



ПАО «МАК «Вымпел»

# **Эффективность оптических наблюдений космических объектов телескопами ПАО "МАК "Вымпел" в 2016-2019 годах и мероприятия, обеспечившие её повышение**

**Хуторовский З.Н., Шпитальник М.Ц., Колесса А.Е., Лукьянов А.П., Сорокин К.В., Шилин В.Д.**

**"Околосемная астрономия и космическое наследие"  
XI Международная научная конференция  
30 сентября – 4 октября 2019 г.  
г. Казань**

## Решаемая задача

- Гражданские оптические средства участвуют в решении одной из наиболее важных задач СККП – **поддержание Главного каталога космических объектов (ГК КО)**. ГК КО составляет информационную основу СККП
- Характеристиками качества решения задачи поддержания каталога являются ***полнота, точность и оперативность***. Задачей оптических средств является поддержание этих характеристик на максимально возможном уровне

# Немного истории

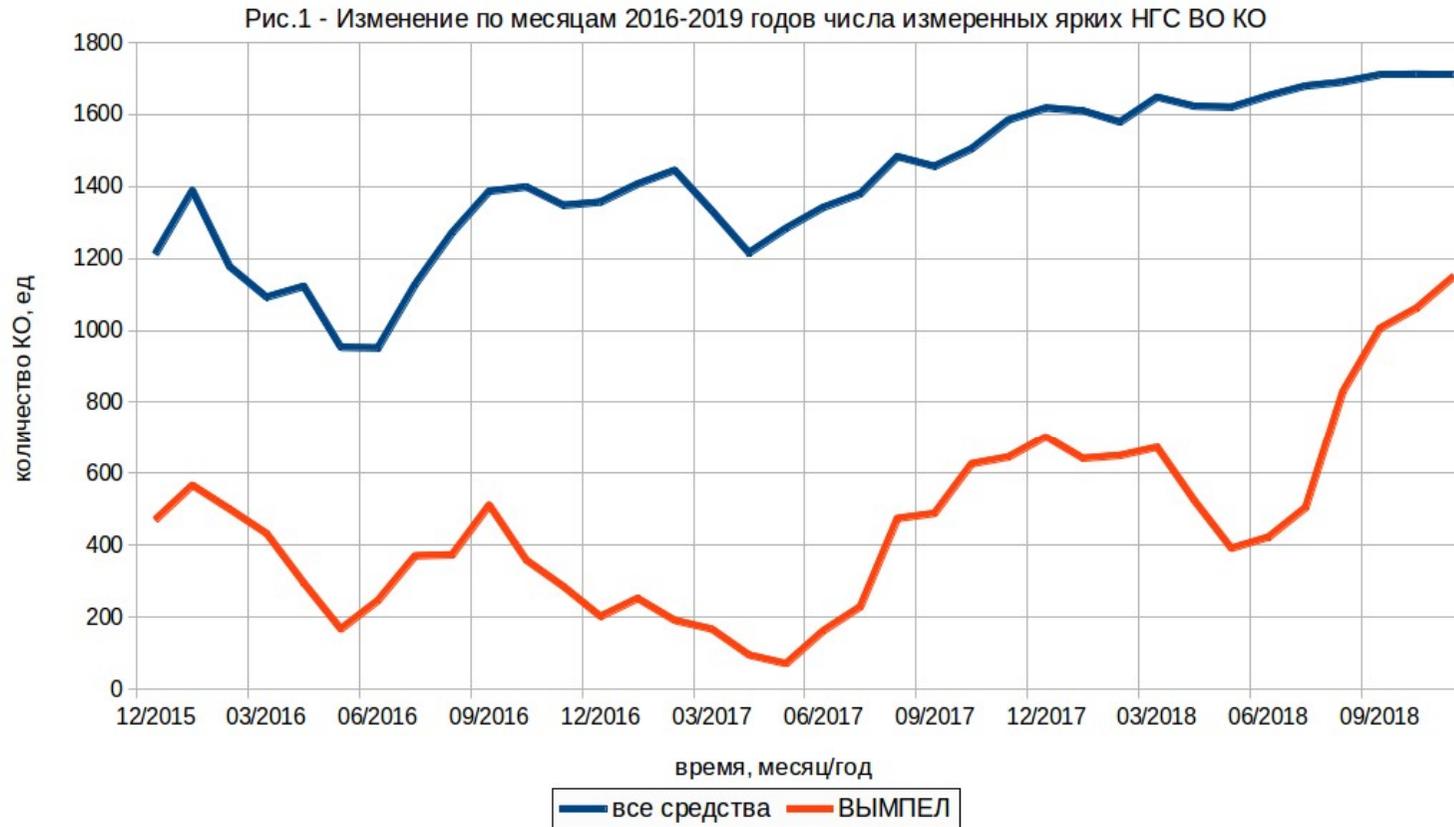
## Как оценивалась эффективность решения этой задачи



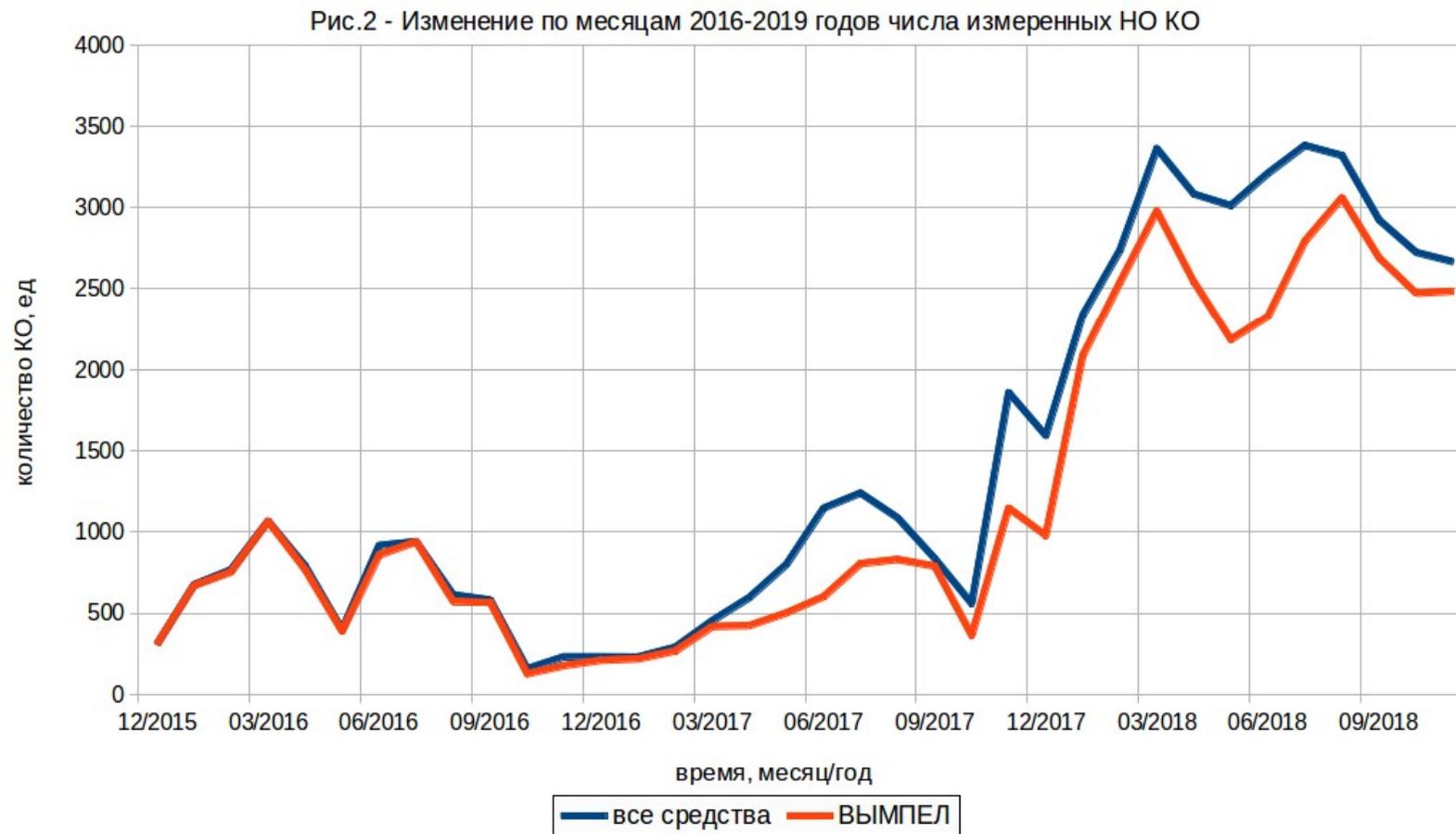
## Показатели эффективности

- Показатели времени работы телескопа (число ночей, время работы в течение ночи и др.) и его производительности (число засечек, число проводок КО, длительность проводки и др.)
- Полнота контроля в классах и категориях КО частично характеризует вклад телескопа в поддержание каталога, но ее недостаточно:
  - ✓ не оценивается точность определения текущего положения КО
  - ✓ не учитываются различия КО (в первую очередь их блеск)
  - ✓ показателей несколько (по разным группам КО), что неудобно и затрудняет сравнение телескопов

# Класс ярких НГС ВОКО



# Класс ярких НОКО



# Методика оценки эффективности измерений

Для более полного и более удобного учёта всего комплекса требований СККП к поддержанию каталога в ПАО «МАК «Вымпел» разработана методика, позволяющая сравнить в целом вклад в решение задачи поддержания каталога КО различных оптических группировок телескопов с помощью только одного показателя - *эффективность*.

При расчёте ценности измерения учитываются следующие **факторы**:

- достоверность и представительность выполненного измерения;
- точность измерения;
- эффект уменьшения ошибки вдоль орбиты после её уточнения по измерению;
- эффект уточнения параметров формы орбиты по измерению;
- оперативность получения измерения потребителем;
- участие в обнаружении новых и потерянных КО;
- участие в важных работах (запуск важного КО, опасное сближение и др.).

**Методика официально одобрена заказчиком** и используется в центре контроля космического пространства (ЦККП) в процессе эксплуатации.

# Алгоритм вычисления оценки эффективности работ в целом

$P_{эф}$  складывается из трёх составляющих:  $P_{эф,сопр}$ ,  $P_{эф,обн}$ ,  $P_{эф,важ}$ .

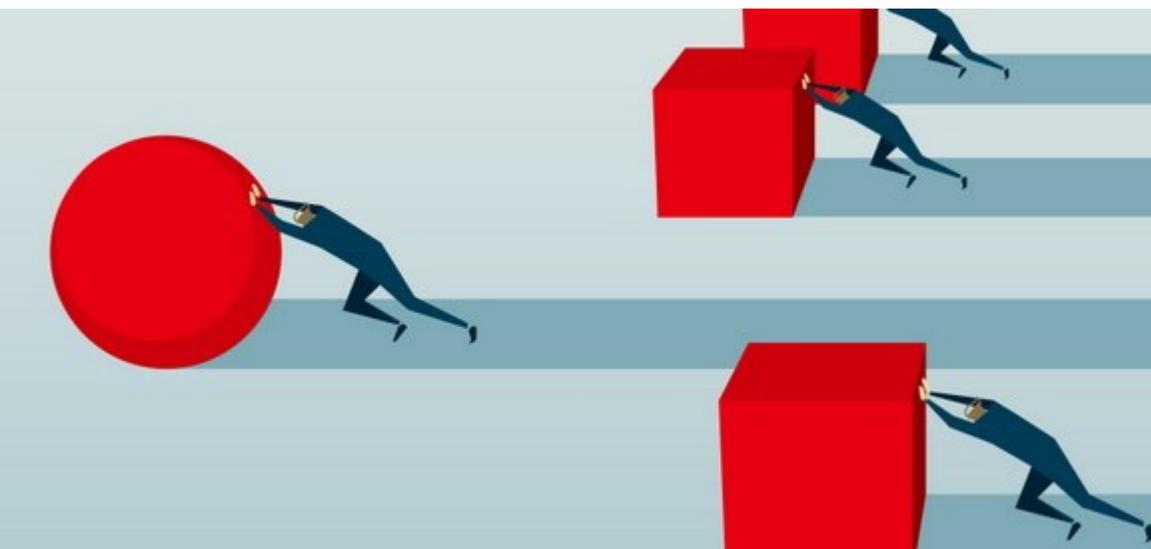
$P_{эф,сопр}$  - сумма  $p_{эф,изм}$  по всем КО и всем телескопам

$P_{эф,обн}$  – показатель, характеризующий участие в обнаружении новых и потерянных КО (принято значение 150).

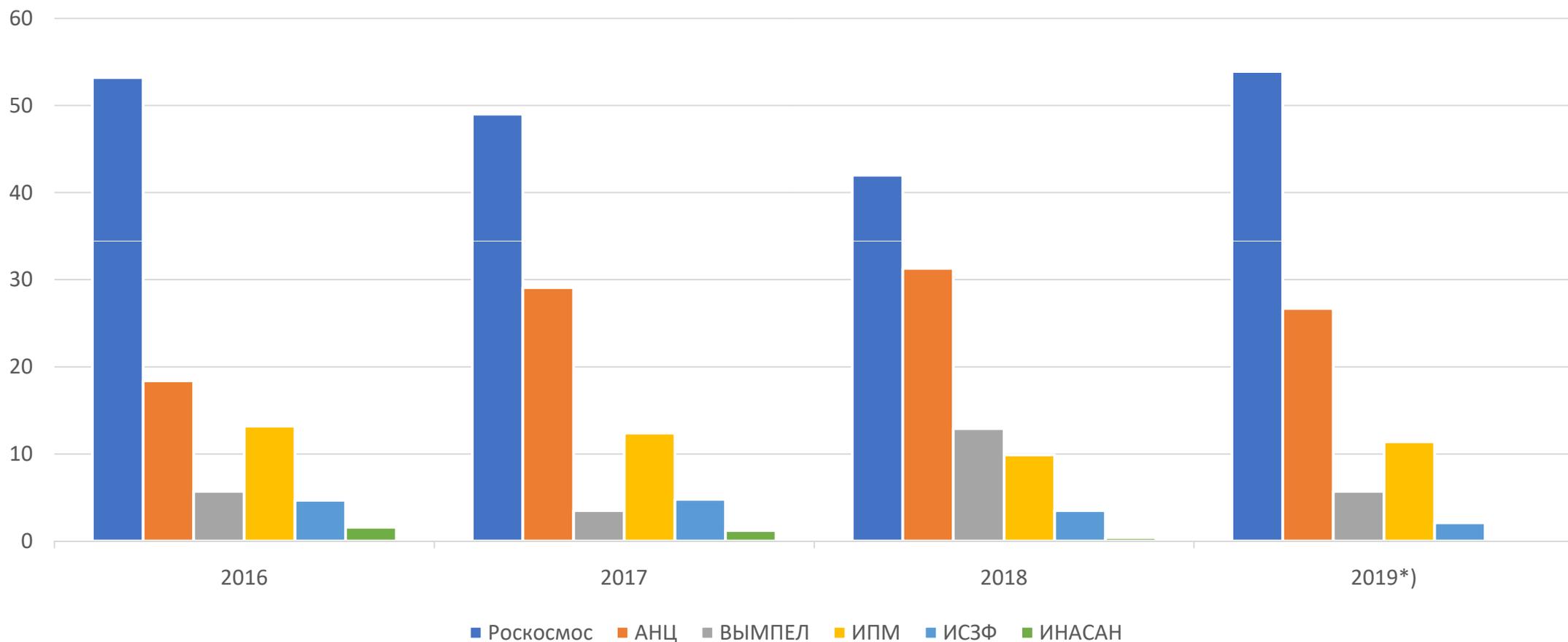
$P_{эф,важ}$  – показатель, характеризующий участие в важных работах. Обычно важными работами являются обнаружение запущенных КО, сопровождение некоторых объектов на важном участке их полёта (действующий КА в аварийной ситуации, крупный КА при нахождении в плотных слоях атмосферы, особо опасное сближение и др.) (принято значение 50).

## Особенности методики

- **Линейность (с ограничениями)**
- **Экспертный выбор весовых коэффициентов**
- **Непредсказуемость результата для наблюдателя и как следствие неприменимость простого байесовского подхода к задаче управления наблюдениями**

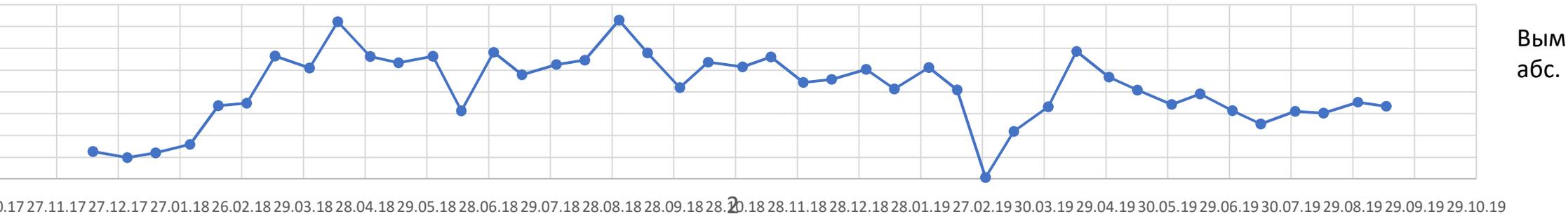


# Показатель эффективности контроля КО (в процентах от вклада всех гражданских средств) телескопами различных гражданских организаций, обеспечивающих эксплуатацию оптических средств в 2016-2019 годах

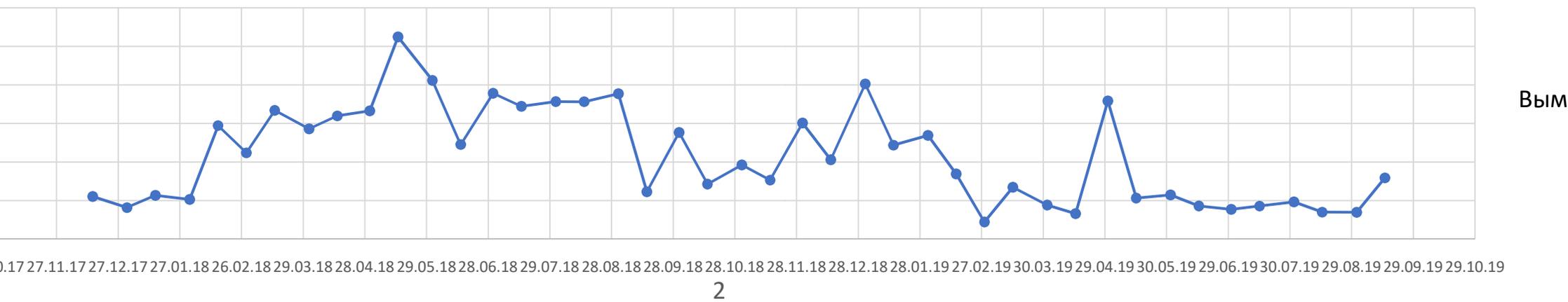


# Детальная зависимость эффективности от времени

2

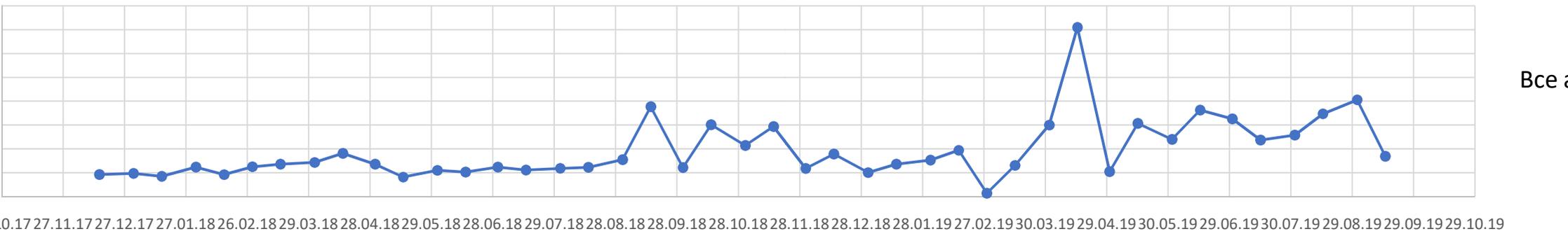


Вымп  
абс.



Вымп

2



Все а

## Пожелания

- Организовать оперативное получение из центра актуальных оценок приоритетов наблюдения, что позволит повысить предсказуемость оценок эффективности каждого наблюдателя
- Дополнить методику новыми параметрами, например:
  - ✓ дополнительно к повышению точности измерения координат, учитывать регулярность проведения наблюдений (особенно активных объектов)
  - ✓ учитывать фотометрические измерения
- Уточнить параметры алгоритма расчета эффективности
- Попытаться найти «абсолютные» подходы к оценке эффективности