



Двадцать третья международная конференция
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"



ИВП
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



Оценка эффективности использования водных ресурсов для орошения агроценозов на уровне оросительных систем

Ермолаева Ольга Сергеевна

Ст. преподаватель кафедры прикладной информатики
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, заведующий
лабораторией ГИС и ДЗЗ

Зейлигер Анатолий Михайлович

Главный научный сотрудник, ИВП РАН,
Южный федеральный университет, д.б.н.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ – ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

1. Орошаемое земледелие занимает всего лишь **20%** мировых сельскохозяйственных угодий
2. На орошаемых агроценозах получают **40%** мирового производства растительной продукции



ЗАДАЧИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



Повышение урожайности посевов орошаемых сельскохозяйственных культур



Снижение непроизводительных потерь поливной воды



Минимизация негативного воздействия орошения на окружающую среду



Готовность к неблагоприятным изменениям климата



ЦИФРОВОЕ ТОЧНОЕ ОРОШЕНИЕ

высокоэффективное использование водных и земельных ресурсов, а также устойчивому развитию сельскохозяйственного производства растениеводческой продукции в условиях дефицита природных ресурсов и изменения климатических условий.

Спрос на объективную информацию о динамике изменения площадей орошаемых земель и эффективности проводимых мер господдержки

Вызовы в сельском хозяйстве

- Изменение климата, уменьшение площади сельскохозяйственных угодий и их деградация.
- Поиск эффективных методов управления посевными площадями и повышения урожайности.
- Традиционные методы мониторинга трудоемкие и не способны обеспечить необходимый уровень детализации.

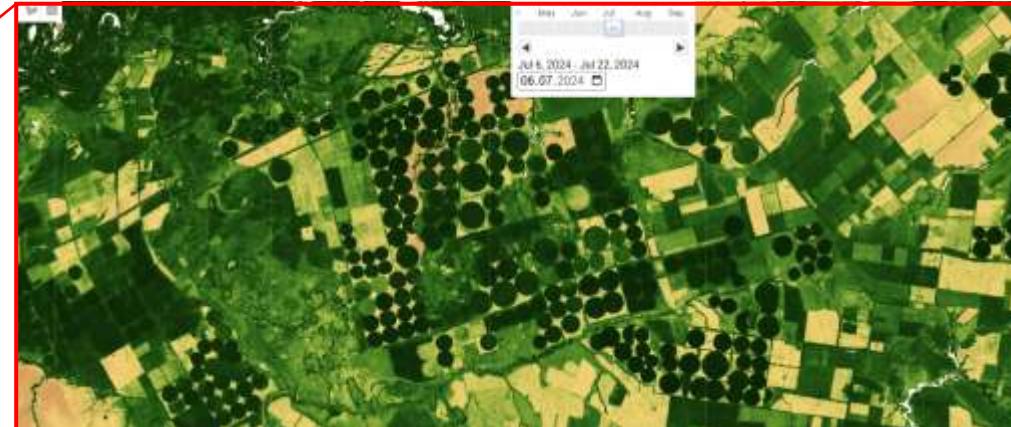
Спрос на объективную информацию об эффективности применения орошения и возможности снижения затрат

Потребности

- Повысить урожайность посевов орошаемых сельскохозяйственных культур.
- Высвободить водные ресурсы за счет сокращения их непроизводительных потерь при орошении.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ (САРАТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

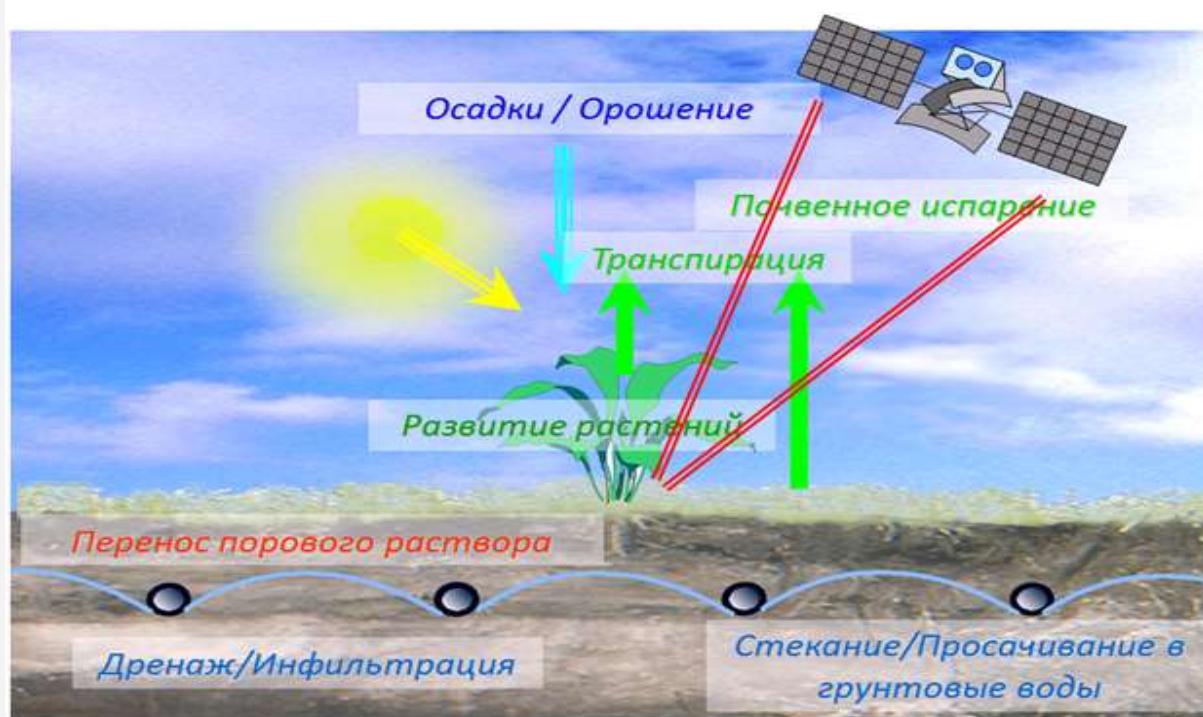
Марковский район,
Комсомольская и Приволжская ОС



Энгельсский район, УНПО «Поволжье»,
СГАУ

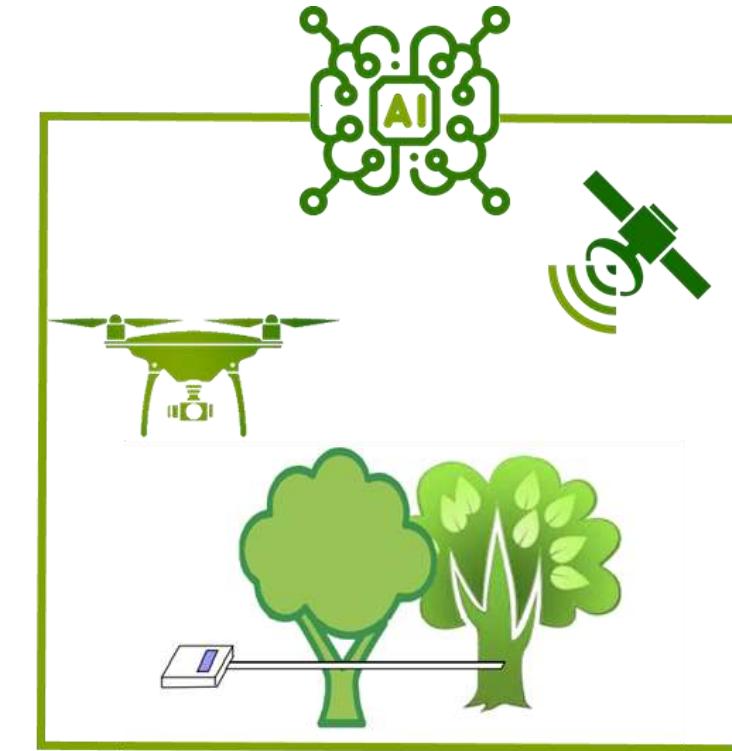


ОЦЕНКА ВОДОЭФФЕКТИВНОСТИ



Эффективность
использования поливной
воды

$$B\mathcal{E}_{op} = \frac{\text{Урожай}}{\text{Оросительная норма}}$$



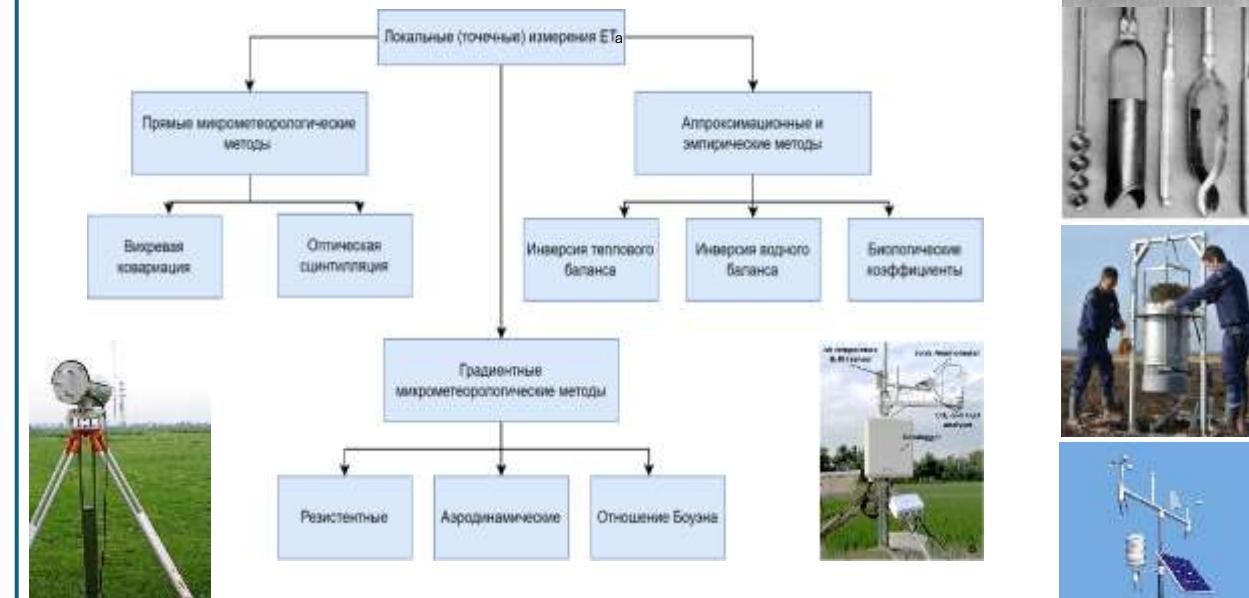
Водоэффективность
орошения

$$\mathcal{E}fIs_{op} = \frac{\text{Транспирация}}{\text{Оросительная норма}}$$

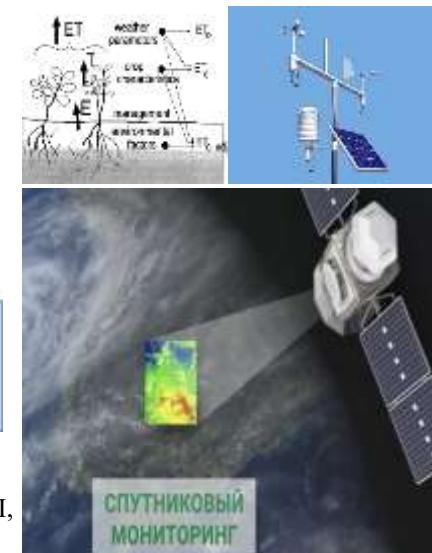
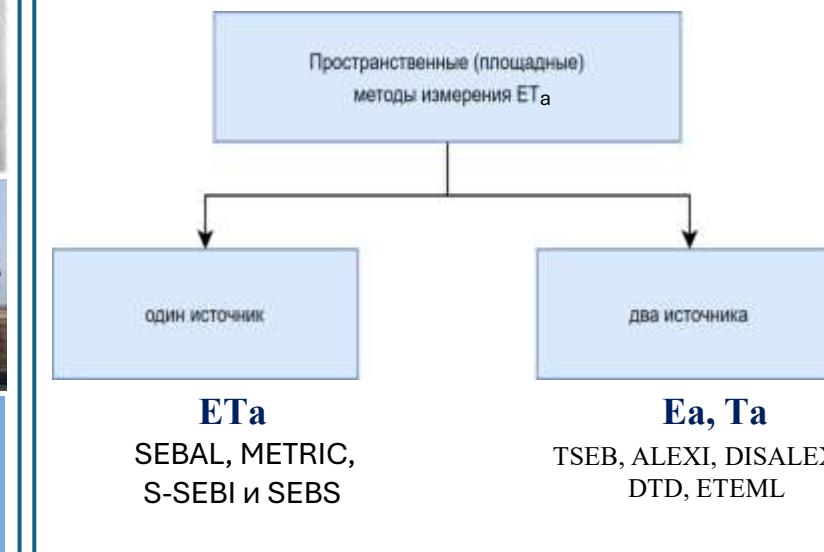
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОТОКА СУММАРНОГО ИСПАРЕНИЯ ЕТА

Методы измерения потока ЕТа

Локальные методы измерений ЕТа

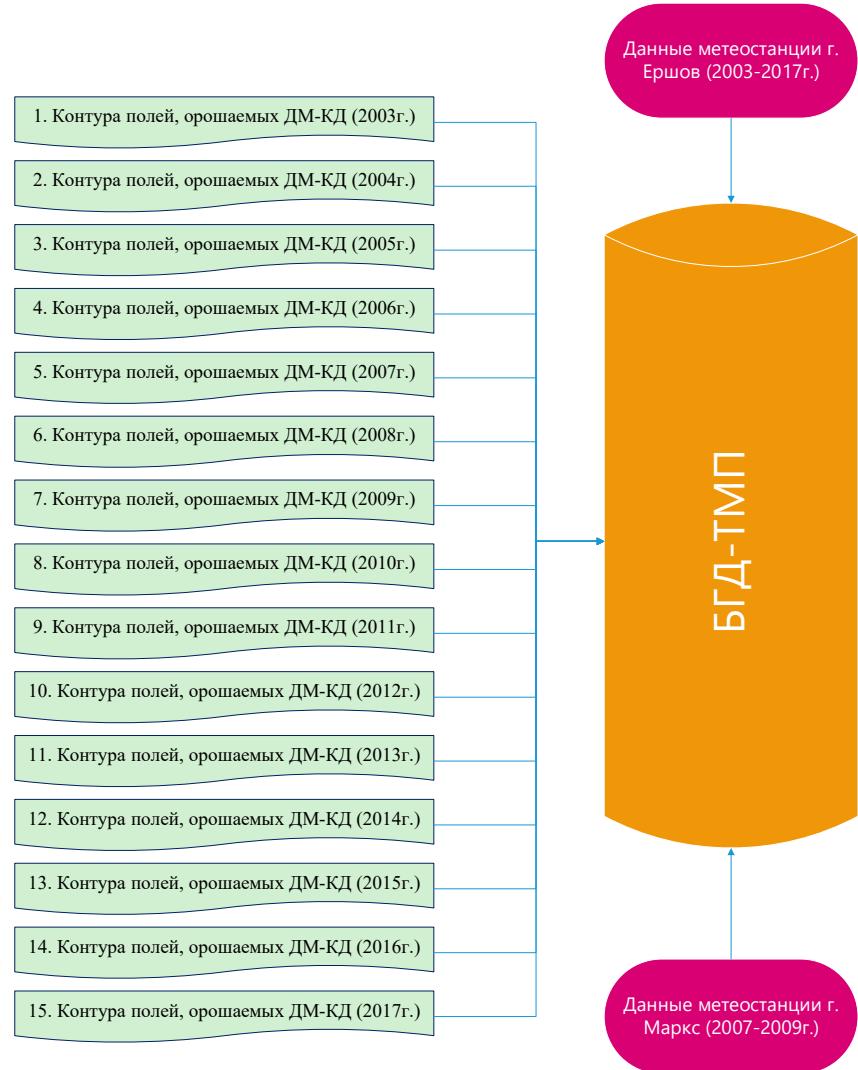


Пространственные (площадные) методы измерений ЕТа



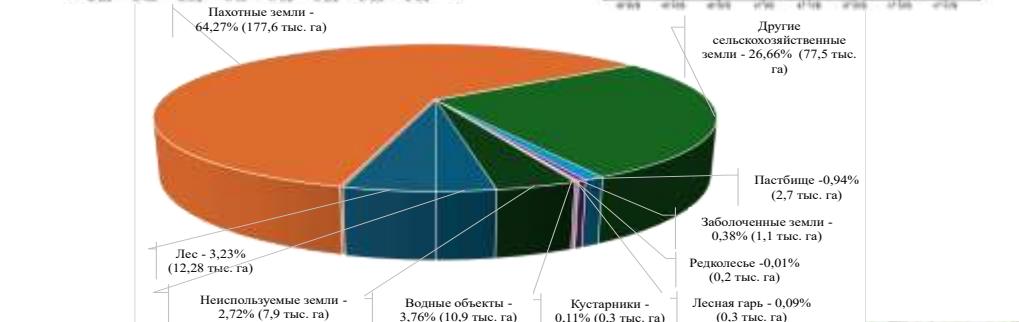


БАЗА ГЕОДАННЫХ ТЕРРИТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ



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. Раstry основных типов землепользования
8. Раstry потоков суммарного испарения ET_{a8}, ET_{a9}
9. Зоны разной удаленности от границы левого берега р. Волги

Административные границы, магистральные каналы

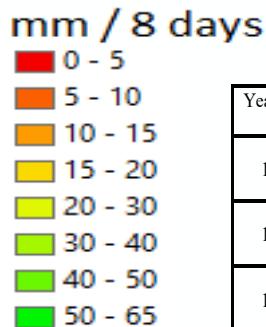


Дождевальные машины кругового действия

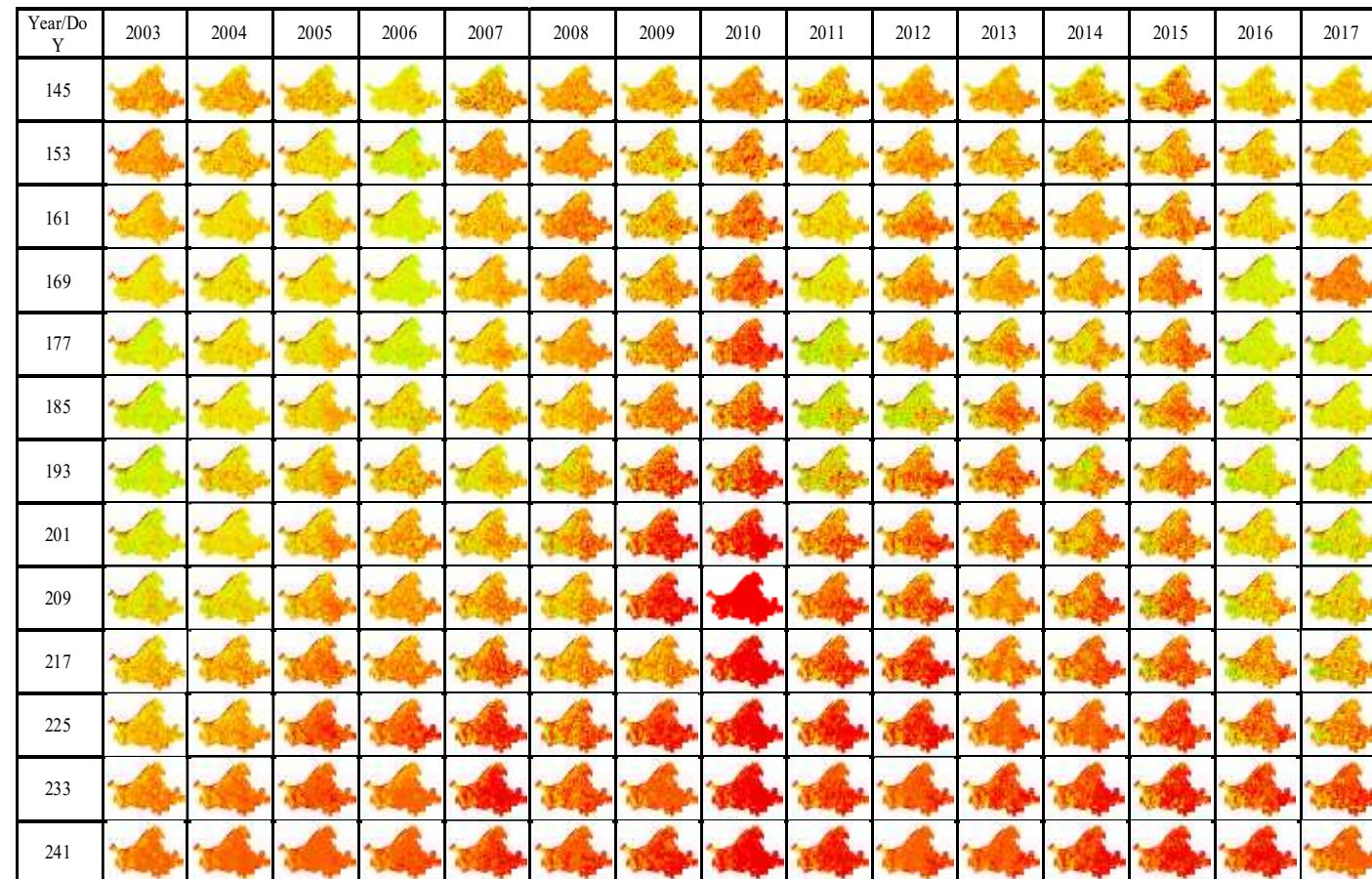
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ГЕОДАТАСЕТА 8 СУТОЧНЫХ ЕТА

Характеристики сформированного пространственно-временного кубического геодатасета ЕТа8 территории Марковского района:

1. MOD16A2 - продукт (MODIS Terra/Aqua);
2. 15 временных слоев периода 2003-2017гг.);
3. 13 восьмисуточных интервалов (оросительный период) 145 (25 мая)- 241(2 сентября);
4. 195 растровых слоев геоданных ЕТа8;
5. 20 887 бинов 500x500м каждый;
6. 19 837 (500x500м) бинов без водных объектов и муниципальных поселений;
7. 3 868 215 записей ЕТа8.

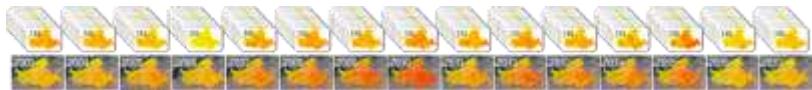


Мозаика геодатасета ЕТа8



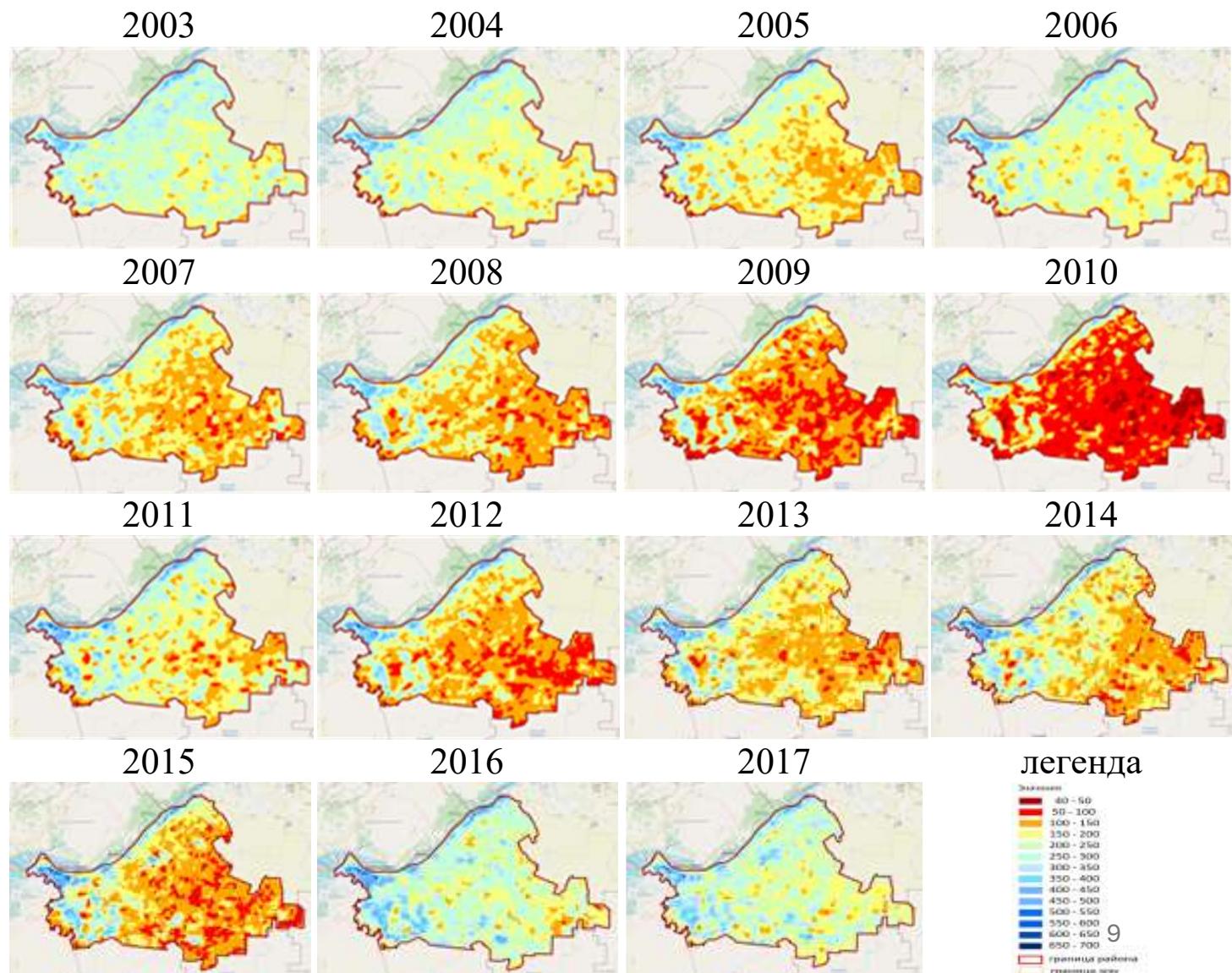
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ГЕОДАТАСЕТА ЕТА ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ПЕРИОДЫ

Мозаика геодатасета ETav



Характеристики сформированного пространственно-временного кубического геодатасета ETav территории Марковского района:

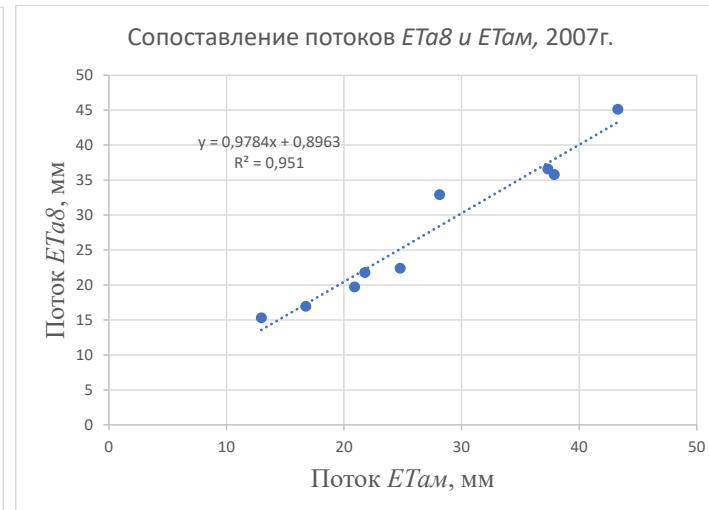
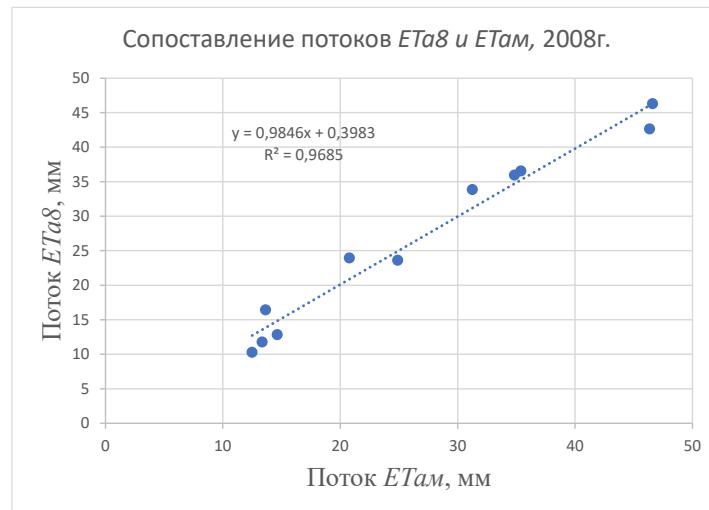
1. MOD16A2 - продукт MODIS;
2. 15 временных слоев ETav за период 2003-2017гг.;
3. 297 555 записей ETav.



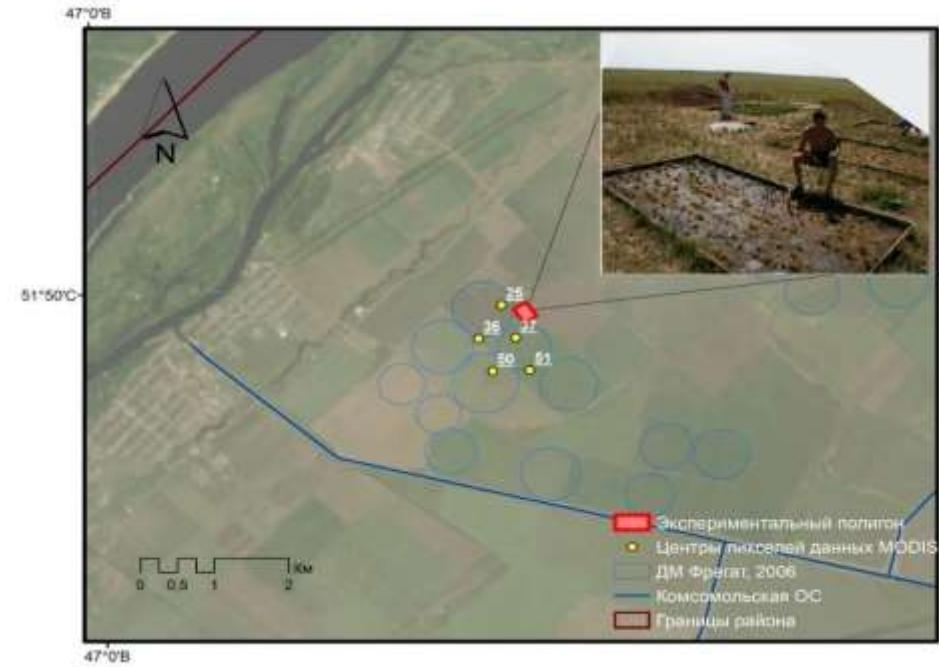
ПОЛЕВАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ ПОТОКА АКТУАЛЬНОГО ВОСЬМИДНЕВНОГО СУММАРНОГО ИСПАРЕНИЯ ET_{a8}

Мониторинг влагозапасов КС-ПП на 6 экспериментальных площадках, обустройство которых соответствовало концепции неотрывных почвенных монолитов, был реализован влагомером (профилометром влажности почв) TRIME-FM фирмы «IMKO micromodultechnik, GmbH».

$$ET_{a,i} = P_i + M_i + W_{i+1} - W_i + q_i \uparrow + q_i \downarrow,$$

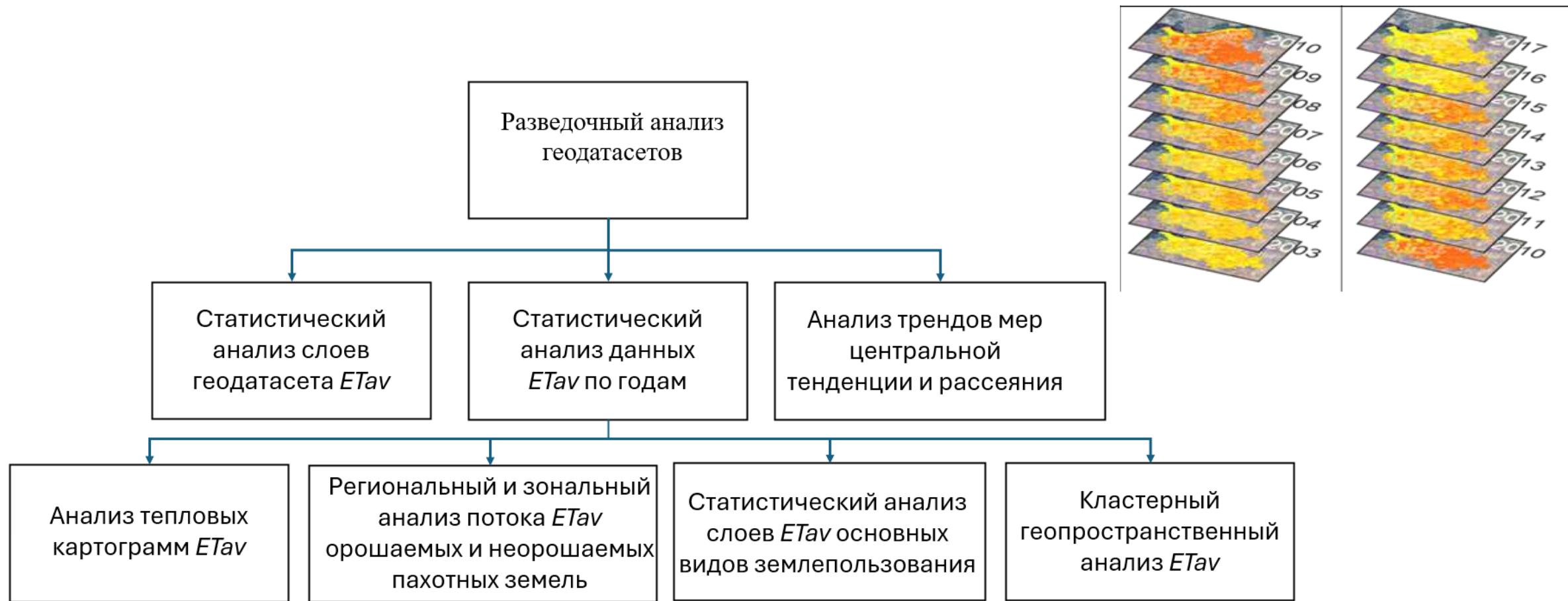


Диаграммы функций попарных значений наборов потоков ET_{am} и ET_{a8} :
а) 2007 г.; б) 2008 г.



Временные ряды потока $ET_{a,i}$ по шести экспериментальным площадкам были просуммированы по восмисуточным интервалам, соответствующим потокам ET_{a8} . С использованием этих сумм были рассчитаны члены временного ряда средних экспериментальных значений ET_{am} .

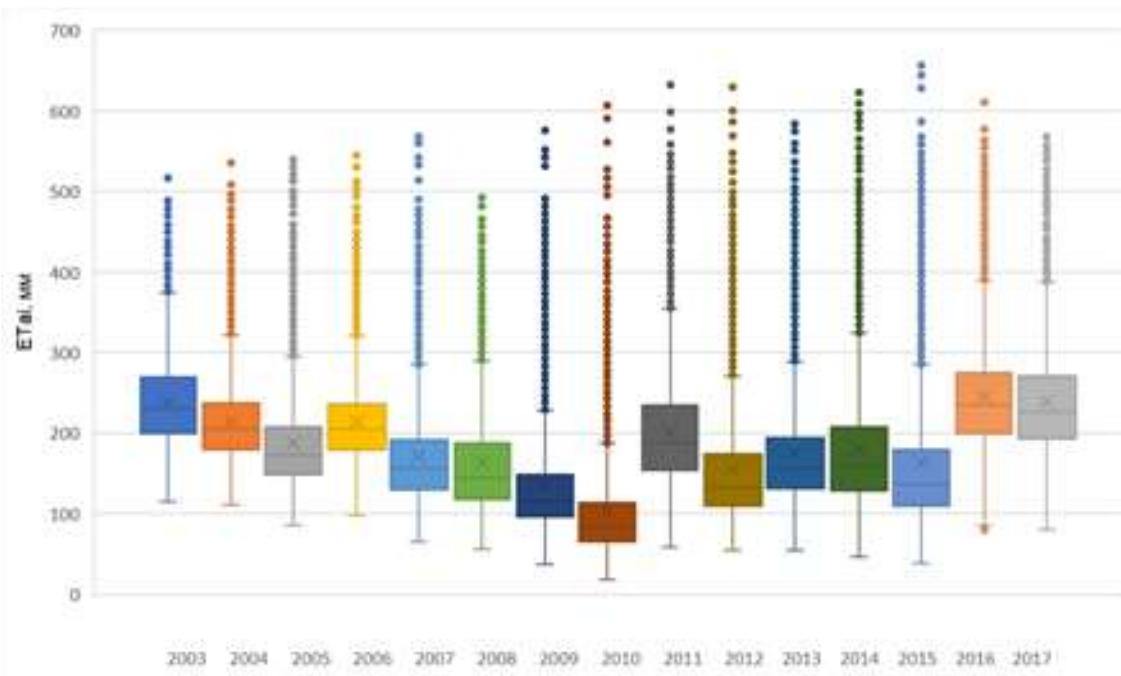
МЕТОДИКА РАЗВЕДОЧНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ETAV



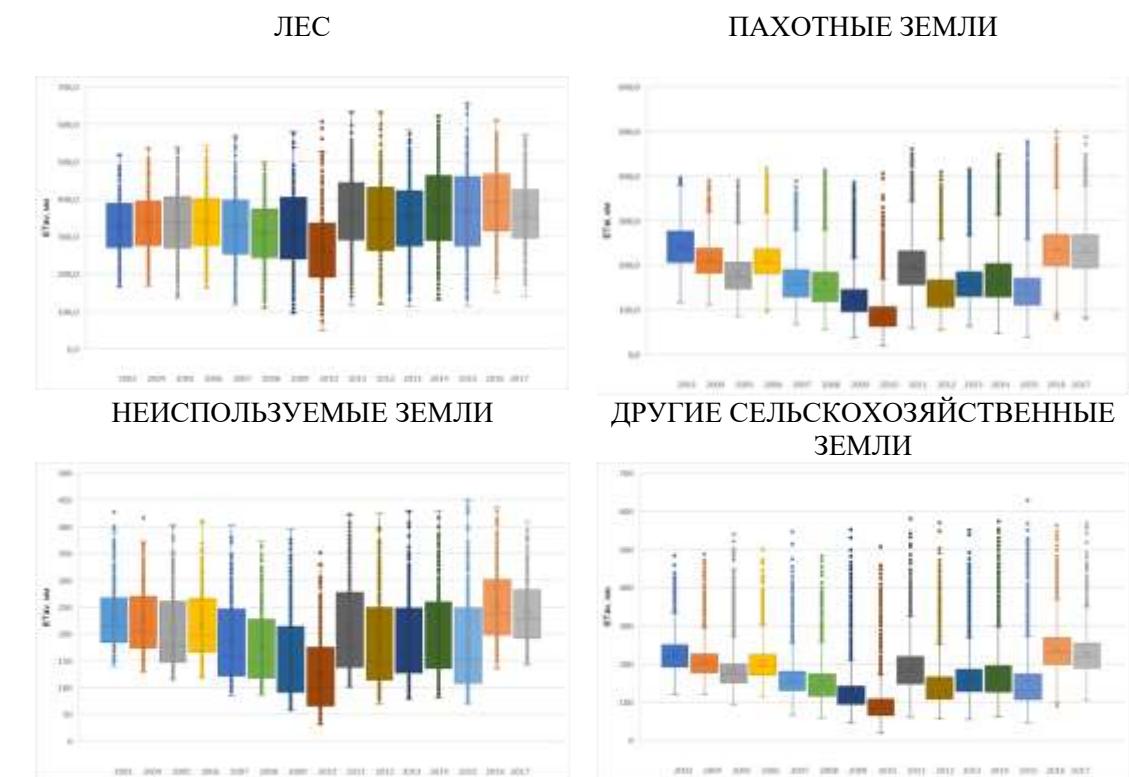
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОДАТАСЕТА ЕТАВ

ФУНКЦИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ

ВСЕ 12ТЬ ВИДОВ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ



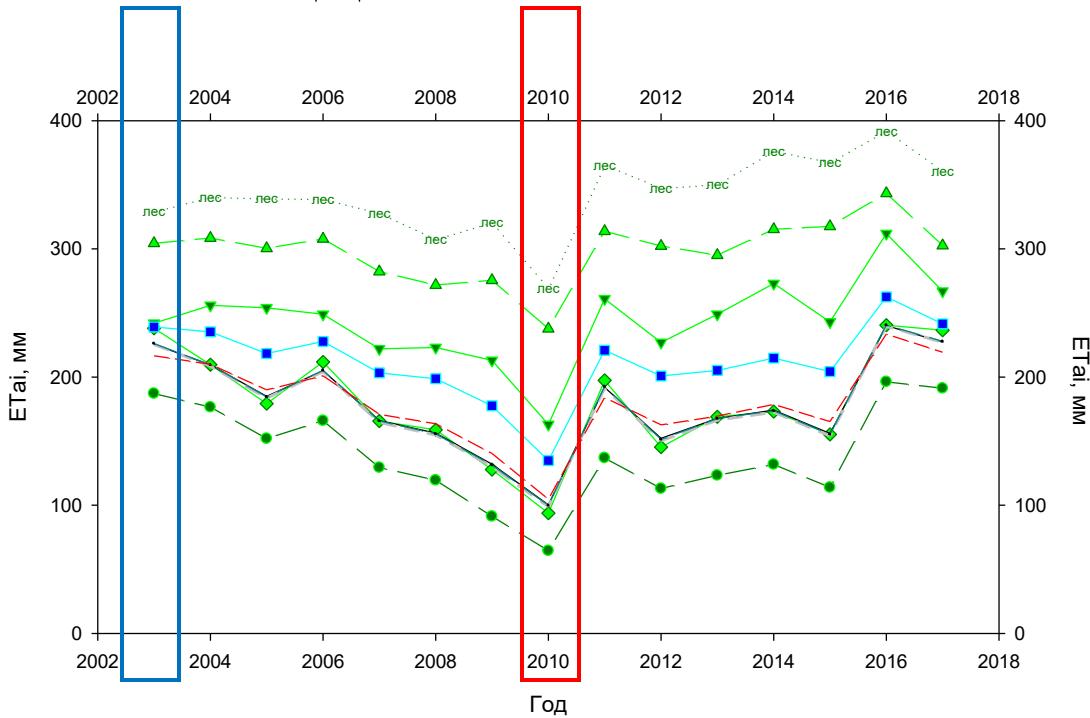
4-ре ОСНОВНЫХ ВИДА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ (98% ПЛОЩАДИ)



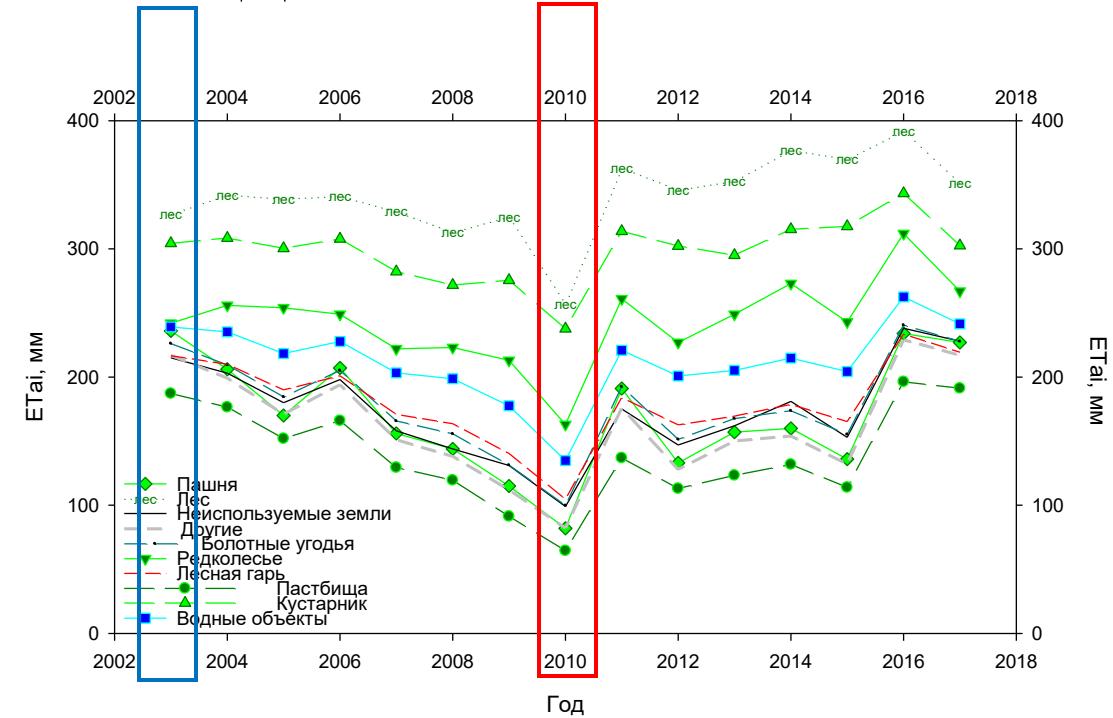
АНАЛИЗ ТРЕНДОВ МЕР ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТЕНДЕНЦИИ И РАССЕЯНИЯ

Профили центральных мер слоев датасета ET_{ai} основных видов землепользования

СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

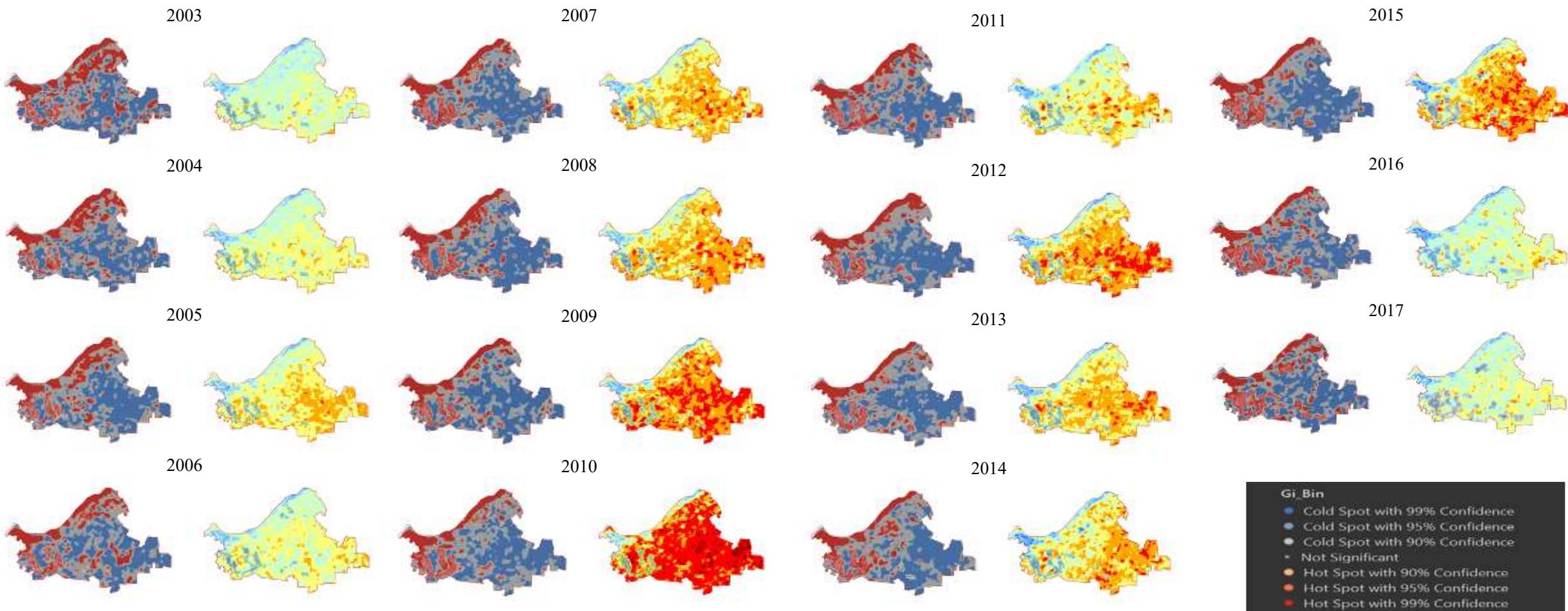


МЕДИАННЫХ ЗНАЧЕНИЙ



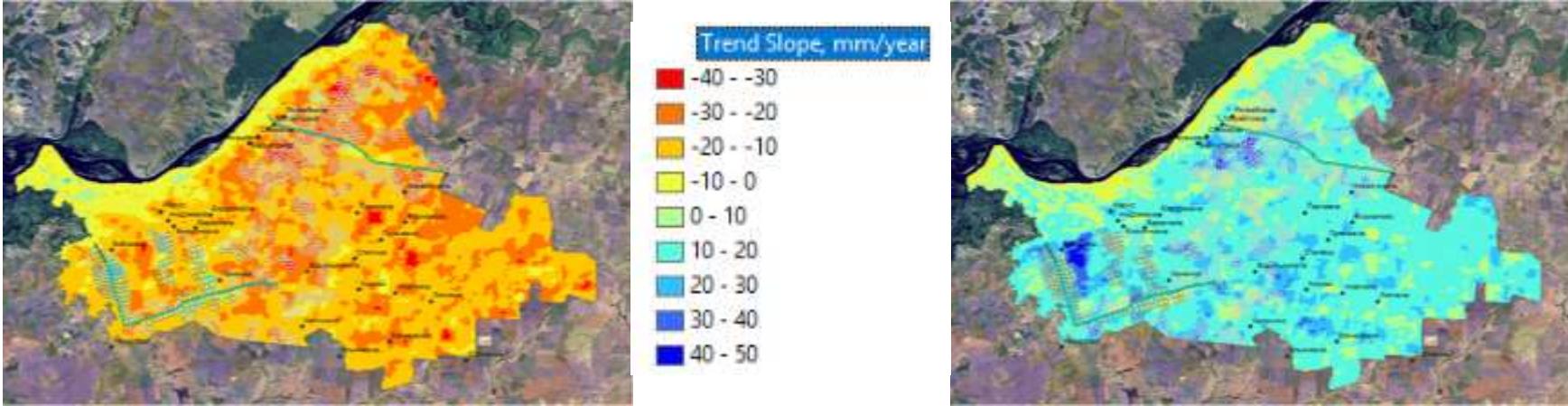
АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ КАРТОГРАММ ГЕОДАТАСЕТА ETAV

Картограммы результатов геостатистического кластерного анализа потоков геодатасета *ETav* за оросительные периоды 15-ти лет исследованного периода 2003-2017 г.



КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОДАТАСЕТА ETAV

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

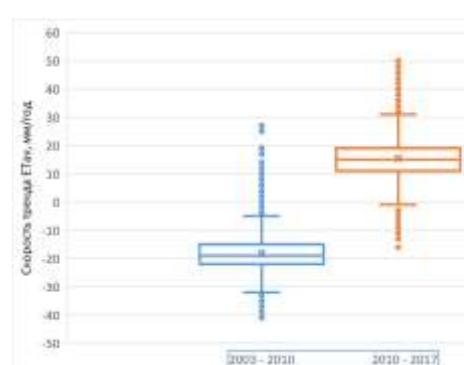


Картограммы медианных значений скоростей трендов геодатасета *ETav* за 2003-2010гг. и 2010-2017гг

ЛЕС



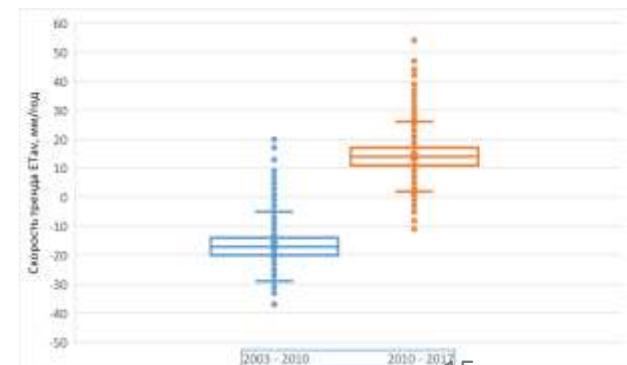
ПАХОТНЫЕ ЗЕМЛИ



НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЗЕМЛИ



ДРУГИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ

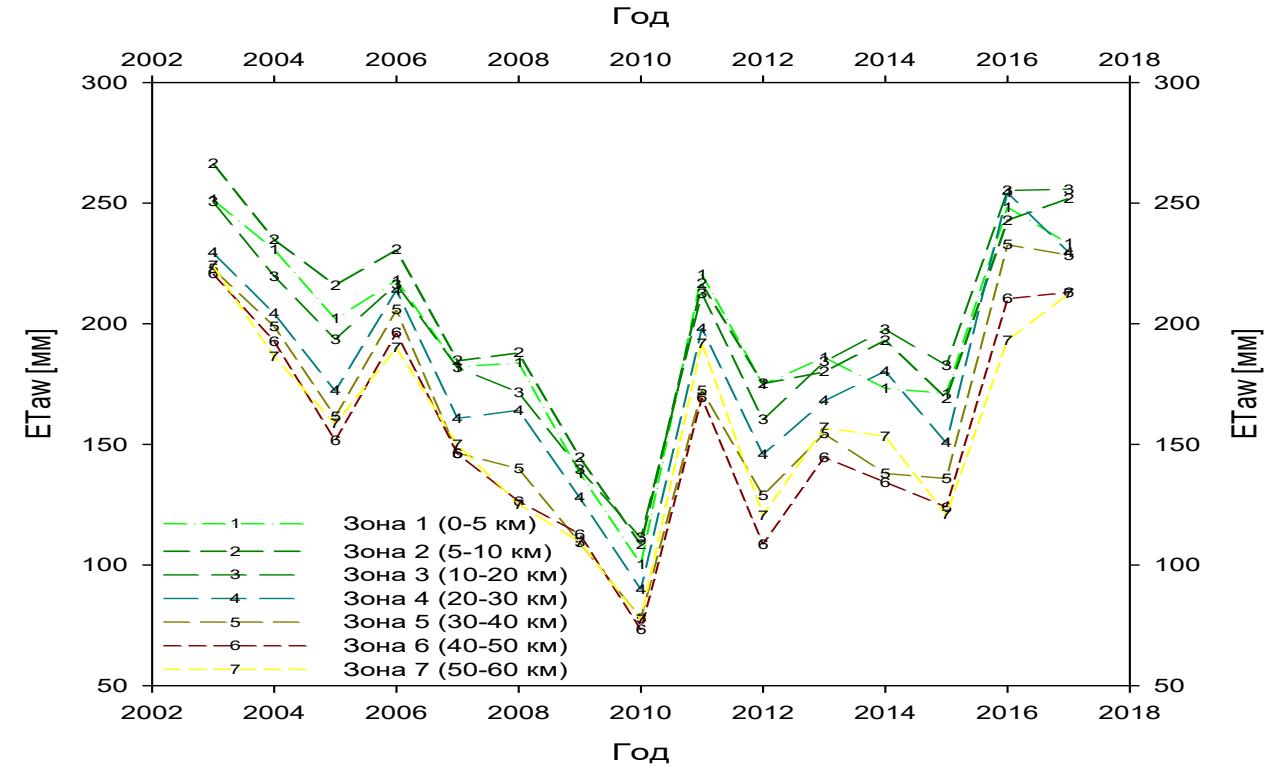


ЗОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОДАТАСЕТА ETAV

Визуализация выделенных зон (1-7) для расчета зональных характеристик ETav

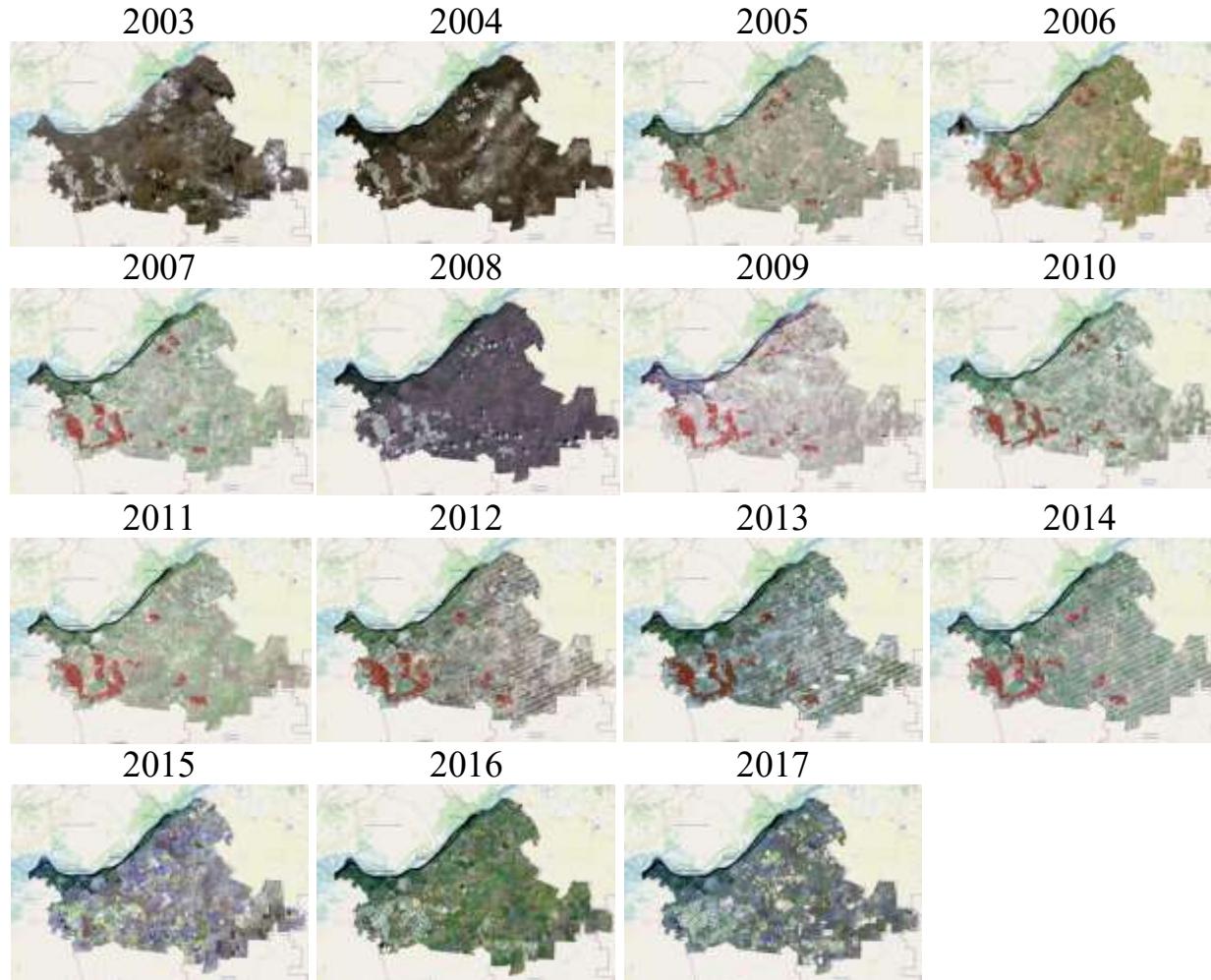


Профили центральных мер слоев датасета ETav пахотных земель по зонам 1-7

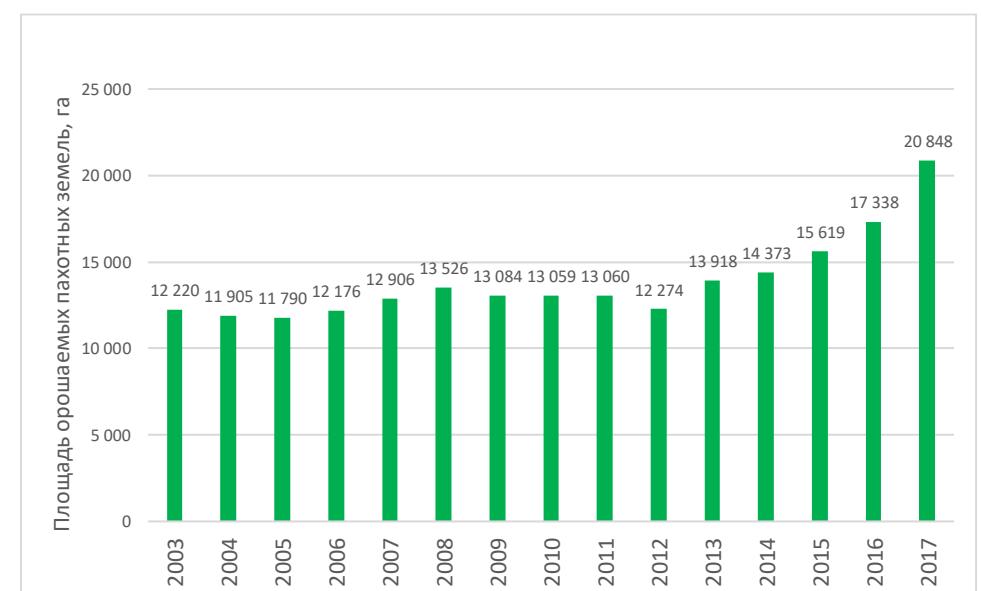


ФОРМИРОВАНИЕ МАСОК ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН КРУГОВОГО ДЕЙСТВИЯ (ДМ-КД) ЗА 2003-2017ГГ. ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДЕШИФРИРОВАНИЯ LANDSAT 7,8

Мозаика слоев масок ДМ-КД

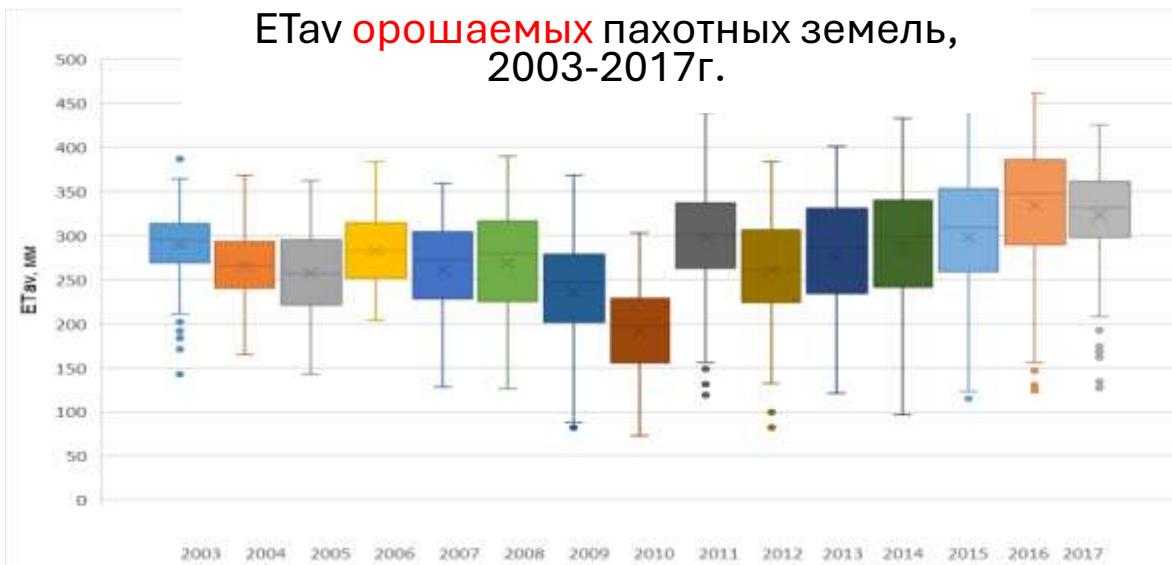


Слой обобщенных масок ДМ-КД



ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ЕТАВ ОРОШАЕМЫХ И НЕОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗОВ

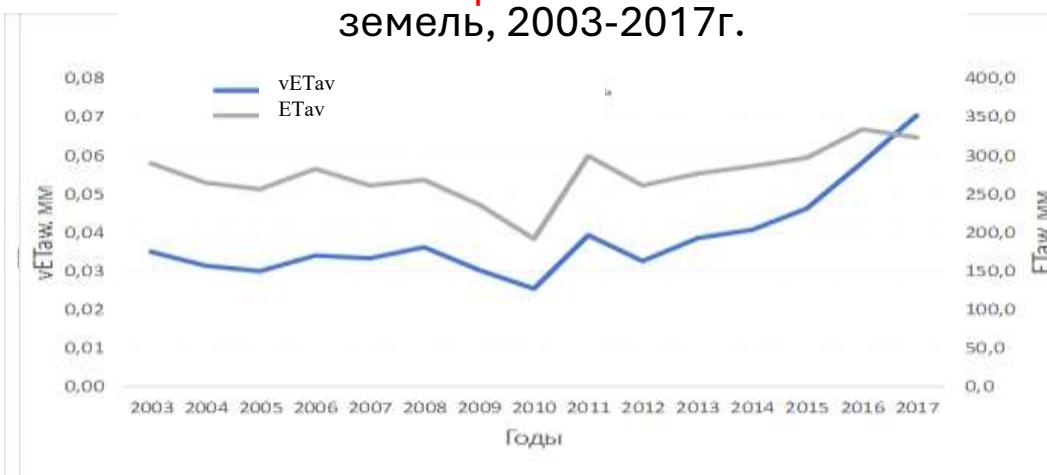
ETav орошаемых пахотных земель,
2003-2017г.



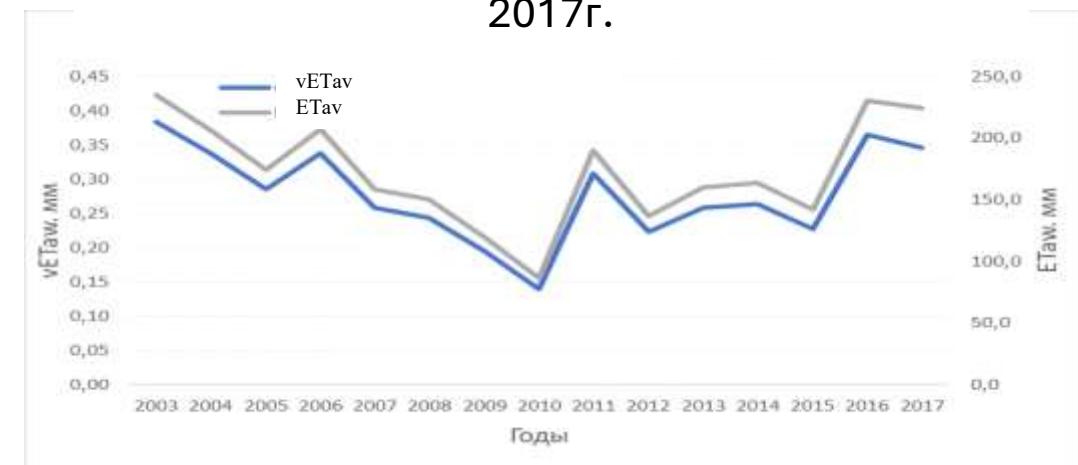
ETav неорошаемых пахотных земель, 2003-
2017г.



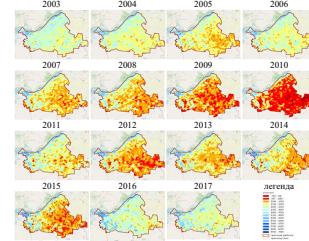
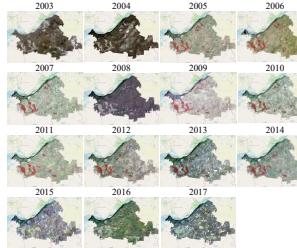
vETav и ETav орошаемых пахотных
земель, 2003-2017г.



vETav неорошаемых пахотных земель, 2003-
2017г.



ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ И ЗОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ЕТАВ ОРОШАЕМЫХ И НЕОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗОВ (2)



Площадь орошаемых пахотных земель, 2003-2017гг.

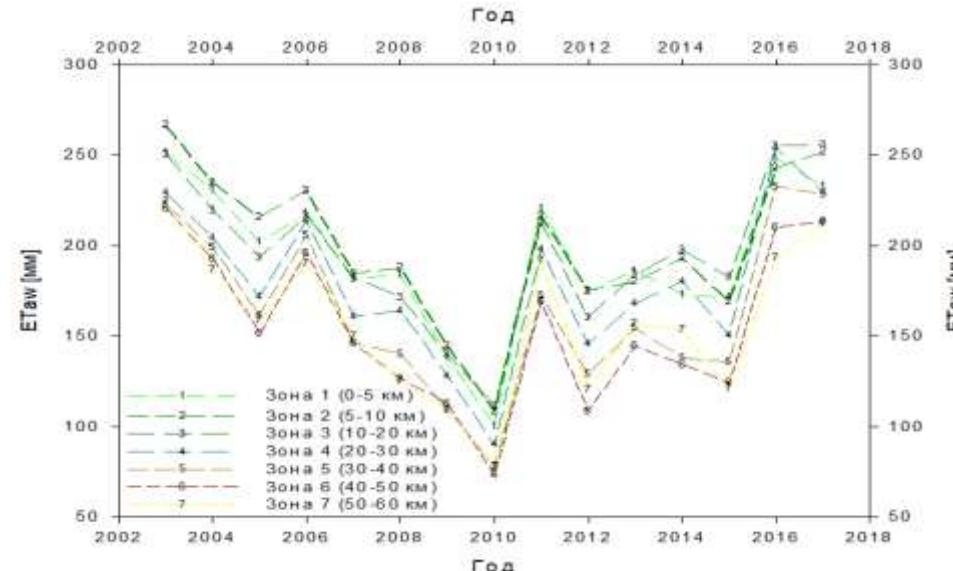


Объем ЕТа орошаемых пахотных земель, 2003-2017гг.



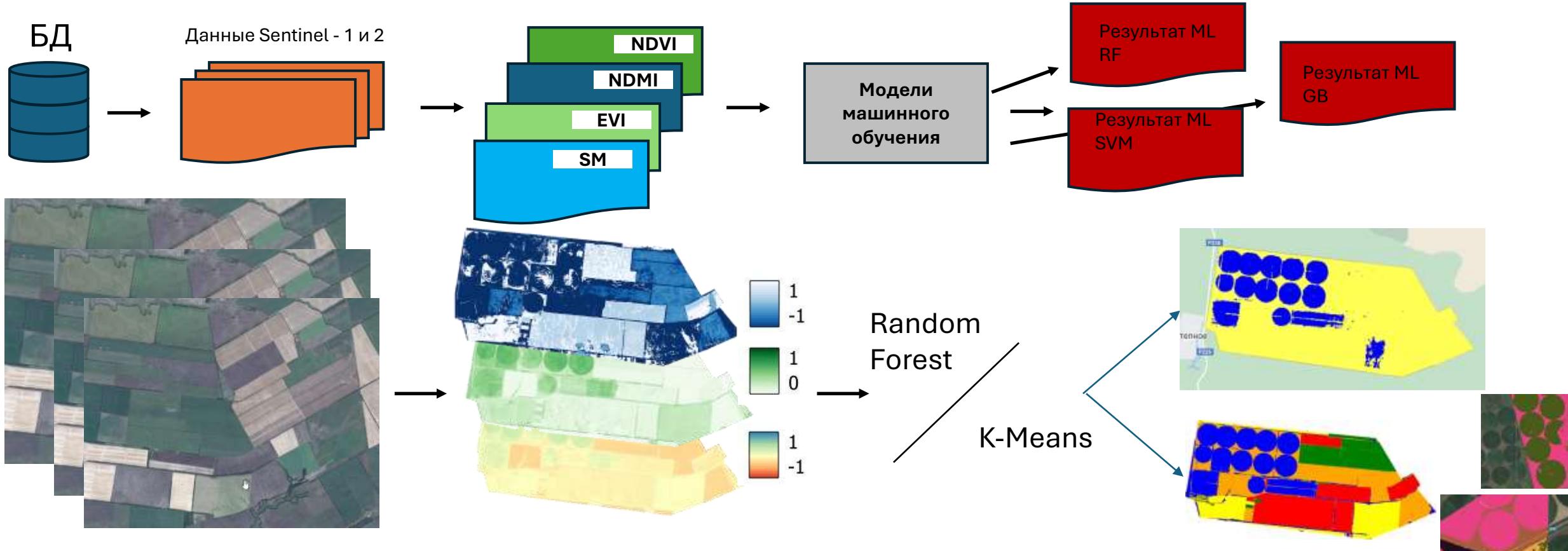
ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ И ЗОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ETav ОРОШАЕМЫХ И НЕОРОШАЕМЫХ АГРОЦЕНОЗОВ (3)

Средние зональные потоки ETav орошаемых и неорошаемых пахотных земель



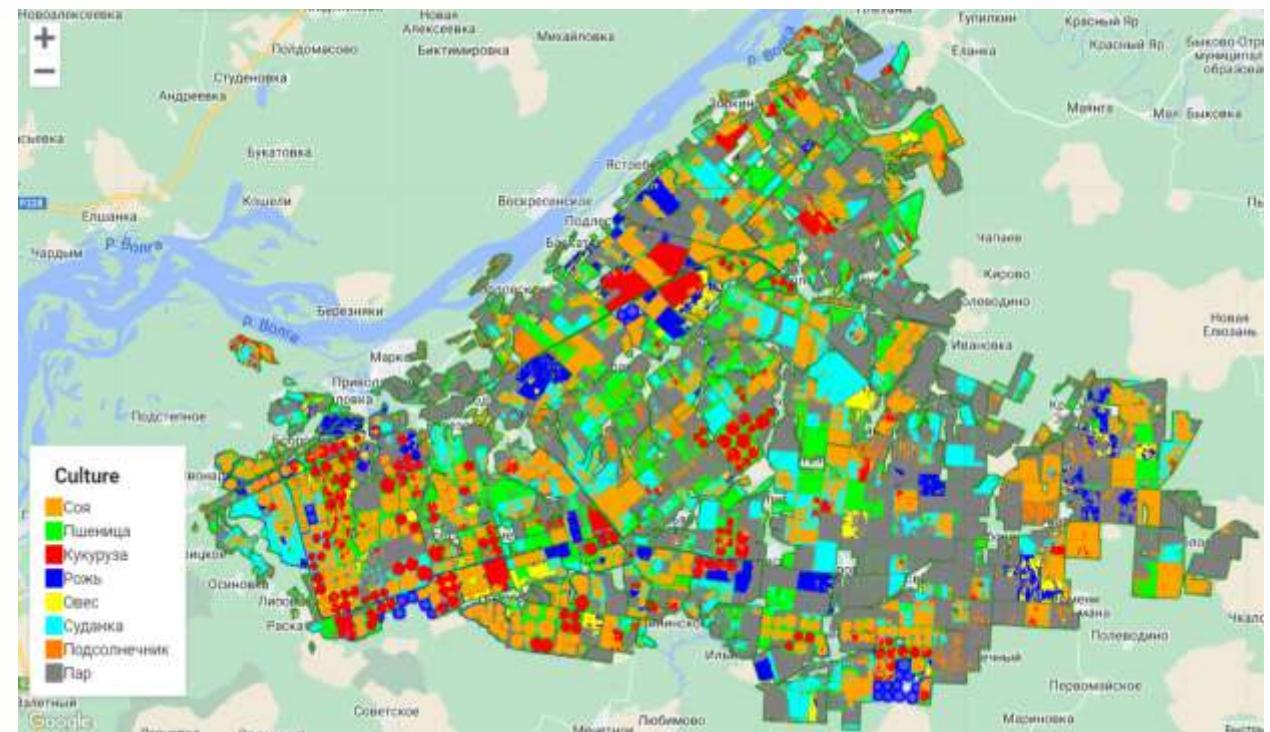
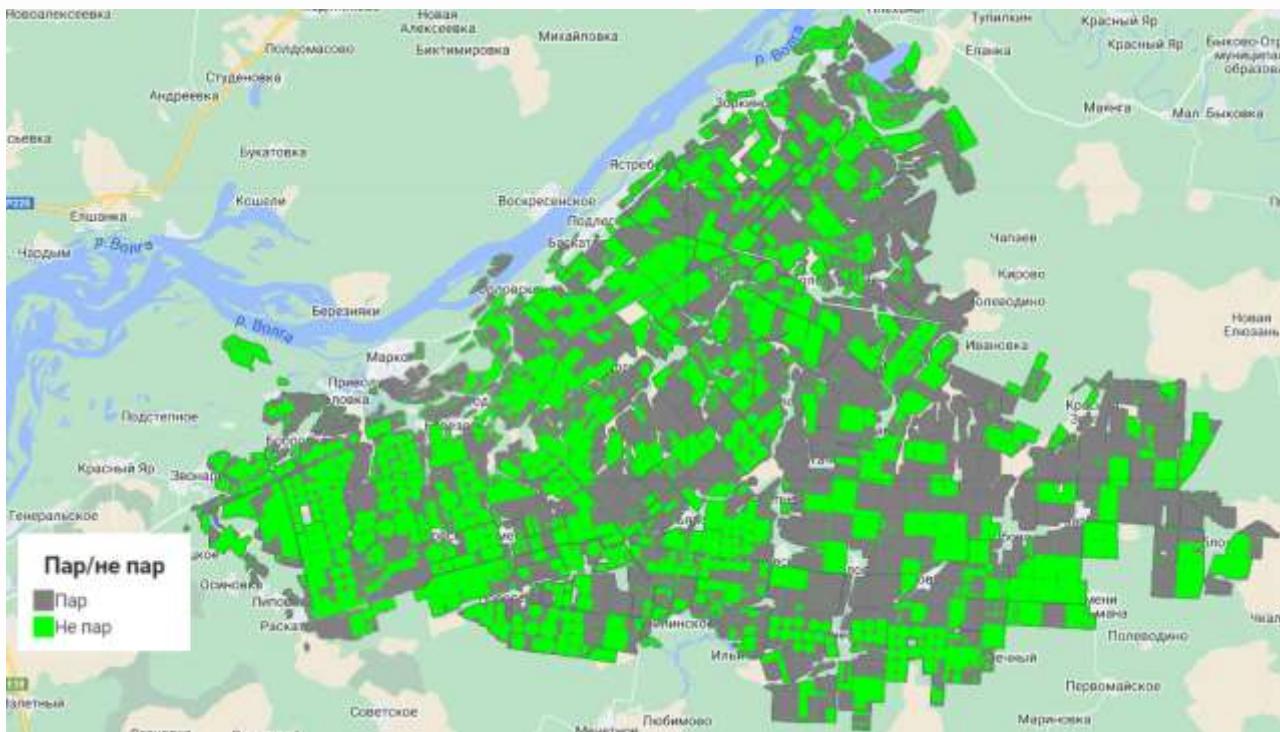
В рамках данного проекта проводилось следующие исследования

Оценка возможности автоматического идентификации орошаемых агроценозов по
данным Sentinel-1 и Sentinel-2 с использованием машинного обучения



В рамках данного проекта проводилось следующие исследования (2)

Классификация пахотных земель:
пар/не пар и в разрезе сельскохозяйственных культур



ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ПОЗВОЛИТ:





ИВП 
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



Спасибо за ваше внимание!

Ермолаева О.С.,
ol_ermolaeva@rgau-msha.ru
Зейлигер А.М.,
azeiliguier@mail.ru

Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2025-0001 («Исследования процессов формирования ресурсов поверхностных и подземных вод, экстремальных гидрологических явлений в изменяющихся климатических условиях, развитие методов параметризации гидрологических процессов в моделях климата») Государственного задания ИВП РАН.

Исследование выполнено при поддержке Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030").