Водные ресурсы, водный баланс: расчеты и моделирование.
Гидрологические последствия климатических изменений

Пространственно-временные флуктуации потоков суммарного испарения по результатам анализа данных космического и наземного метеорологического мониторинга

Зейлигер А.М. (Институт водных проблем РАН)

Секция ГС-4
Водные ресурсы, водный баланс: расчеты и моделирование.
Гидрологические последствия климатических изменений

СОДЕРЖАНИЕ

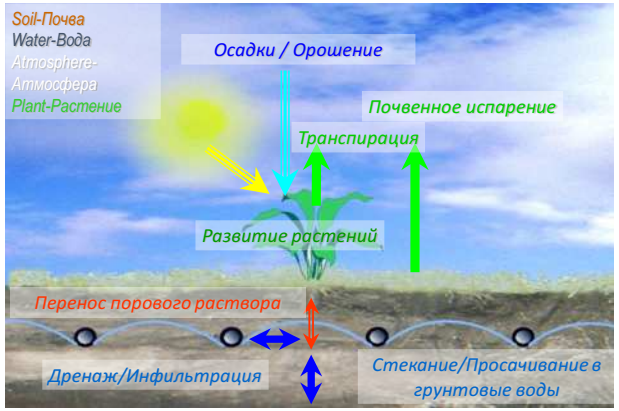
1. **Методы оценки потоков ETa**
2. **Валидация моделей ETa-ДЗЗ**
3. **Региональные, зональные и локальные потоки ETa**
4. **Оценка водоэффективности орошения агроценозов**
5. **Сублокальные потоки ETa**

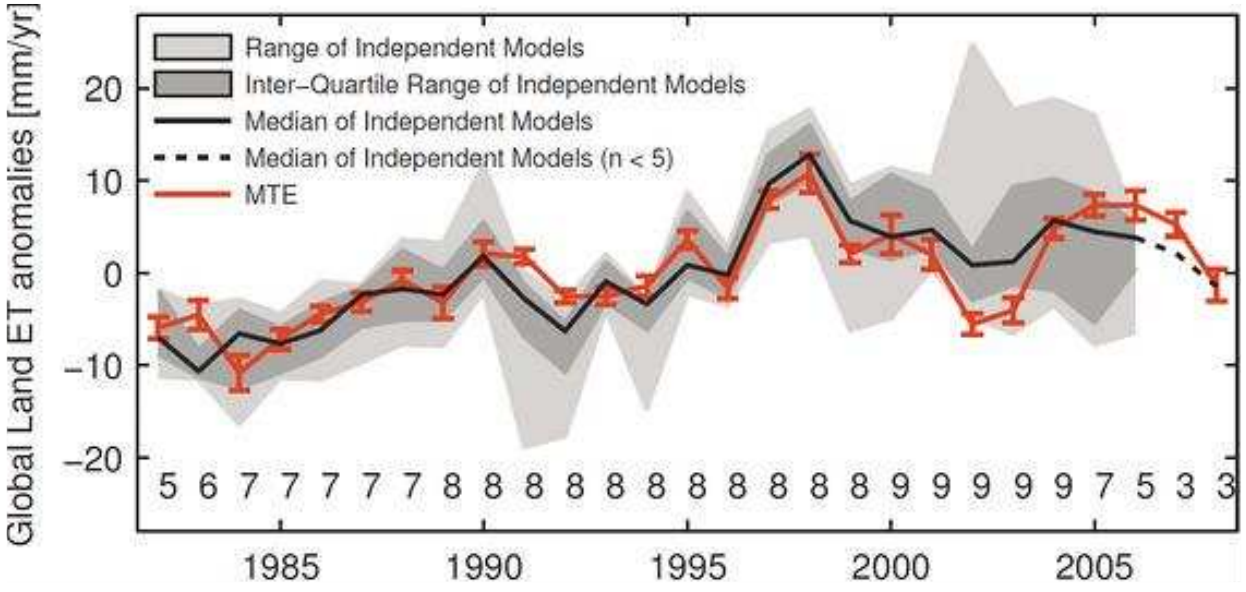
1. Методы оценки потоков ETa

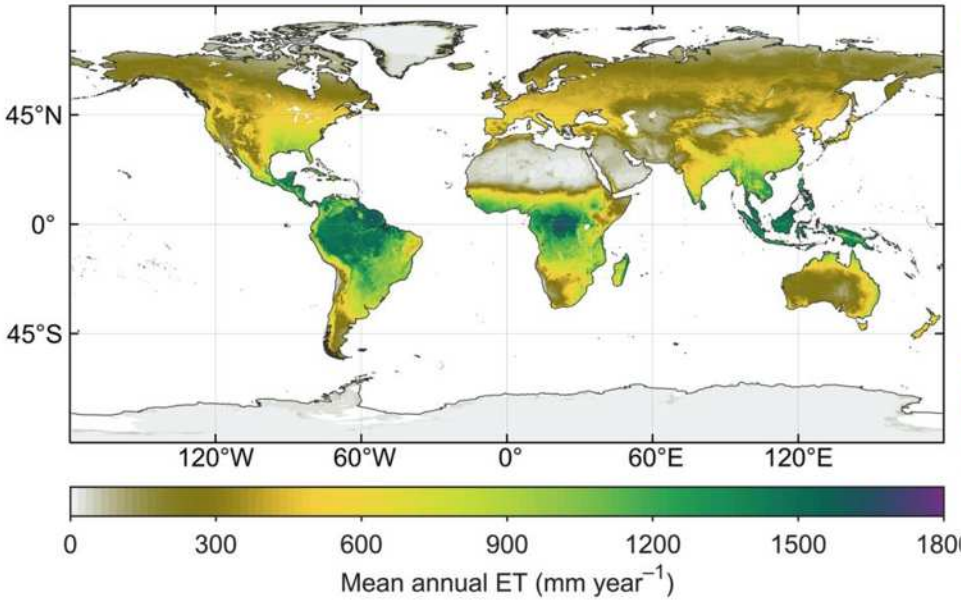
Водохозяйственная система

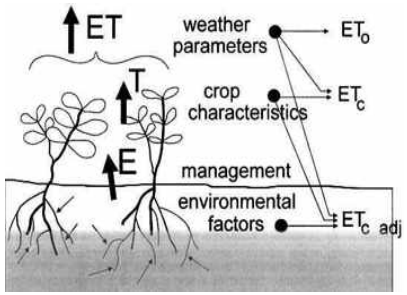
Концепция потока актуального (фактического) суммарного испарения (*ETa)*

Поток суммарного испарения ***ETa*** (расходная статьей водного баланса корнеобитаемого слоя почвенного покрова) в общем случае связан.
В общем случае ***ETa*** зависит от:
1) погодных условий;
2) нормы водопотребления растительного покрова;
3) запасов почвенной влаги в почвенном покрове.



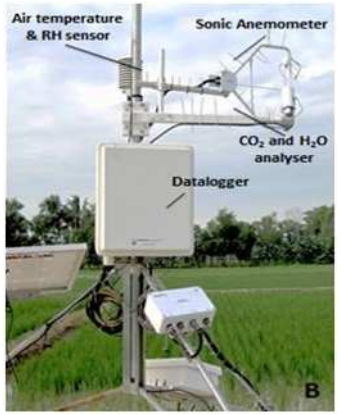






Методы наземной оценки потоков ETa

- Локальные (точечные) измерения ET
  - Прямые микрометеорологические методы
    - Вихревая ковариация
    - Оптическая сцинтилляция
  - Аппроксимационные и эмпирические методы
    - Инверсия теплового баланса
    - Инверсия водного баланса
    - Биологические коэффициенты
  - Градиентные микрометеорологические методы
    - Резистентные
    - Аэродинамические
    - Отношение Боуэна

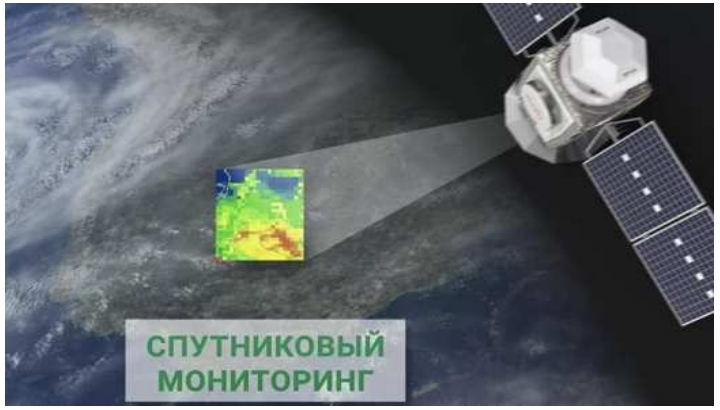


Методы дистанционной оценки потоков ETa-ДЗЗ

Пространственные (площадные) методы измерения ET

ОДИН ИСТОЧНИК

ДВА ИСТОЧНИКА



Оценки потоков ETa и его составляющих E и T с использованием моделей 1го и 2х источников

Одноисточниковые модели - SEBAL, METRIC, S-SEBI и SEBS

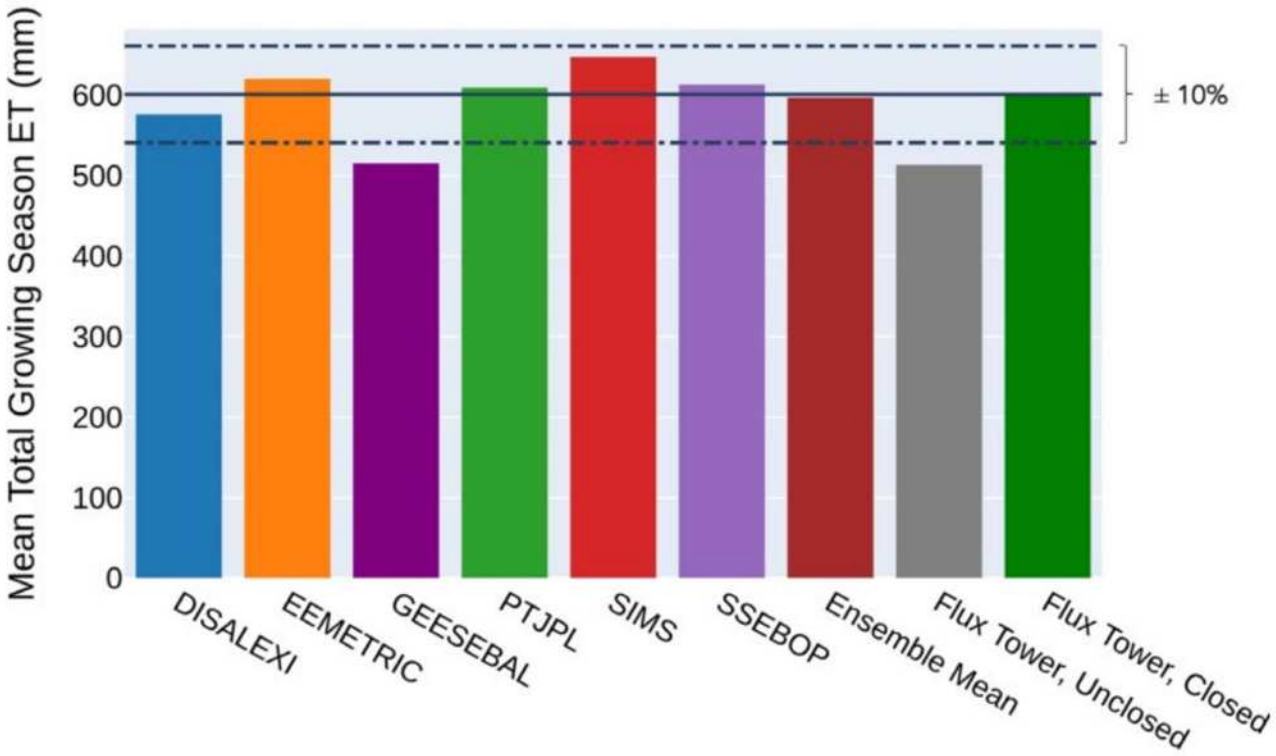
Двухисточниковые модели – TSEB, ALEXI, DISALEXI, DTD, ETEML

2. Валидация моделей ETa-ДЗЗ

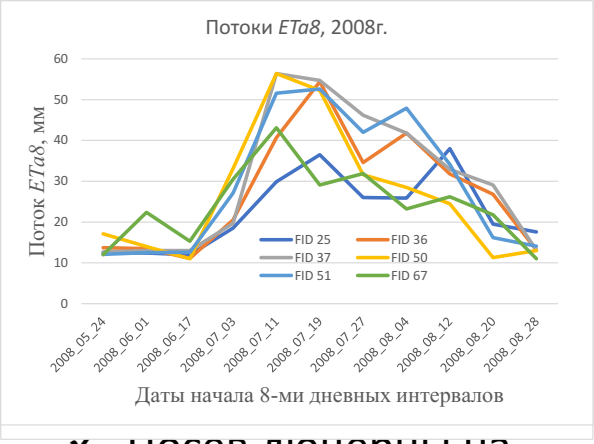
Валидация оценок ETa-ДЗЗ по данным наземных измерений (1 - вихревых станций)

Source: Melton F.S., Huntington J., Grimm R., Herring J., Hall M., Rollison D., Erickson T. et al. 2022. *OpenET: Filling a Critical Data Gap in Water Management for the Western United States*. J. Amer. Water Resour. Association, 58 (6):

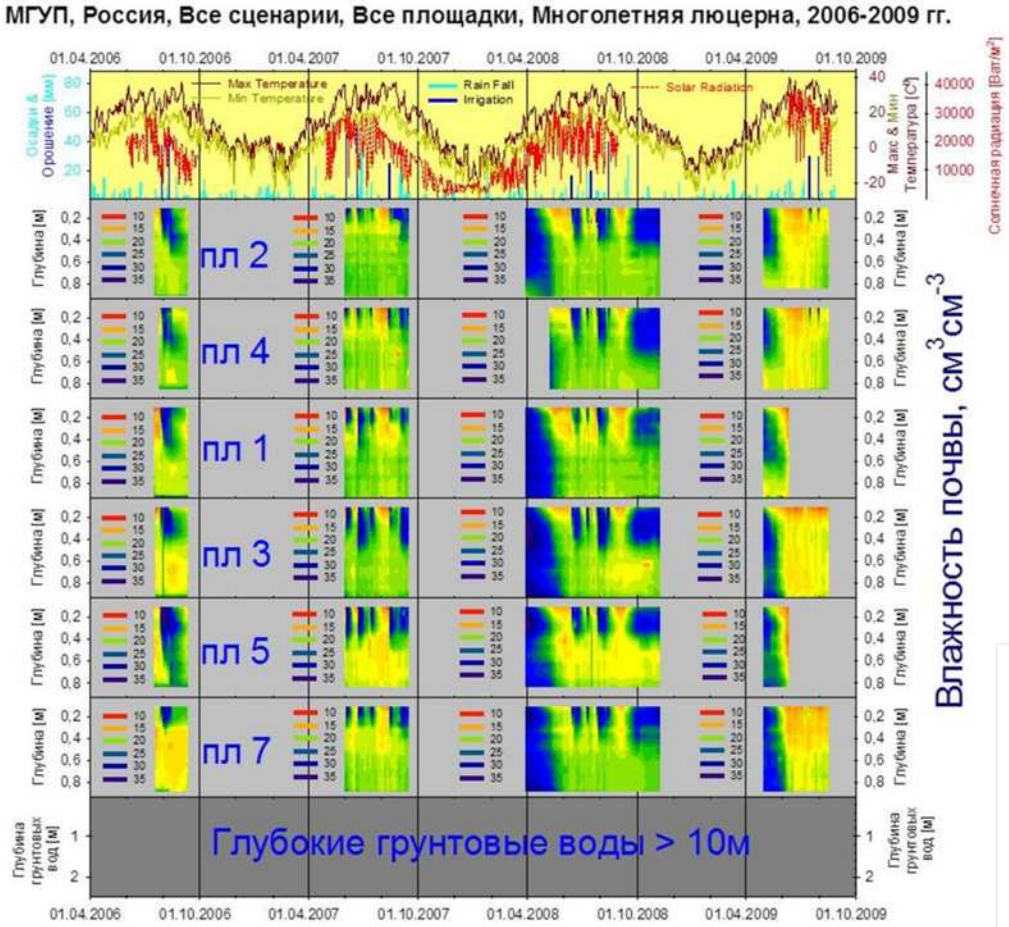
- ✓ 40 агроценозов на 15-ти полигонах;
- ✓ 6 моделей ET-ДЗЗ;
- ✓ 1 средняя оценка по ансамблю 6-ти моделей;
- ✓ 40 вихревых станций;
- ✓ 2 модели энергетического баланса.



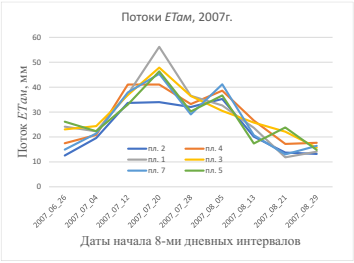
Валидация оценок ЕТа-ДЗЗ по данным наземных измерений (6 – почвенных монолитов)

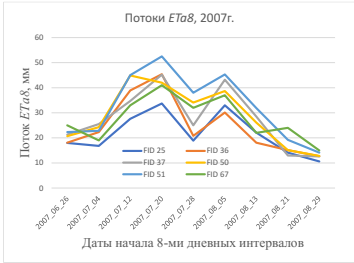


- ✓ Посев люцерны на 2х полигонах
- ✓ 4 года вегетации (2006-2009);
- ✓ 1 модель ЕТ-ДЗЗ (SEBS);
- ✓ 12 почвенных (неотрывных) монолитов;
- ✓ 1 полевая метеостанция.

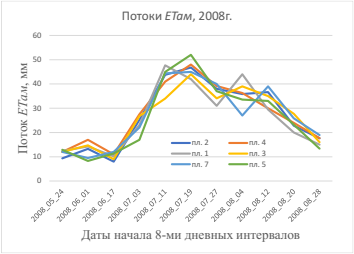


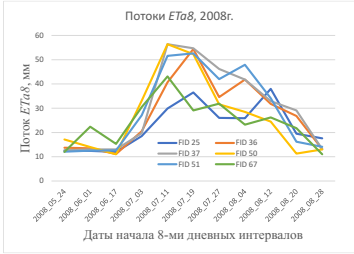
2007



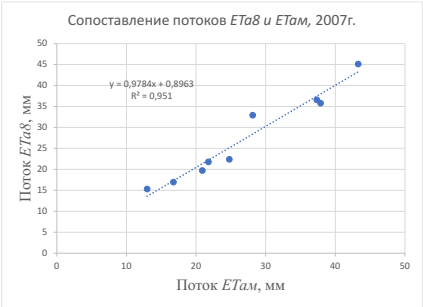


2008

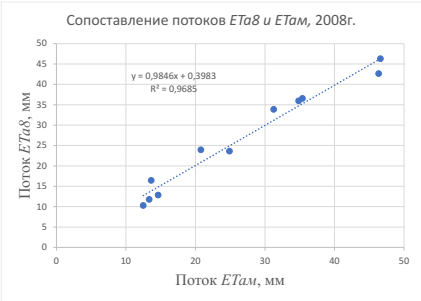




2007



2008



3. Региональные, зональные и локальные потоки ETa
(MODIS, Марксовский район Саратовской области)

Характеристики территории объекта исследований (Марксовский район, Саратовская область)

1. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2003г.)
2. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2004г.)
3. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2005г.)
4. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2006г.)
5. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2007г.)
6. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2008г.)
7. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2009г.)
8. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2010г.)
9. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2011г.)
10. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2012г.)
11. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2013г.)
12. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2014г.)
13. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2015г.)
14. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2016г.)
15. Контура полей, орошаемых ДМ-КД (2017г.)

Данные метеостанции г. Ершов (2003-2017г.)

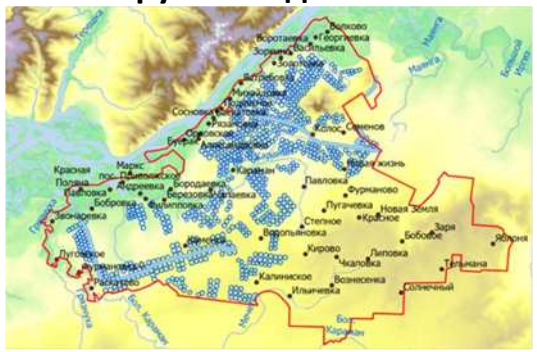
БГД-ТМП

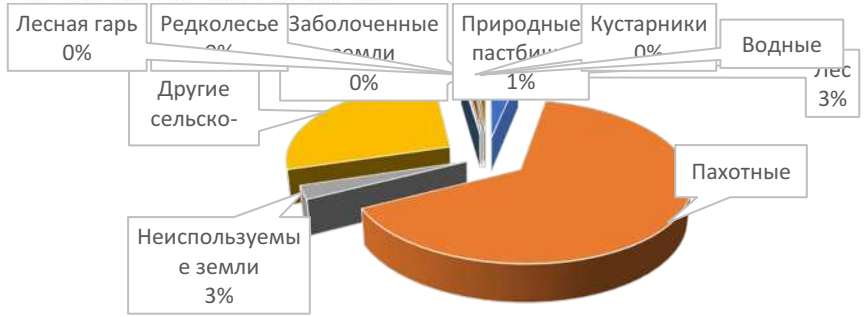
Данные метеостанции г. Маркс (2007-2009г.)

1. Административные границы
2. Муниципальные поселения
3. Поверхностные водные объекты
4. Магистральные каналы Приволжской и Комсомольской ОС
5. Контура полей, орошаемых дождевальными машинами кругового действия (1976г.)
6. Места расположения метеостанции гг. Маркс и Ершов системы Росгидромета
7. Растры основных типов землепользования
8. Растры потоков суммарного испарения *ETa8, ETav*
9. Зоны разной удаленности от границы левого берега р. Волги

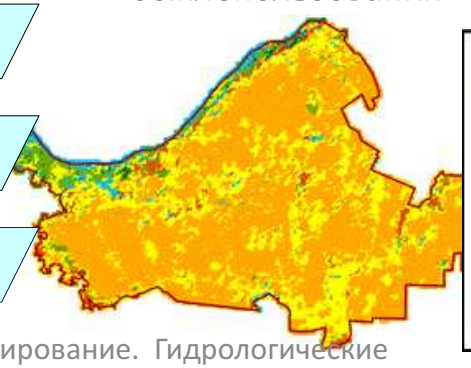
Административные границы, магистральные каналы

Дождевальные машины кругового действия

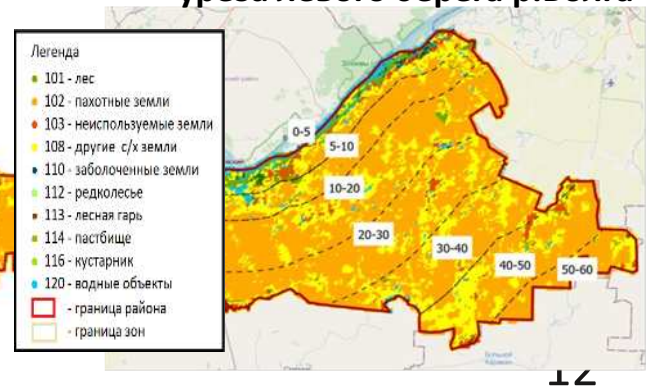




Основные типы землепользования



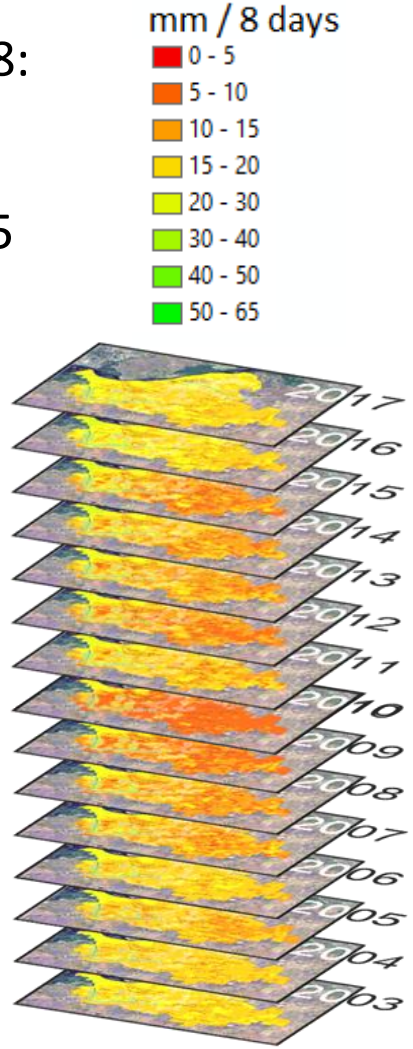
Зоны разной удаленности от уреза левого берега р.Волга



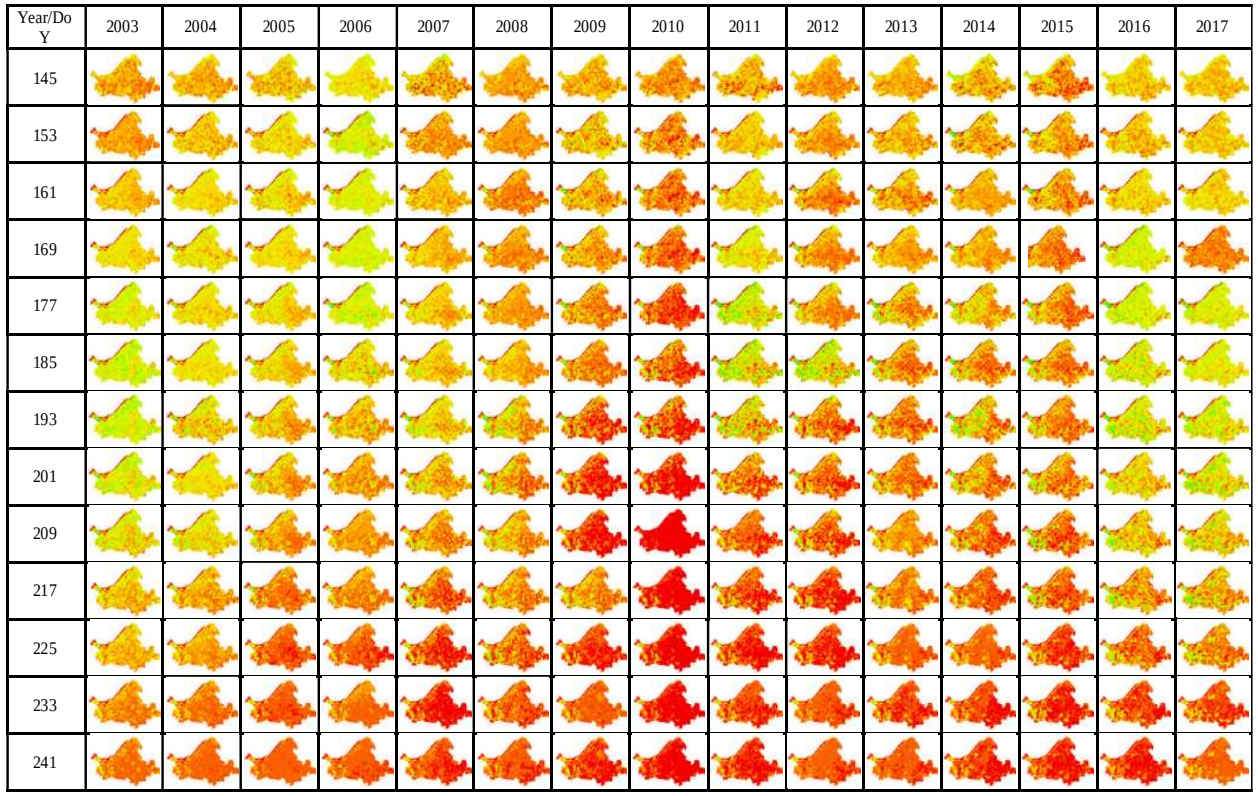
Характеристики территории объекта исследований (Марксовский район, Саратовская область) (2)

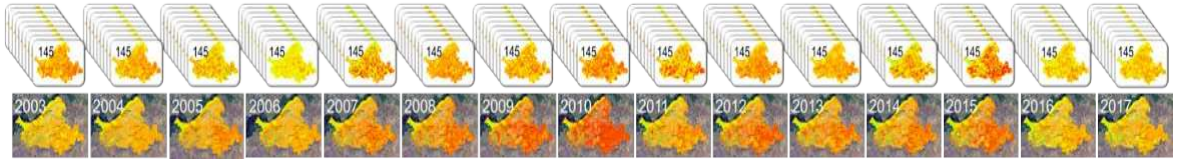
Характеристики геодатасета ETa8:

1. MOD16A2 - продукт (MODIS Terra/Aqua);
2. 15 временных слоев 145 (25 мая)- 241(2 сентября) 2003-2017г.);
3. 12 ежегодных временных срезов
4. 195 растровых слоев геоданных ETa8;
5. 20 887 бинов 500x500м каждый;
6. 19 837 (500x500м) бинов (без водных объектов и муниципальных поселений)
7. 3 868 215 записей ETa8;
8. 297 555 записей ETav.



Мозаика геодатасета ETa8

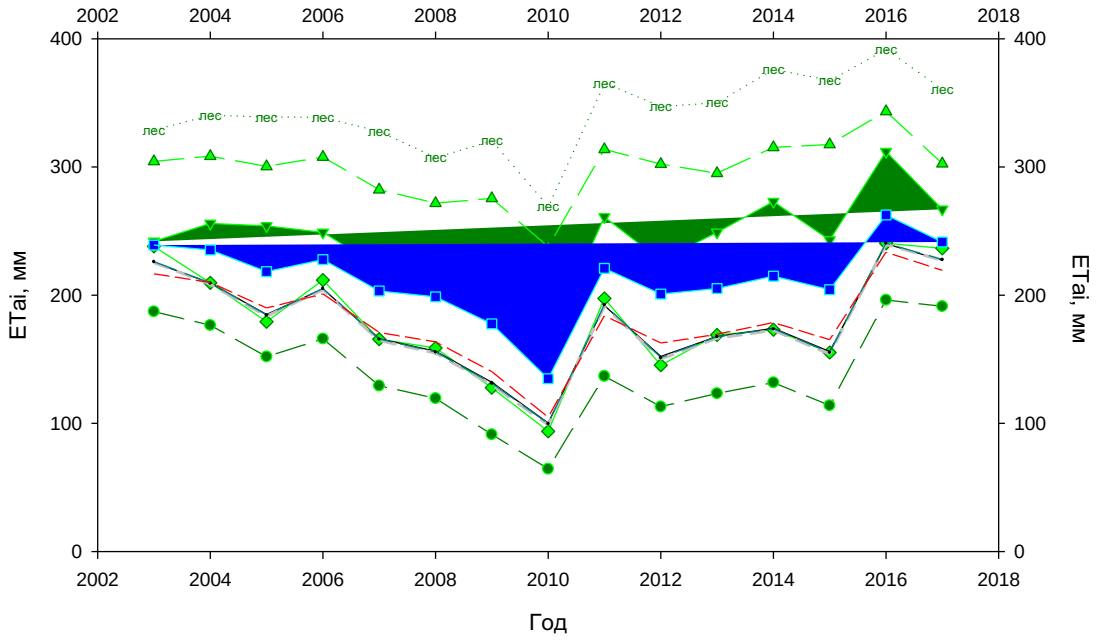




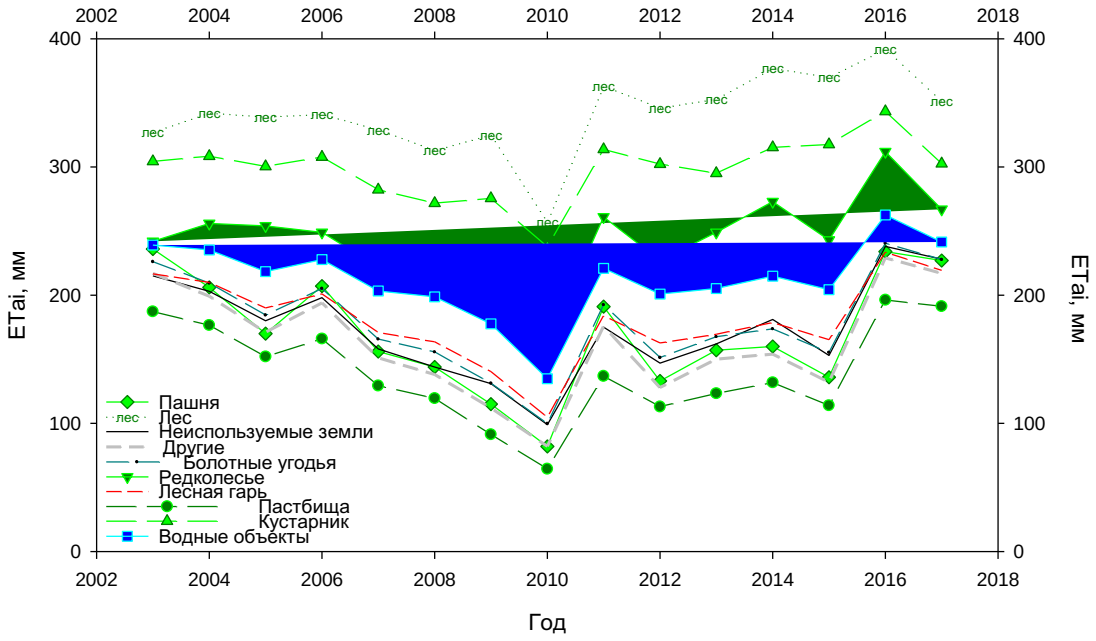
Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (1)

Профили центральных мер слоев датасета *ETa основных видов землепользования*

СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ



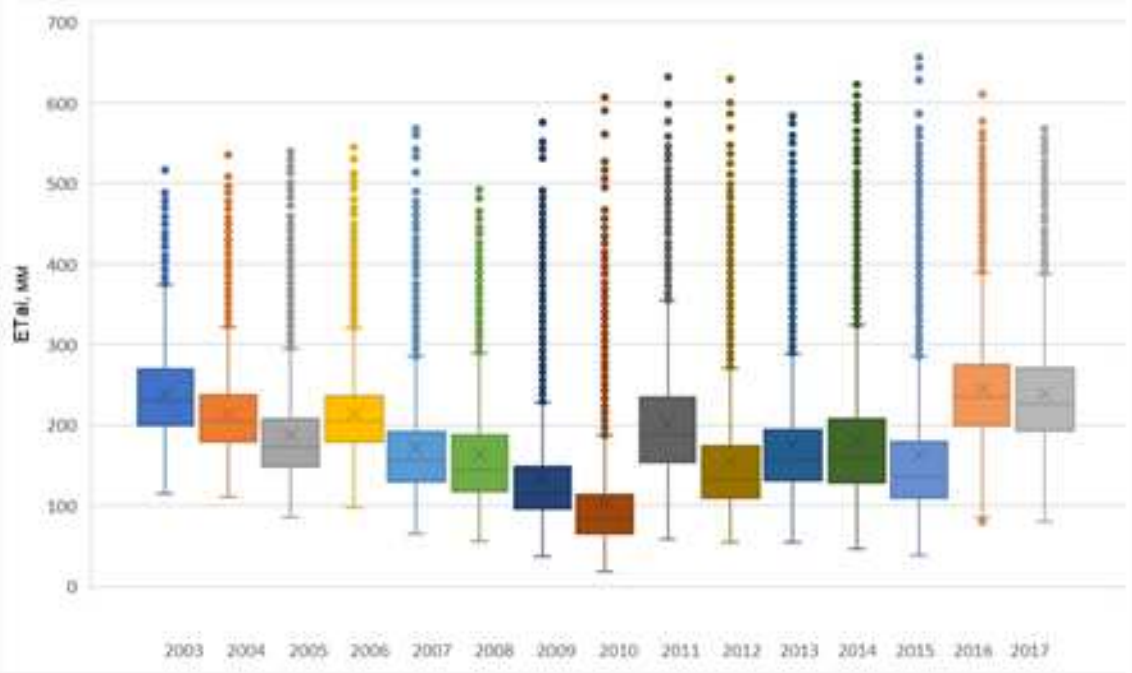
МЕДИАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ



Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (2)

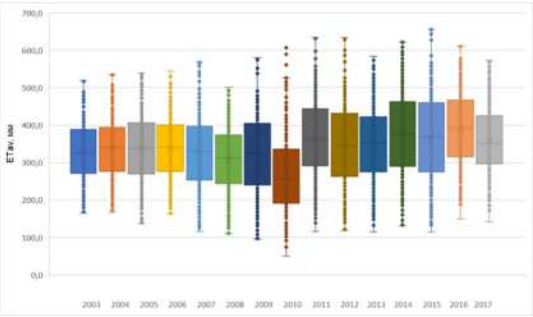
Функции дифференциального распределения значений

ВСЕ 12ть ВИДОВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

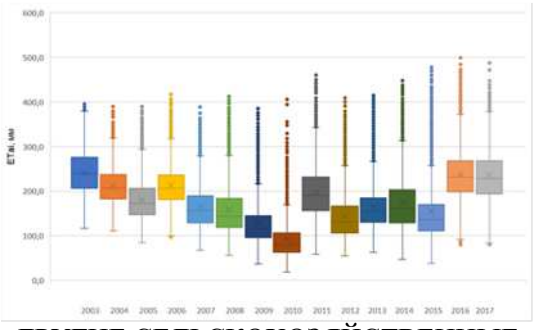


4-ре ОСНОВНЫХ ВИДА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (98% площади)

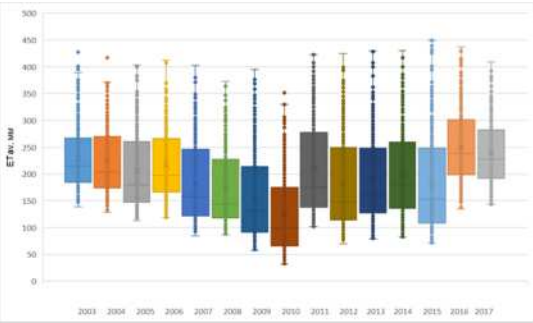
ЛЕС



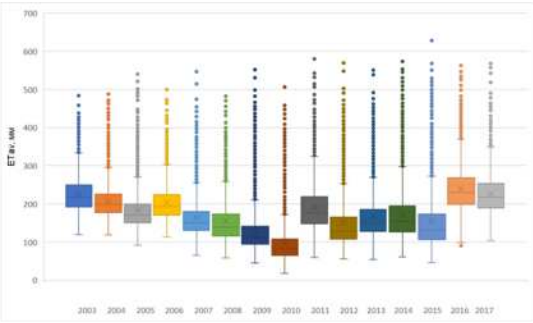
ПАХОТНЫЕ ЗЕМЛИ

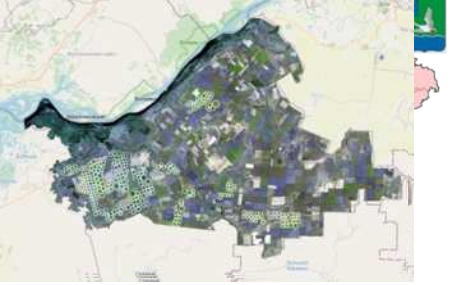


НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ



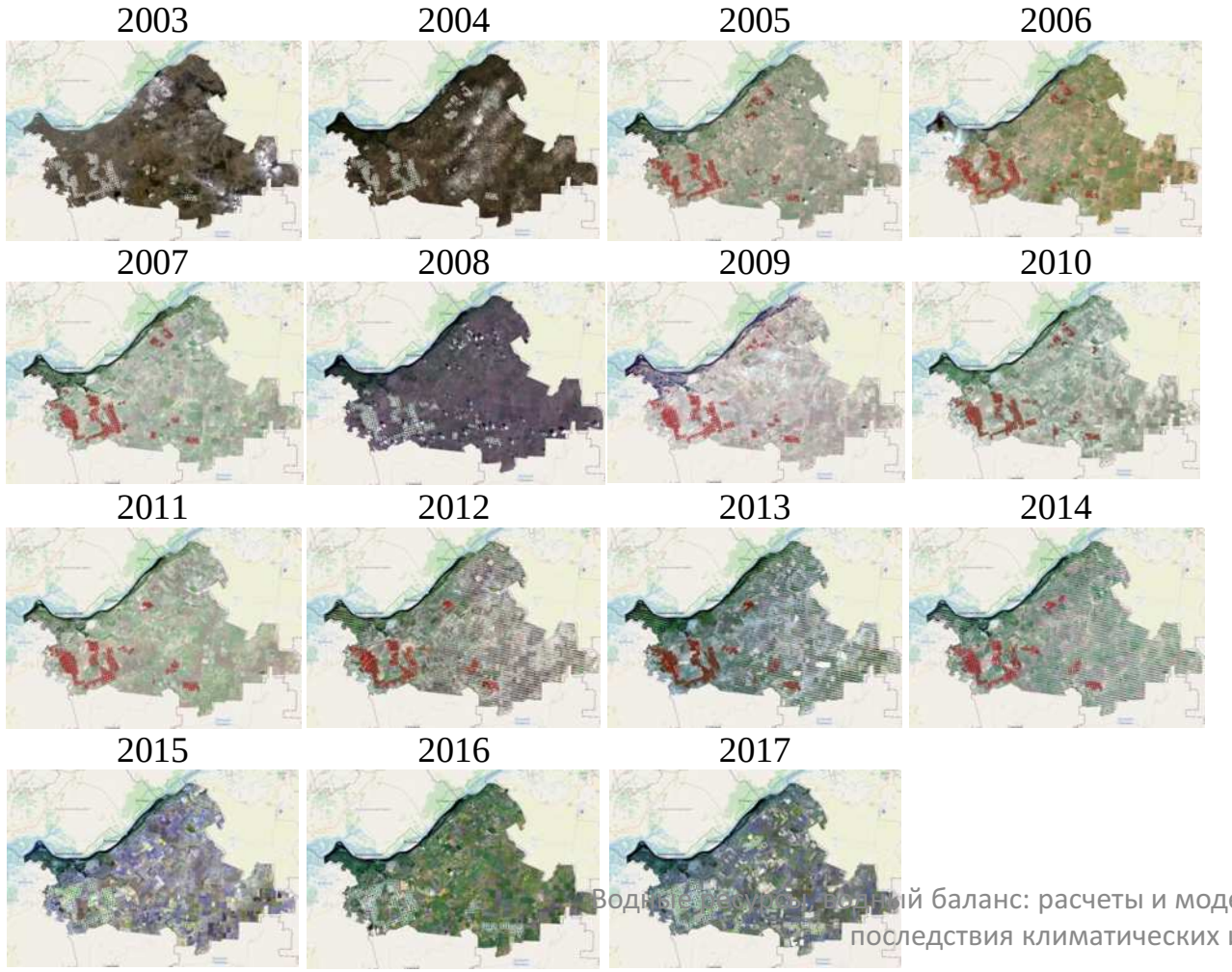
ДРУГИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ



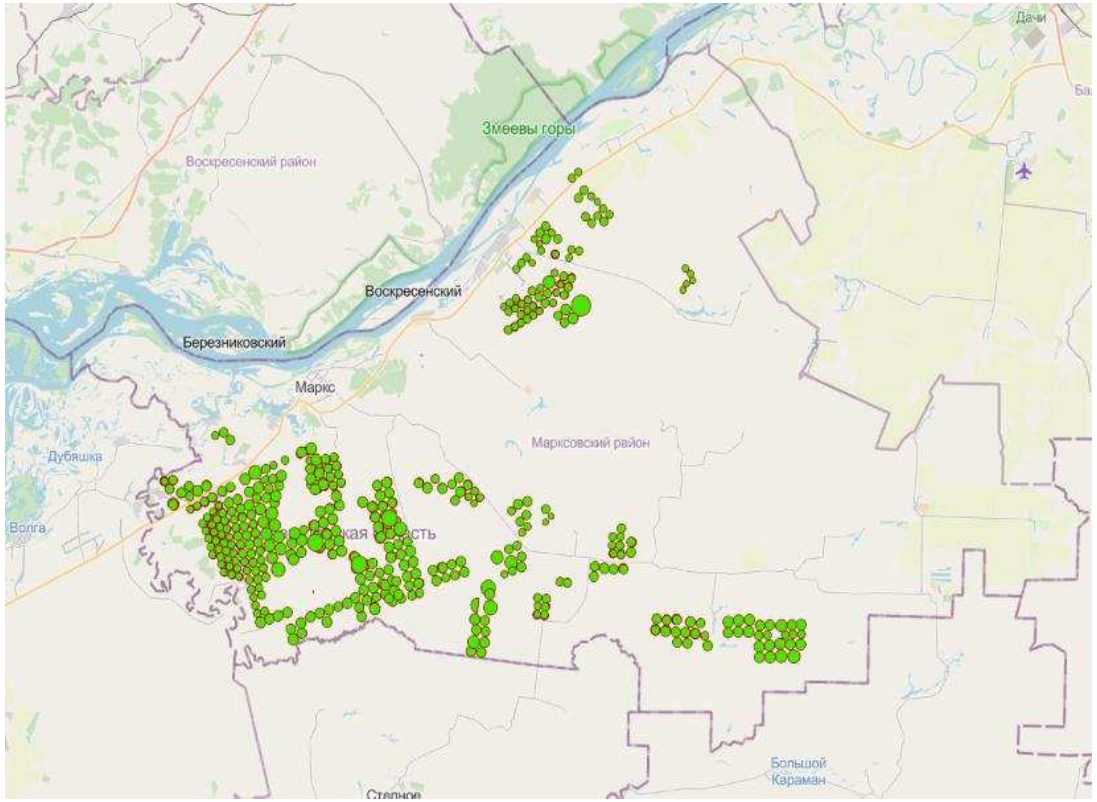


Характеристики региональных потоков ЕТа Марксовского района за 2003-2017г. (3)

Мозаика слоев масок *ДМ-КД*

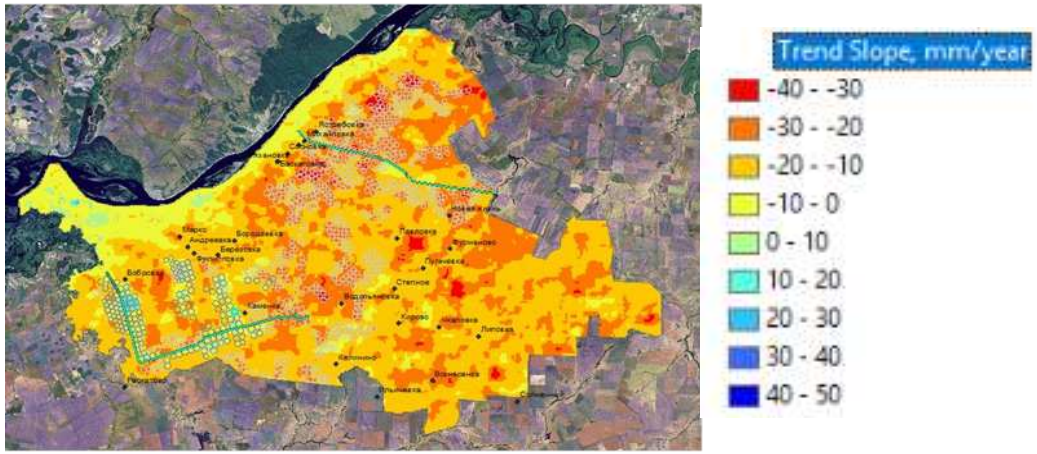


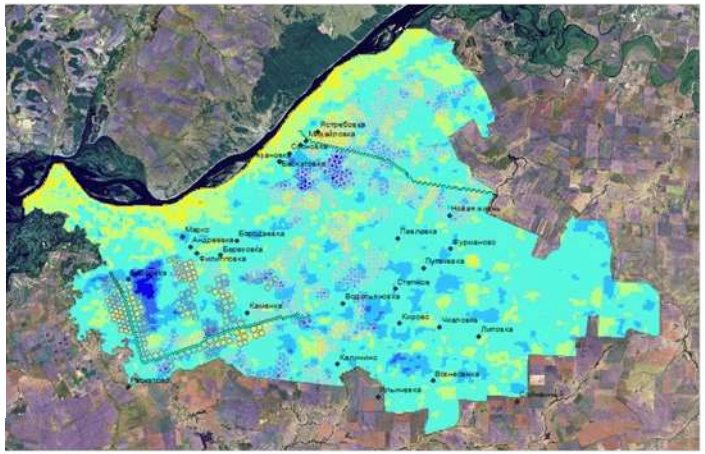
Слой обобщенных масок *ДМ-КД*



Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (4)

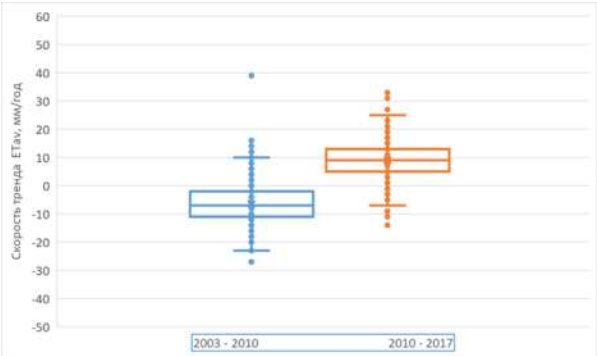
Картограммы медианных значений скоростей трендов геодатасета *ETav за* 2003-2010г. и 2010-2017г.



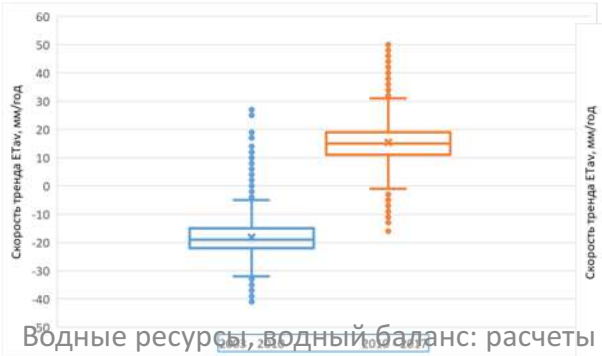


Картограммы медианных значений скоростей трендов геодатасета *ETav за* 2003-2010г. и 2010-2017г

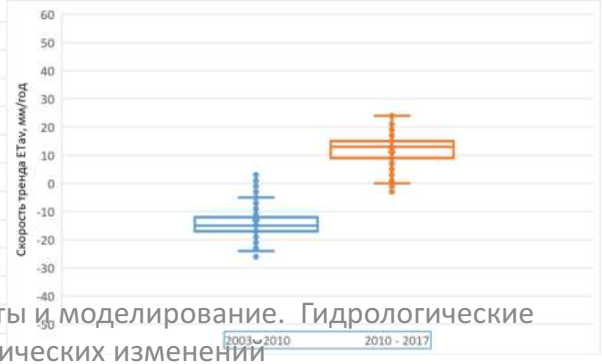
ЛЕС



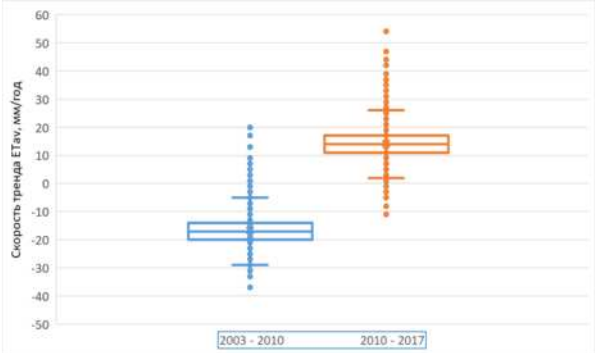
ПАХОТНЫЕ ЗЕМЛИ

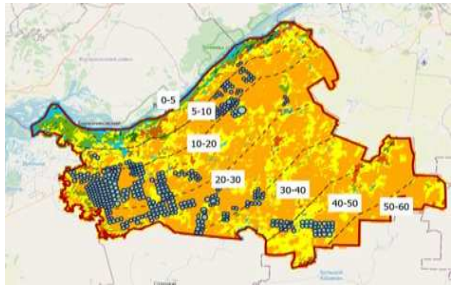


НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ

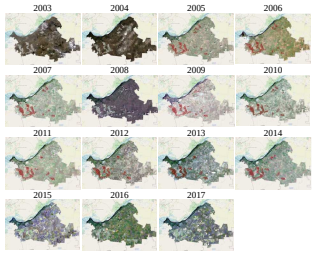


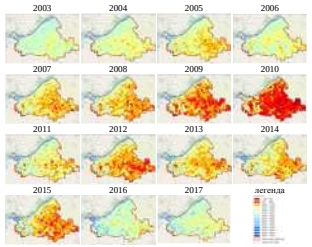
ДРУГИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ



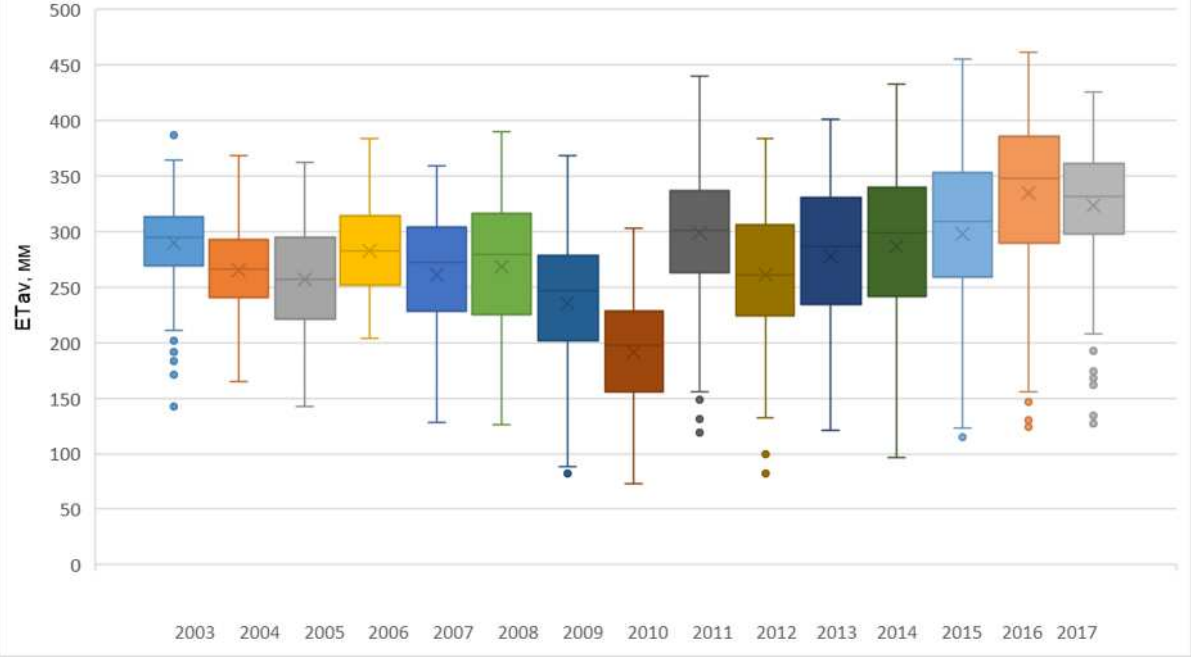


Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (5)

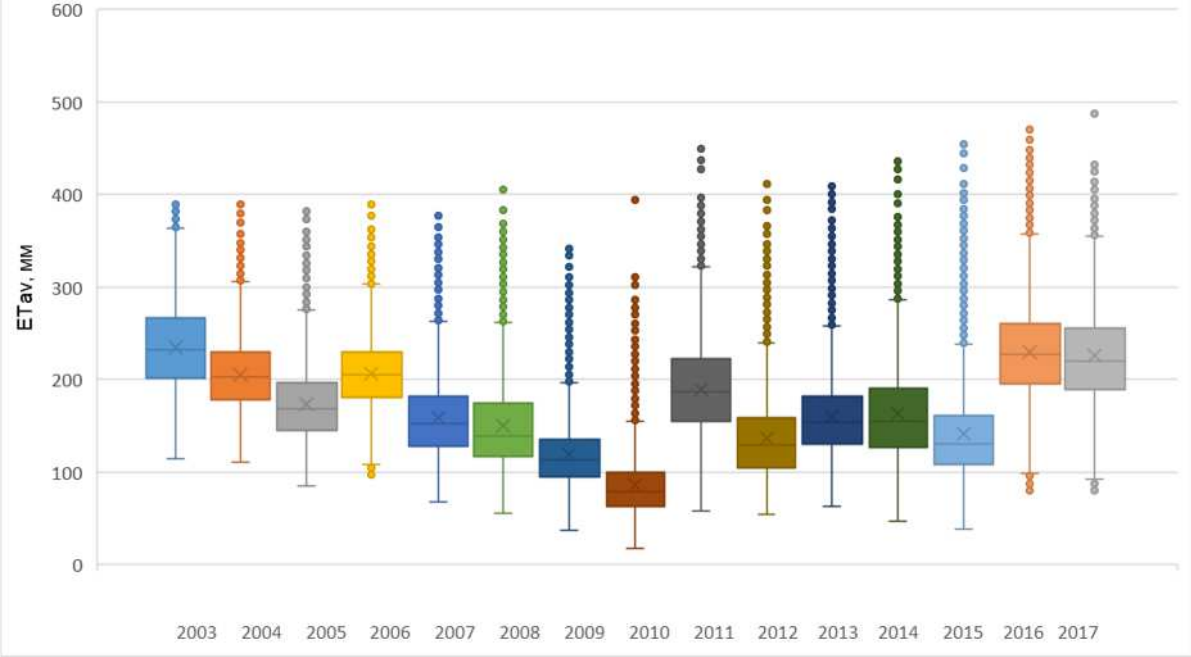




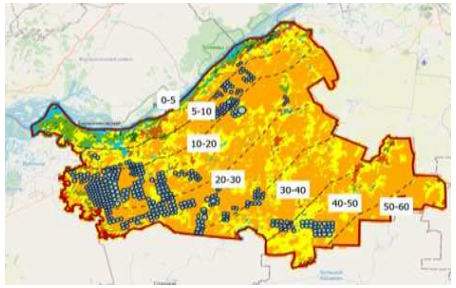
Функции распределения датасетов ETav орошаемых пахотных земель, 2003-2017г.

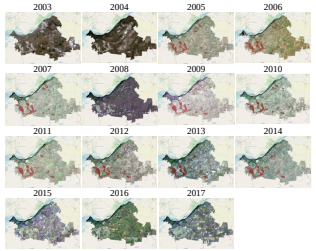


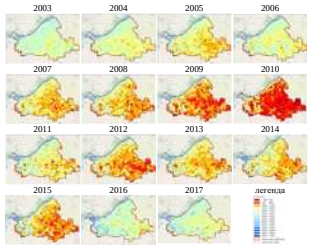
Функции распределения датасетов ETav неорошаемых пахотных земель, 2003-2017г.



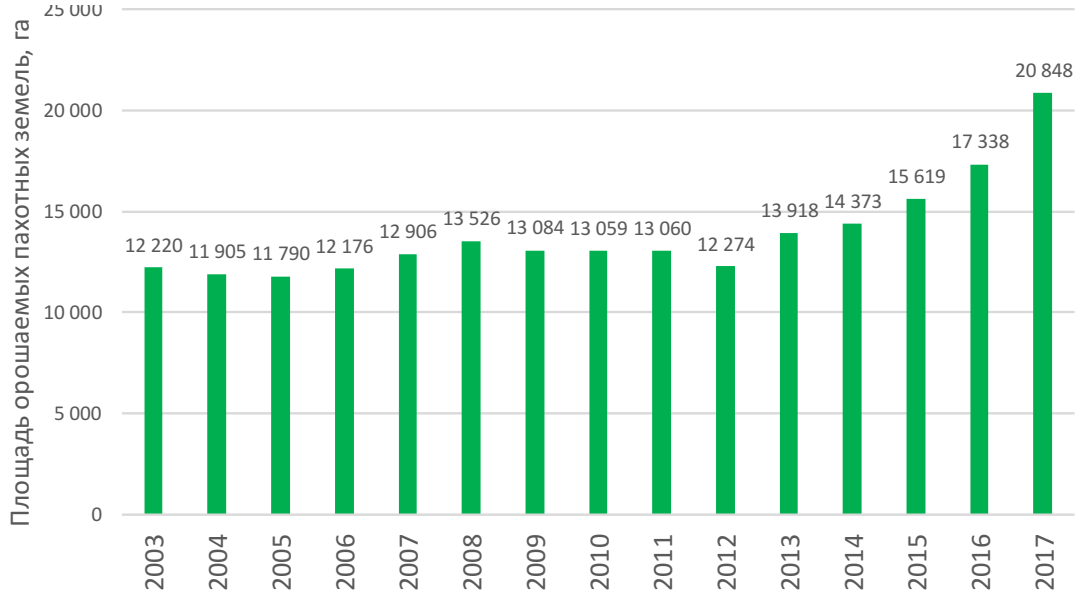
Характеристики региональных потоков ЕТа Марксовского района за 2003-2017г. (6)



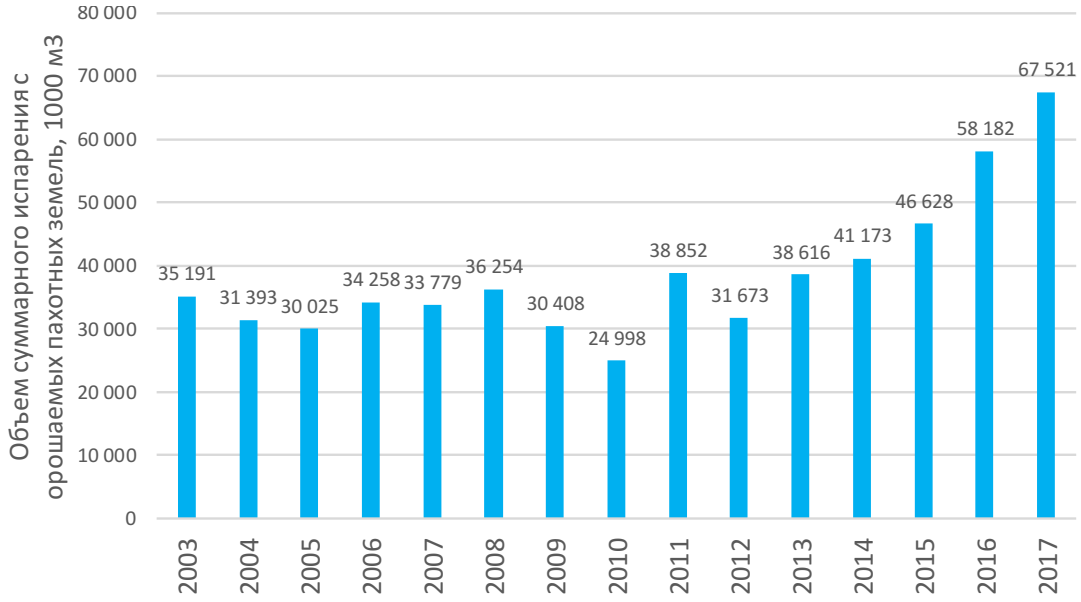


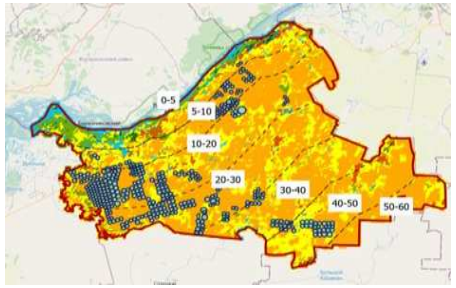


Площадь орошаемых пахотных земель, 2003-2017г.

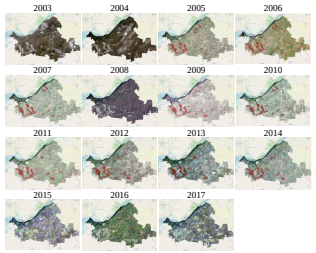


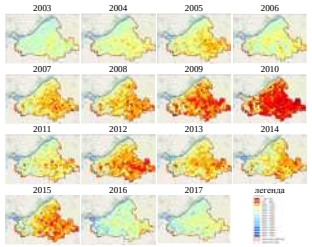
Объем ЕТа орошаемых пахотных земель, 2003-2017г.



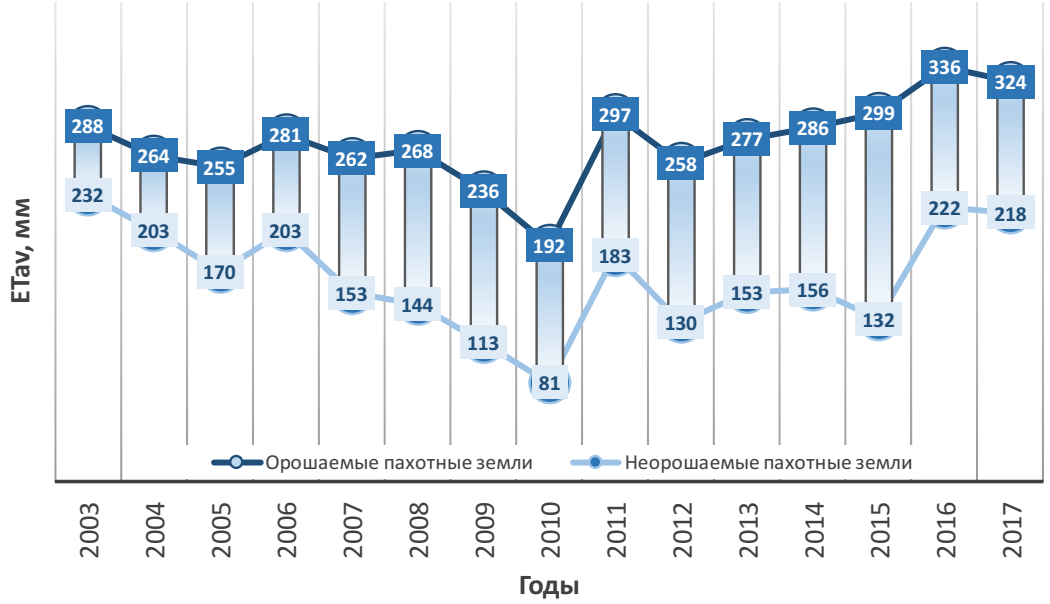


Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (7)

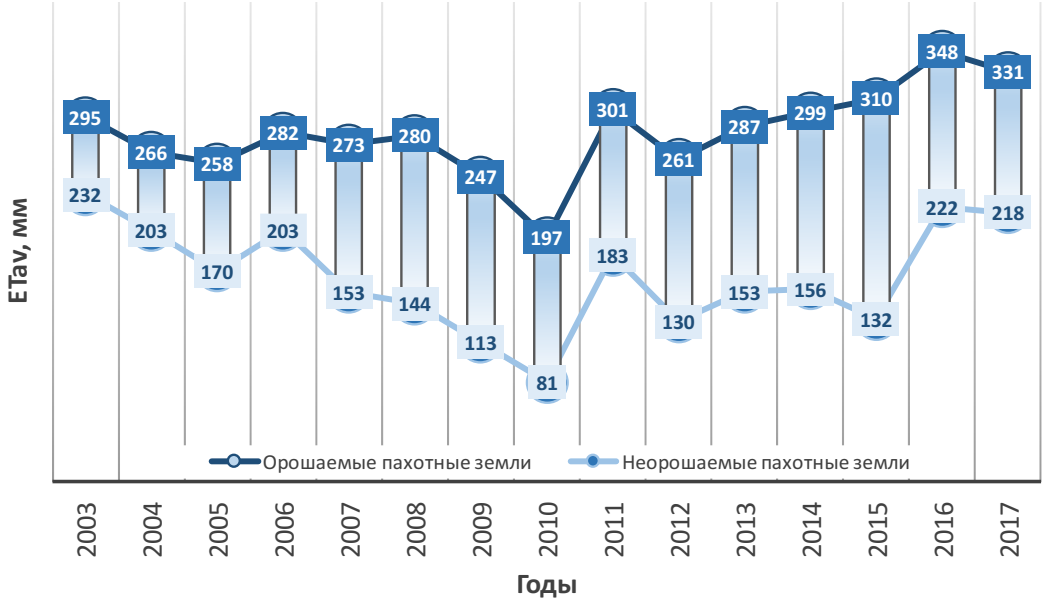


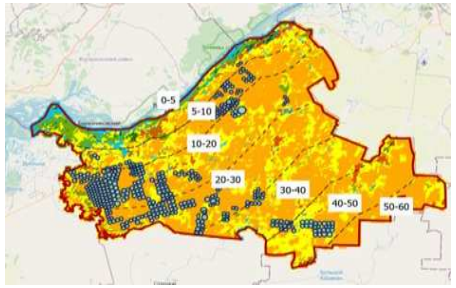


Средние **региональные** потоки **ETav** орошаемых и неорошаемых пахотных земель, 2003-2017г.

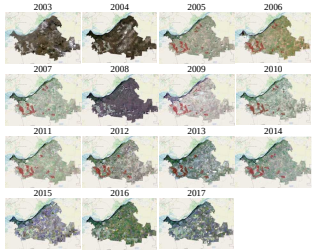


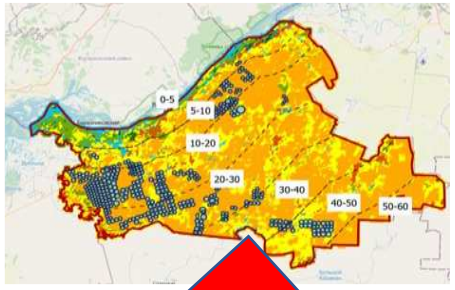
Медианные **региональные** потоки **ETav** орошаемых и неорошаемых пахотных земель, 2003-2017г.

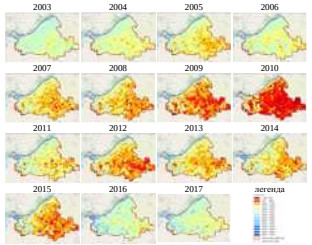




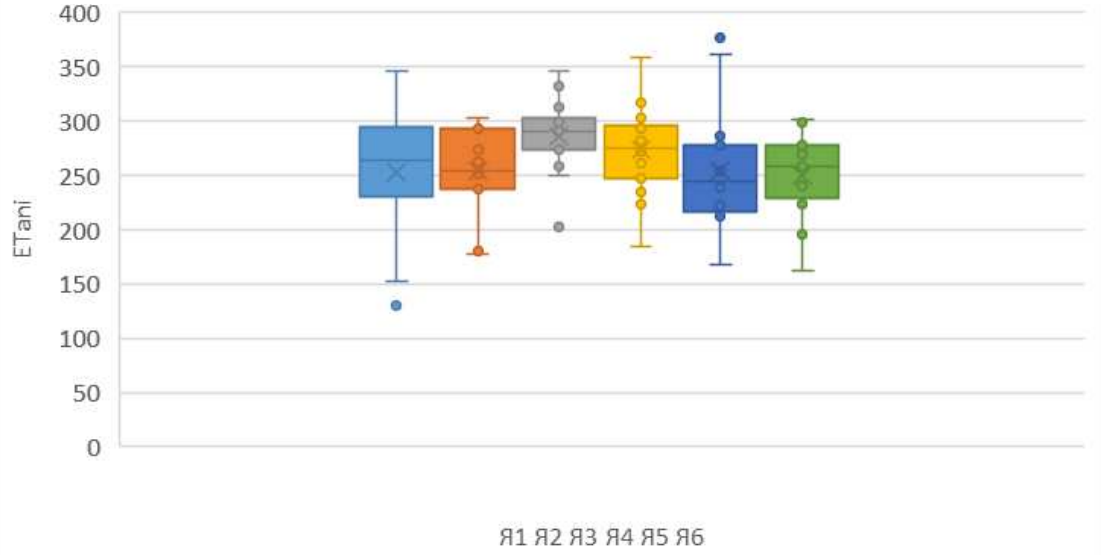
Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (8)



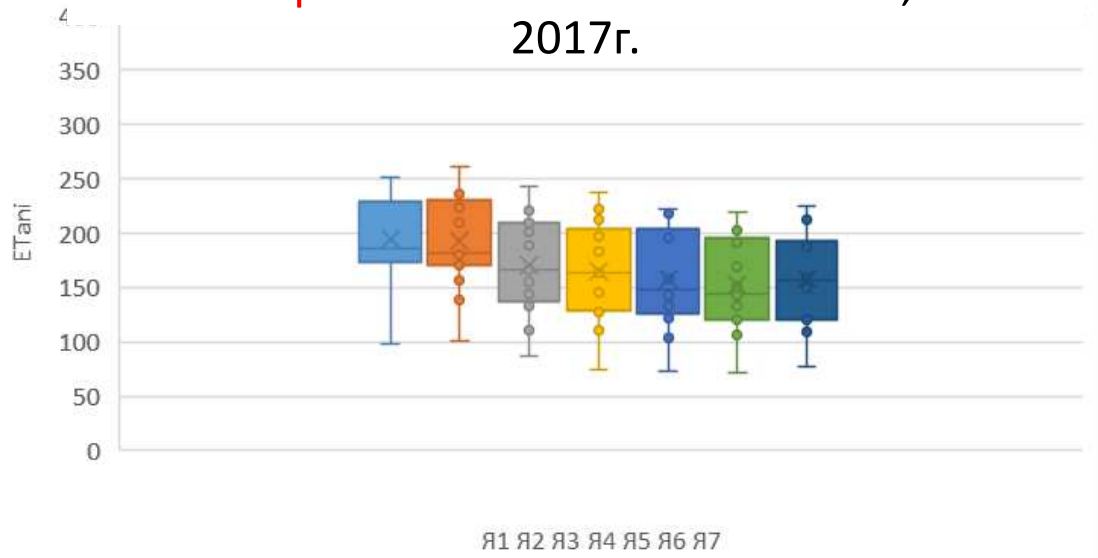


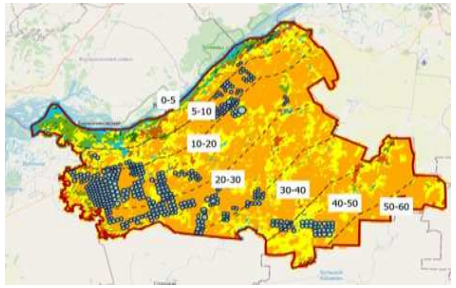


Функции распределения **зональных** потоков **ETav** орошаемых пахотных земель, 2003-2017г.



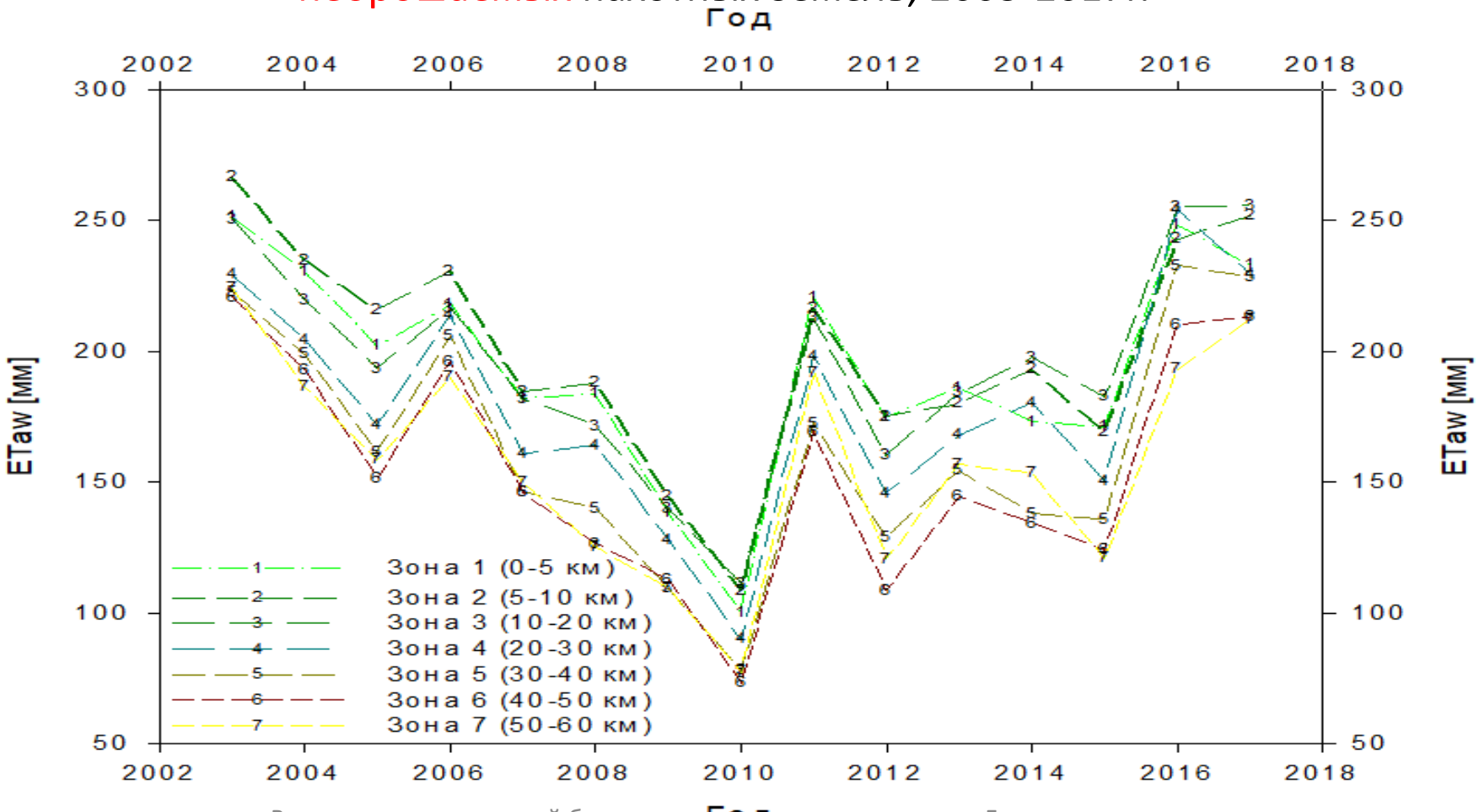
Функции распределения **зональных** потоков **ETav** неорошаемых пахотных земель, 2003-2017г.

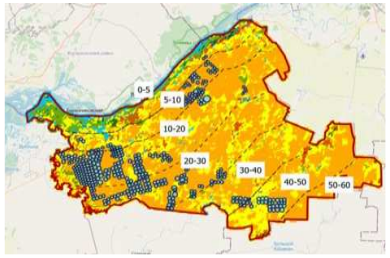




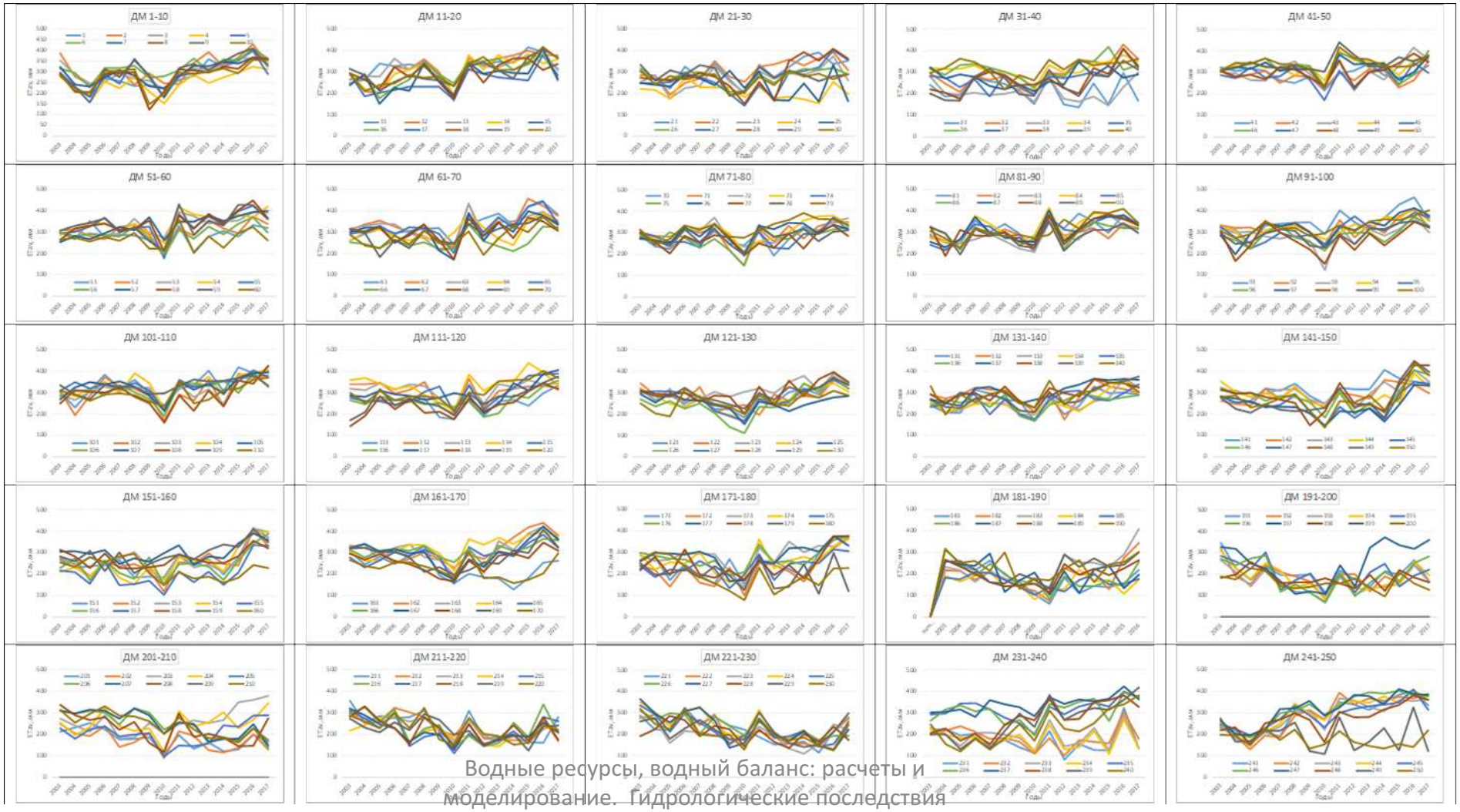
Характеристики региональных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г. (9)

Средние **зональные** потоки **ETav** орошаемых и неорошаемых пахотных земель, 2003-2017г.



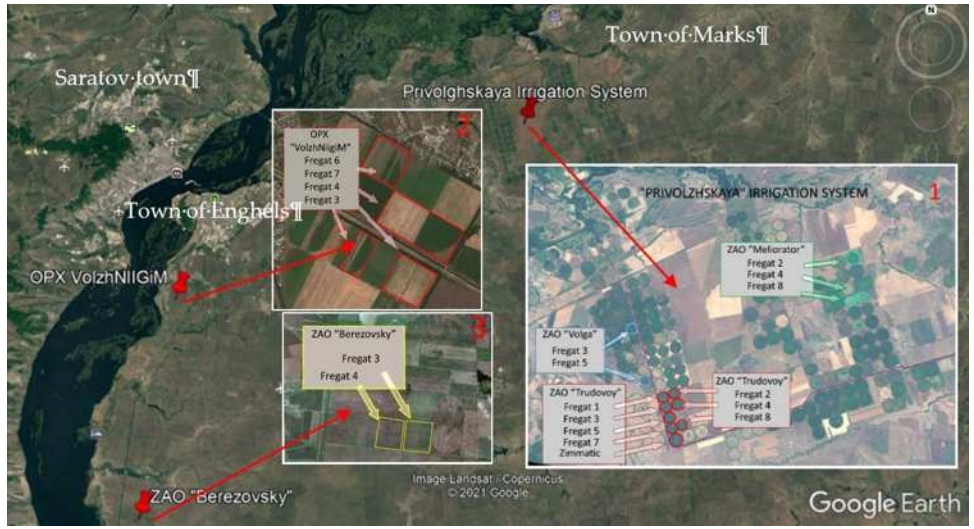


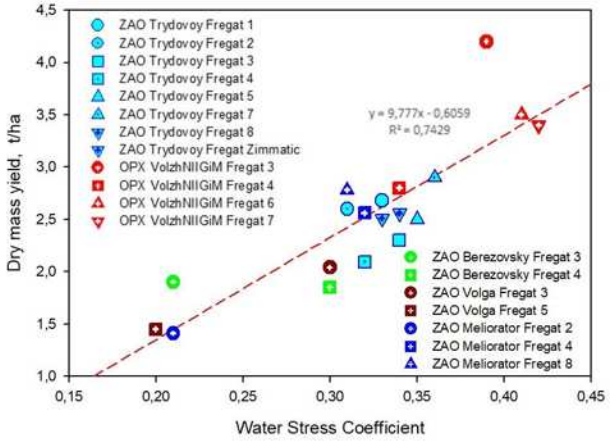
Характеристики локальных потоков ETa Марксовского района за 2003-2017г.

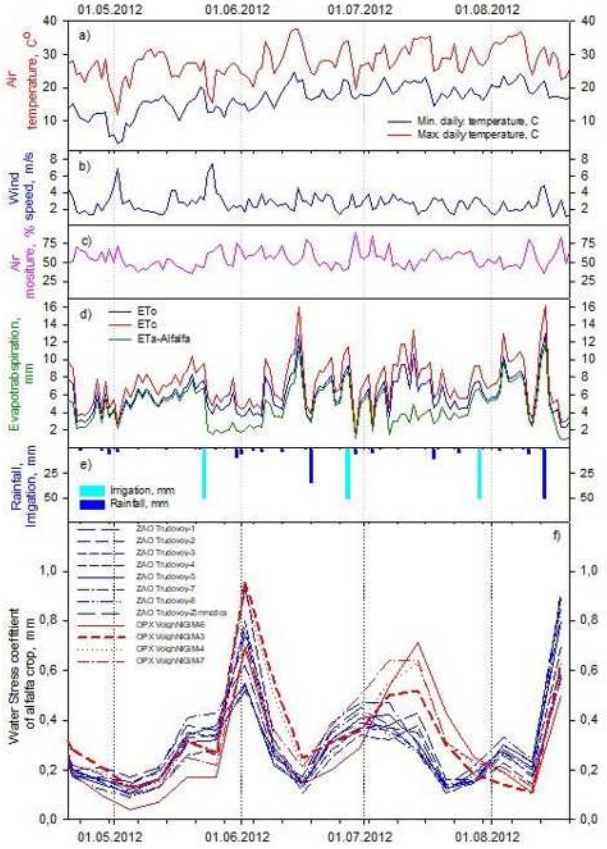


4. Оценка водоэффективности орошения агроценозов

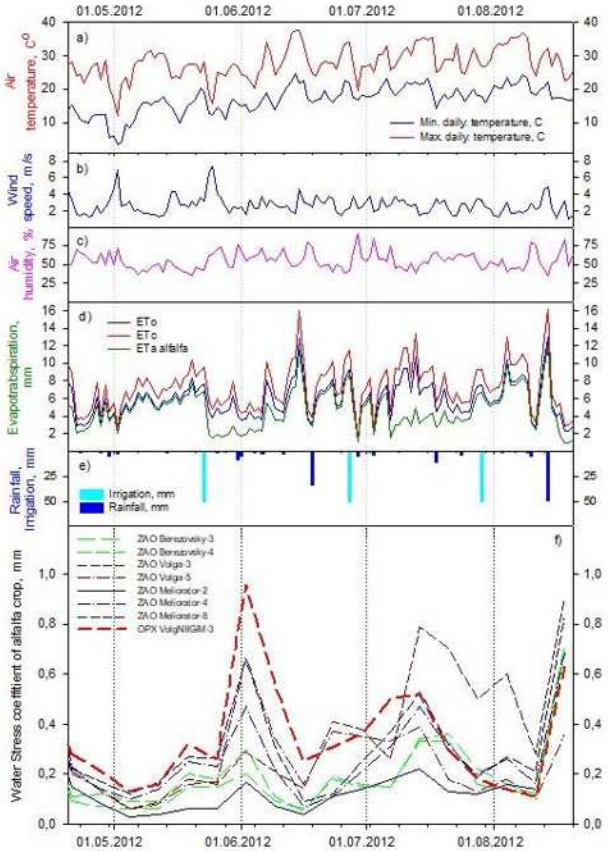
Водоэффективность орошения агроценозов Саратовского Заволжья







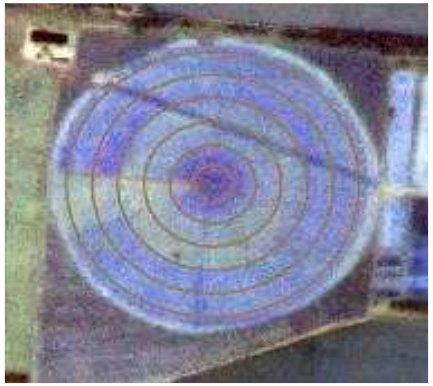
(a)¤

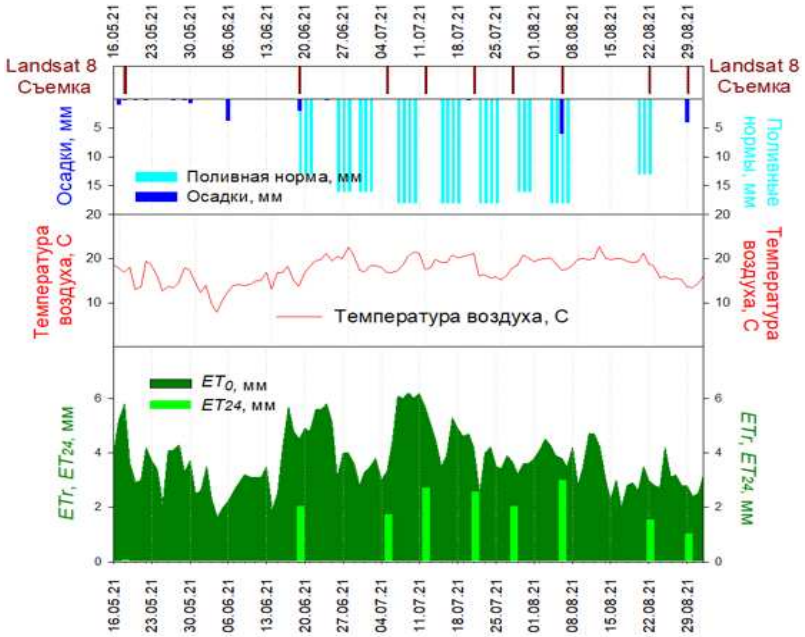


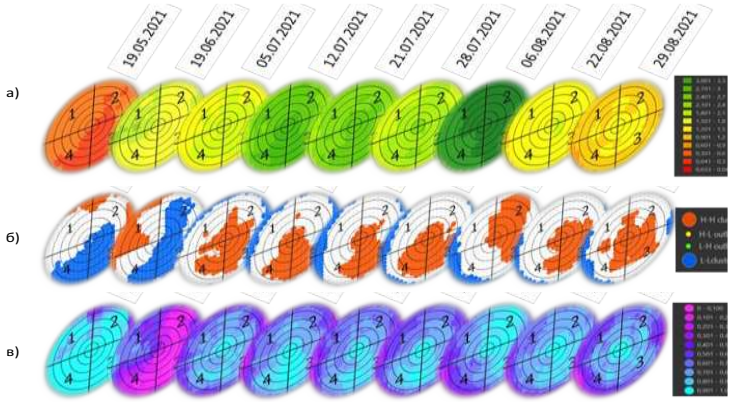
(b)¤

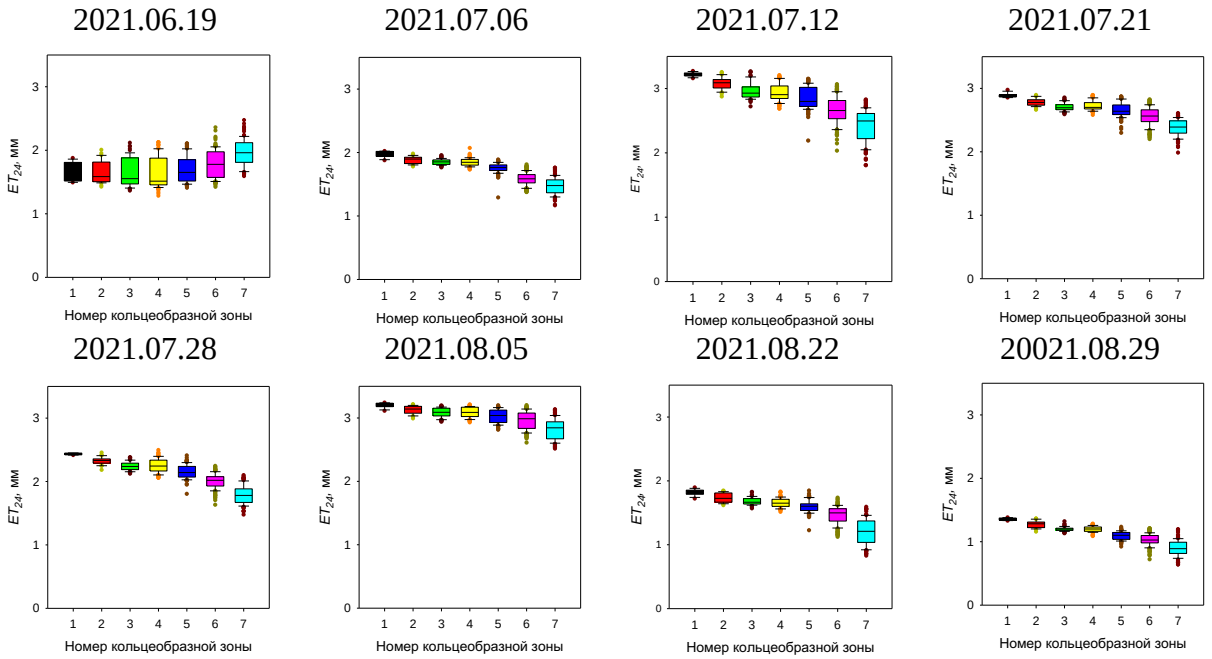
5. Сублокальные потоки ETa
(Landsat 8,9, Энгельский район Саратовской области)

Сублокальные характеристики потоков ETa орошаемого посева сои (2021 г.)

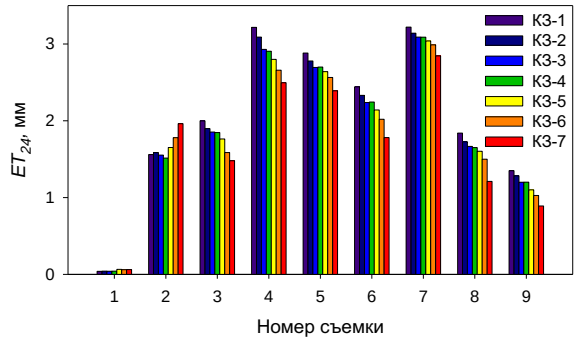




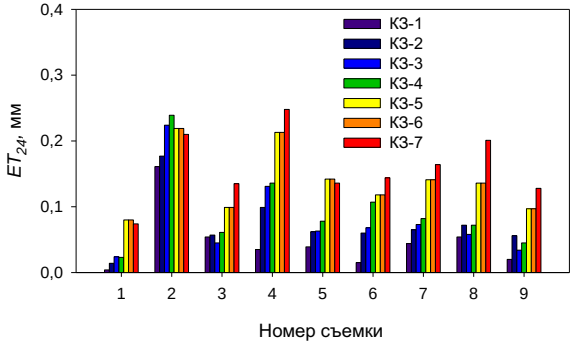




Медианные значения кольцеобразных зон



Значения дисперсий кольцеобразных зон



Заключение

1. Использование методов дистанционного измерения потоков ETa позволяет получать достоверные данные разного уровня анализа и обобщения
2. Сочетание этих методов с технологиями ГИС-ГНСС-ИИ является непременным условием для технологического развития управления водным хозяйством, в частности, для целей повышения эффективности использования поливной воды в орошаемом земледелии

БЛАГОДАРЮ ЗА ВАШЕ ВНИМАНИЕ!

Контактные данные:
azeiliguer@mail.ru
Зейлигер Анатолий Михайлович