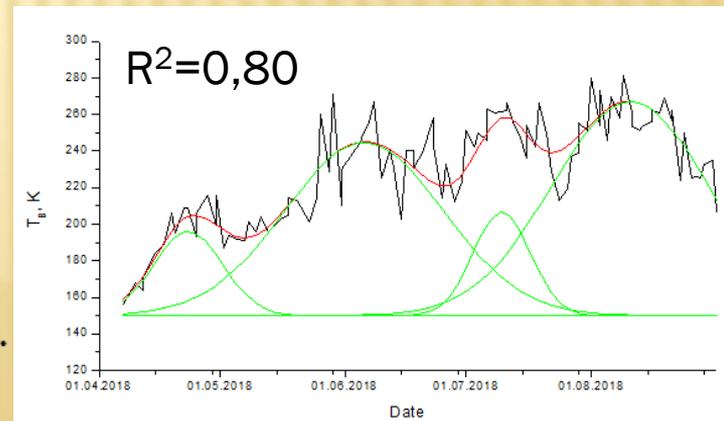


1- физическая температура, 2 - радиояркостная температура, 3 - осадки в мм, 4 - периоды засухи (без осадков), 5 - режим ЧС в Алтайском крае

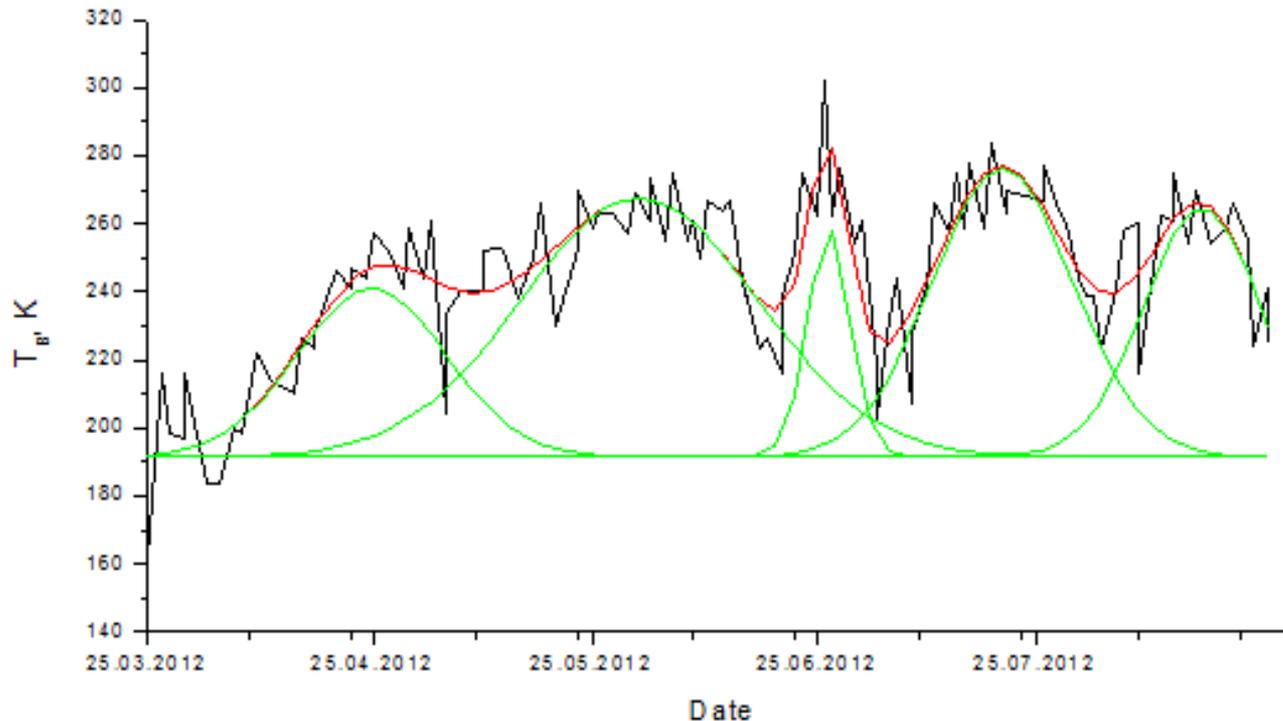
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВРЕМЕННОГО ХОДА РАДИОЯРКОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

- ✘ В теплый период года временной ход температуры T_B представляет собой набор пиков продолжительностью от нескольких дней до более чем месяца
- ✘ Выбирался временной интервал от начала теплого периода до окончания соответствующего пика в середине/конце августа
- ✘ Для этого интервала температура аппроксимировалась многомодальным гауссовым распределением:

$$T_{\max} = T_{\min} + \frac{A_1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{(D-D_{c1})^2}{2\sigma_1^2}} + \frac{A_2}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{(D-D_{c2})^2}{2\sigma_2^2}} + \dots$$



ГОД, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙСЯ НАИБОЛЕЕ СИЛЬНОЙ ЗАСУХОЙ (2012)

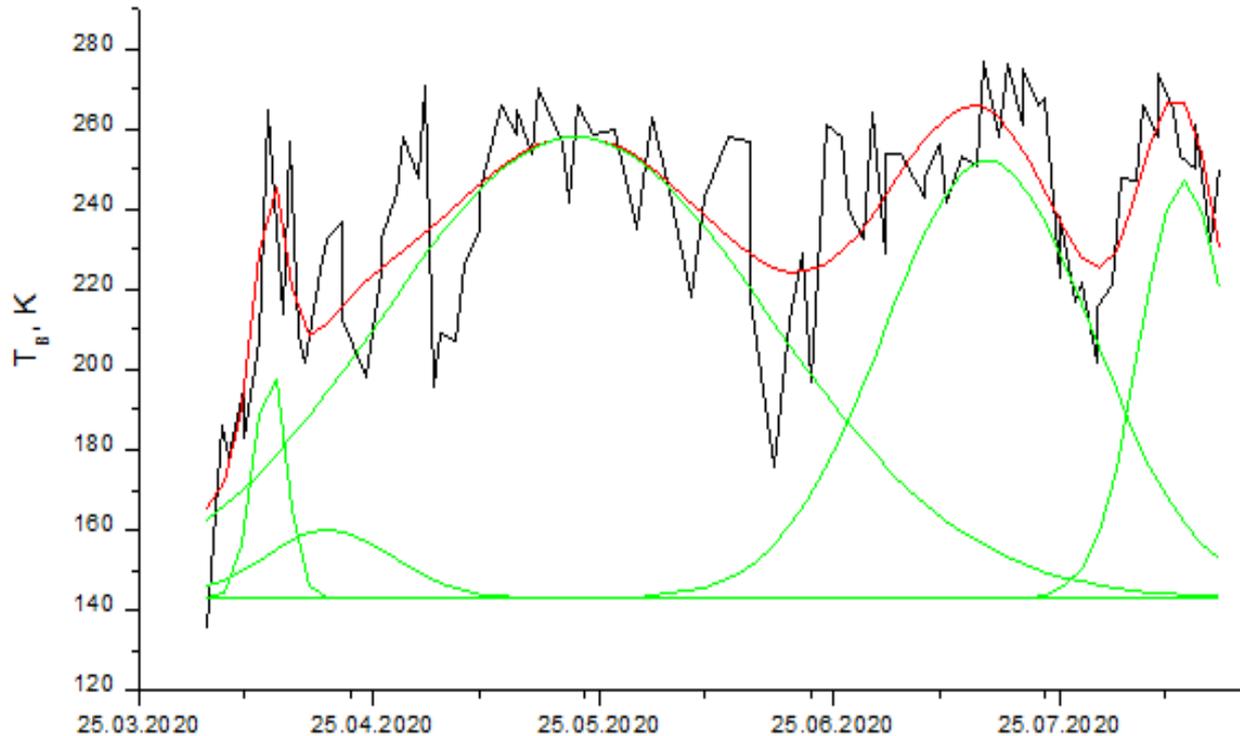


$$R^2 = 0.74576$$

$$T_{min} = 191.5$$

Peak	Area	Center	Width
1	1268	25.04.2012	20,48
2	3106,9	01.06.2012	32,59
3	495,4	27.06.2012	5,9372
4	2057,2	20.07.2012	19,384
5	1475,6	17.08.2012	16,026

ГОД, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЙСЯ СИЛЬНОЙ ЗАСУХОЙ (2020)

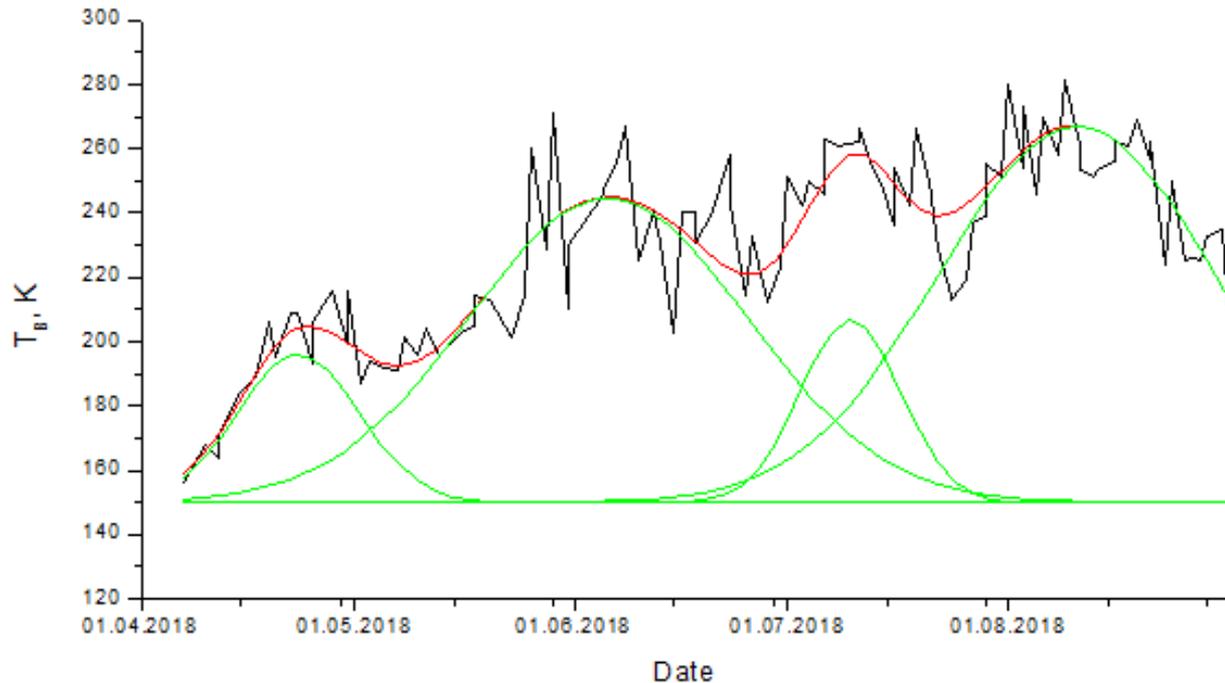


$$R^2 = 0.57951$$

$$T_{\min} = 142.9$$

Peak	Area	Center	Width
1	321,75	11.04.2020	4,4267
2	362,49	19.04.2020	17,16
3	7486,1	22.05.2020	51,875
4	3798,7	15.07.2020	27,703
5	1548,5	10.08.2020	11,86

ГОД, НЕ ХАРАКТЕРИЗОВАВШИЕСЯ ЗАСУХОЙ (2018)

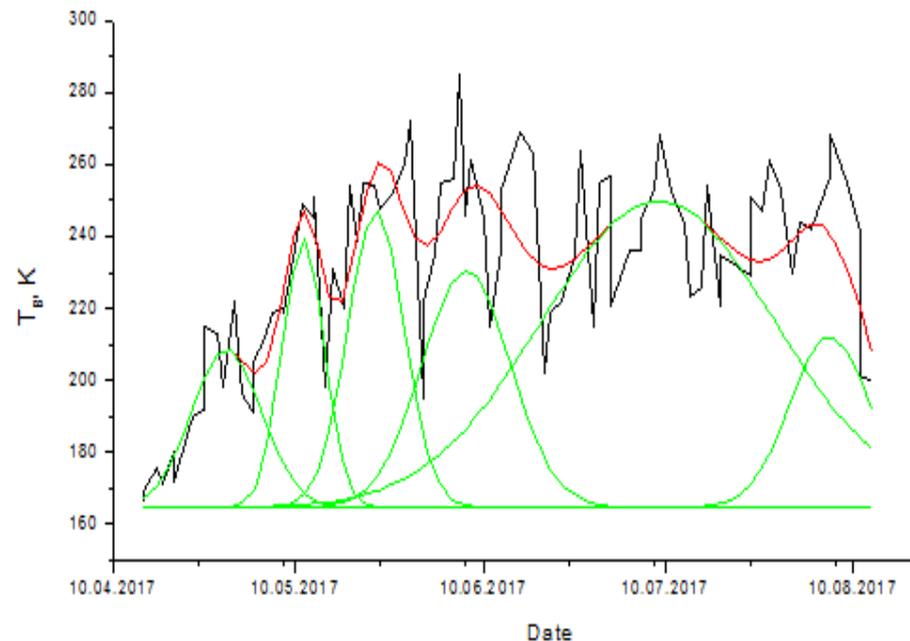
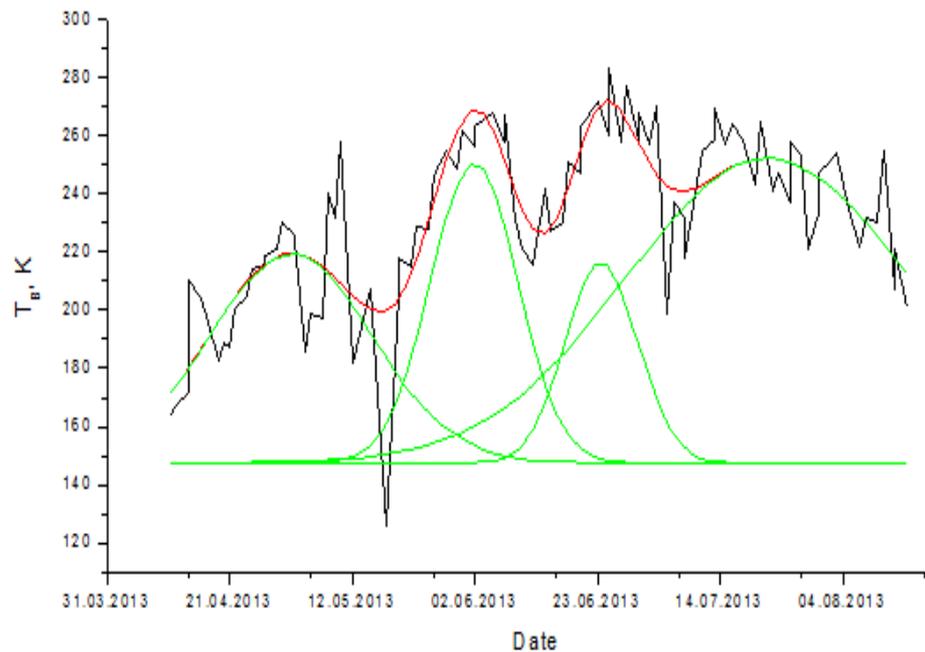


$$R^2 = 0.80$$

$$T_{\min} = 150.0$$

Peak	Area	Center	Width
1	988,87	23.04.2018	17,052
2	4651,3	06.06.2018	39,237
3	998,52	10.07.2018	14,021
4	5702	11.08.2018	38,953

ГОДЫ, НЕ ХАРАКТЕРИЗОВАВШИЕСЯ ЗАСУХОЙ (2013, 2017)



ВЫВОДЫ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ЗАСУХИ

- ✘ Для теплого периода зависимость $T_B(D)$ может быть описана многомодальным распределением Гаусса, где на опасность возникновения засухи преимущественно влияют параметры первых по времени пиков.
- ✘ Если несколько пиков характеризуются большой шириной и площадью, при этом они не разделены заметными «провалами», характерными для выпадения осадков, то следует уделить ситуации внимание и подвергнуть территорию более глубокому анализу.

ДРУГИЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ

- ✘ Секционные доклады:
- ✘ **XX.F.281** Анализ процессов аридизации территорий в Западной Сибири и Центральной Азии на основе спутниковых и наземных данных (Плуталова Т.Г., Романов А.Н. – среда, 17-50)
- ✘ **XX.F.65** Оценка почвенной засухи на юге Западной Сибири по данным спутника SMOS (Романов А.Н., Рябинин И.В., Хвостов И.В., Трошкин Д.Н., Романов Д.А. – четверг 09-20)
- ✘ Стендовые доклады:
- ✘ **XX.F.136** Оценка гидрологической засухи на юге Западной Сибири по данным спутника SMOS (Рябинин И.В., Хвостов И.В., Романов А.Н.)
- ✘ **XX.F.308** Сравнительный анализ спутниковых и контактных измерений влажности почвы в условиях засухи и почвенного засоления (Хвостов И.В., Рябинин И.В., Романов А.Н.)

ФИНАНСИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- ✘ Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-17-20041 «Дистанционные радиофизические предвестники засух в стратегически важных аграрных регионах России (на примере Алтайского края)», <https://rscf.ru/project/22-17-20041/> .

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!