



Двадцать четвертая международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА»

Методика распределения съемочного ресурса
с учетом актуальности данных дистанционного
зондирования Земли

дтн доцент А.Н. Григорьев, ктн доцент Д.С. Коршунов, ктн Д.Н. Комраков



Актуальность

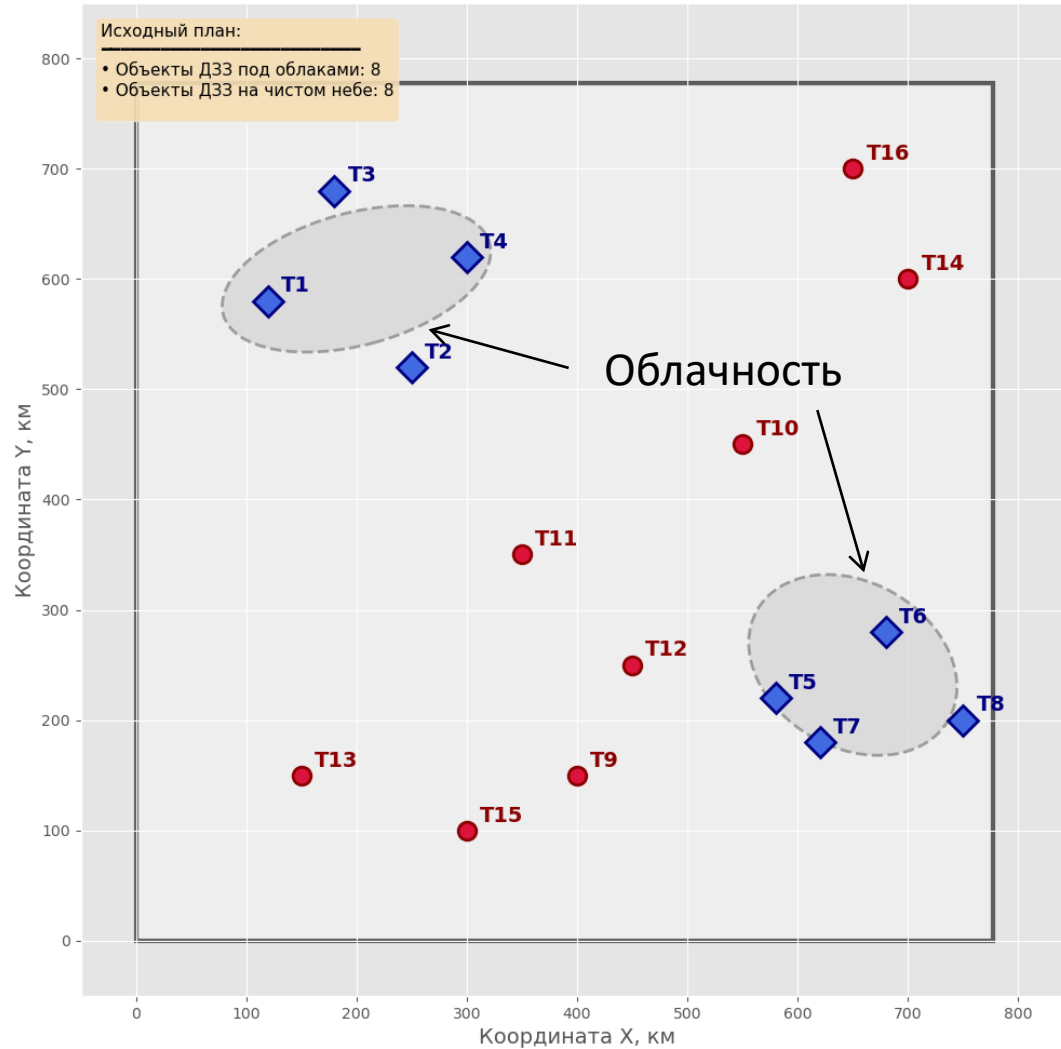
Актуальность: распределение съемочного ресурса между средствами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) предполагает процедуру выбора объектов для съемки в рамках суточного цикла планирования. Традиционный подход к выбору объектов съемки осуществляется по совокупности целевых показателей, где наименее формализованным остается показатель актуальности данных ДЗЗ, который характеризует достоверность полученной информации об объектах. В отличие от организационных, технико-технических, оперативных, ресурсно-временных и других показателей, актуальность данных ДЗЗ не является константой. Значимость указанного показателя непрерывно снижается с момента получения заявки на съемку.

Задача: формализованное описание актуальности данных ДЗЗ, как непрерывной экспоненциальной функции времени с мультипликативным учетом погрешности координатных данных, количества заявок на съемку и возможности делегирования съемки.

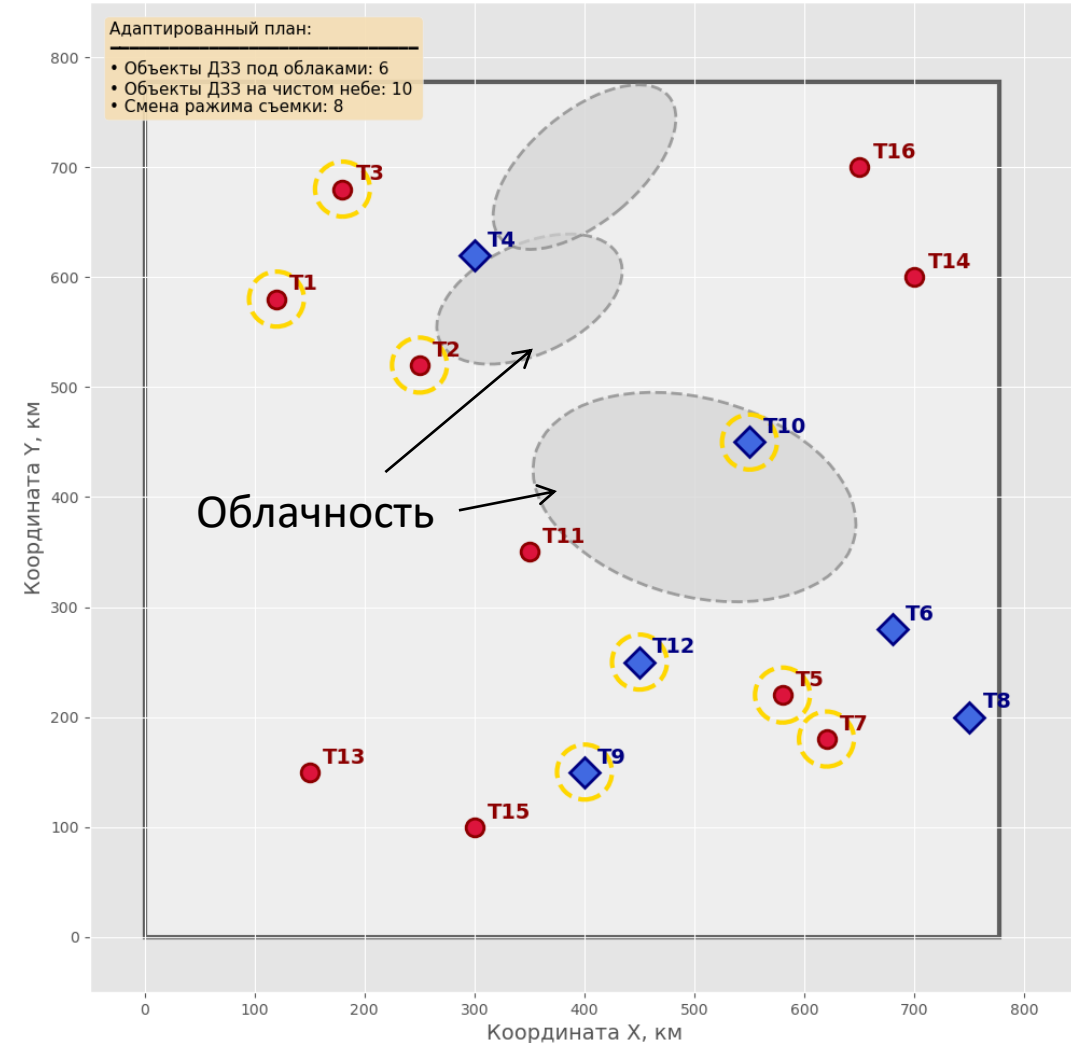
Практическая значимость: предложенный подход повышает эффективность решения задач топогеодезического обеспечения, к которым относят создание и обновление топографических карт, кадастровых планов и цифровых моделей местности на основе актуальных материалов аэрокосмической съемки. В условиях роста количества заявок на съемку решается классическая задача по выбору объектов из множества доступных, которые следует снять в первую очередь.



Влияние условий съемки на актуальность данных ДЗЗ



а) объекты ДЗЗ, отобранные для съемки
в суточный план

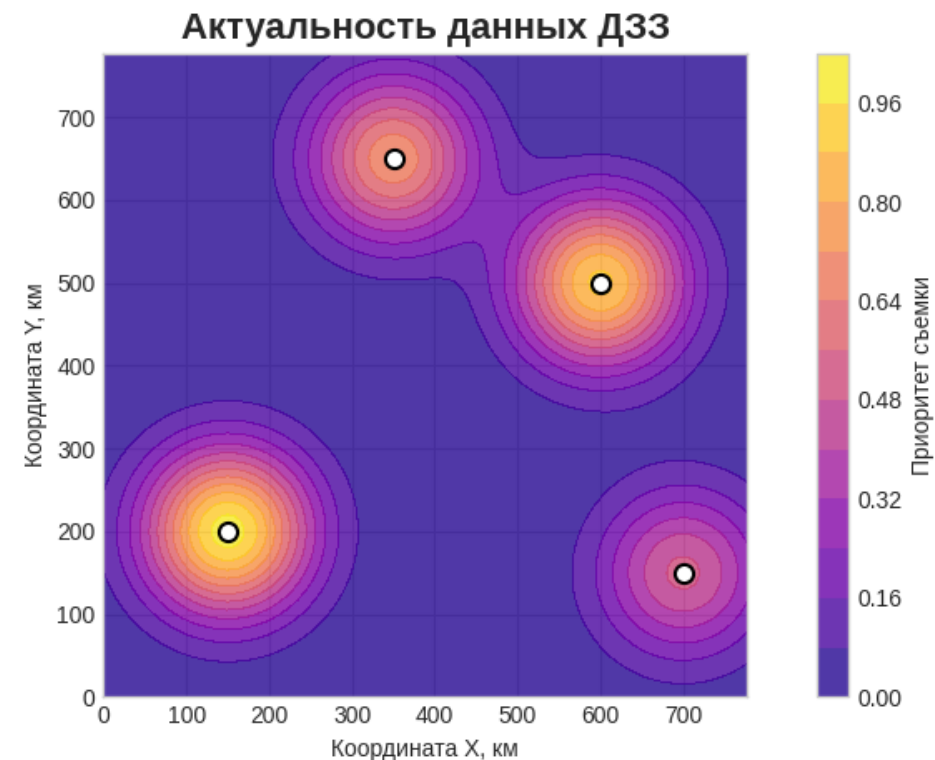


б) изменение приоритета съемки из-за
влияния облачности и потери актуальности
данных ДЗЗ

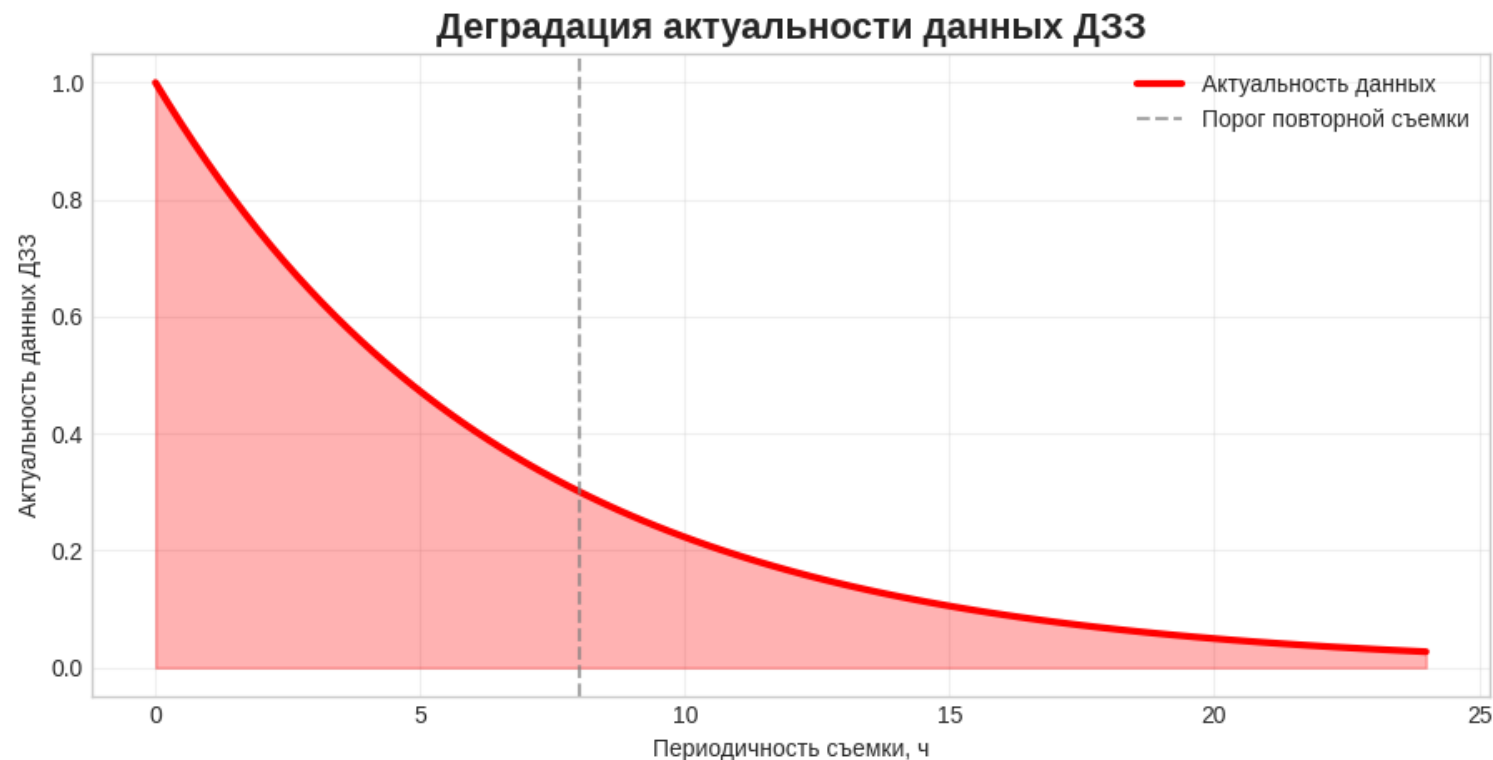
Рис. 1 - Моделирование условий съемки



Снижение актуальности данных ДЗЗ



а) изменение приоритета объекта ДДЗ при формировании съемочного плана с учетом пространственных характеристик



б) снижение актуальности данных ДДЗ с учетом временных характеристик

Рис. 2 - Изменение актуальности данных ДЗЗ



Факторы, влияющие на актуальность данных ДЗЗ

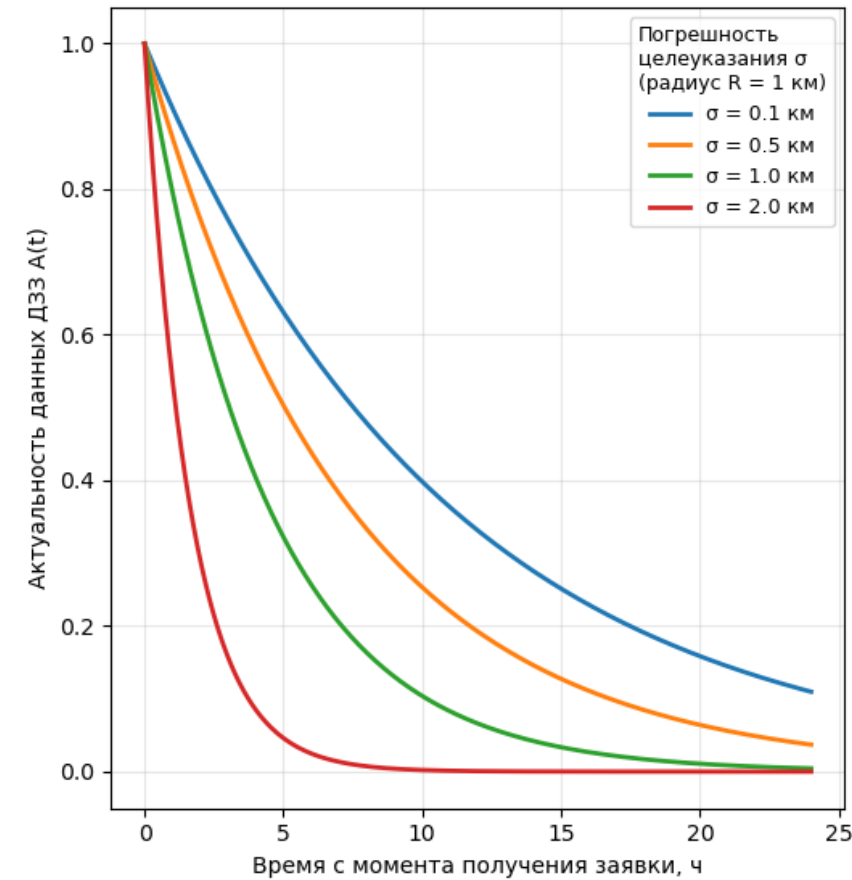


Рис. 3 - Влияние на актуальность данных ДЗЗ погрешности координатных данных

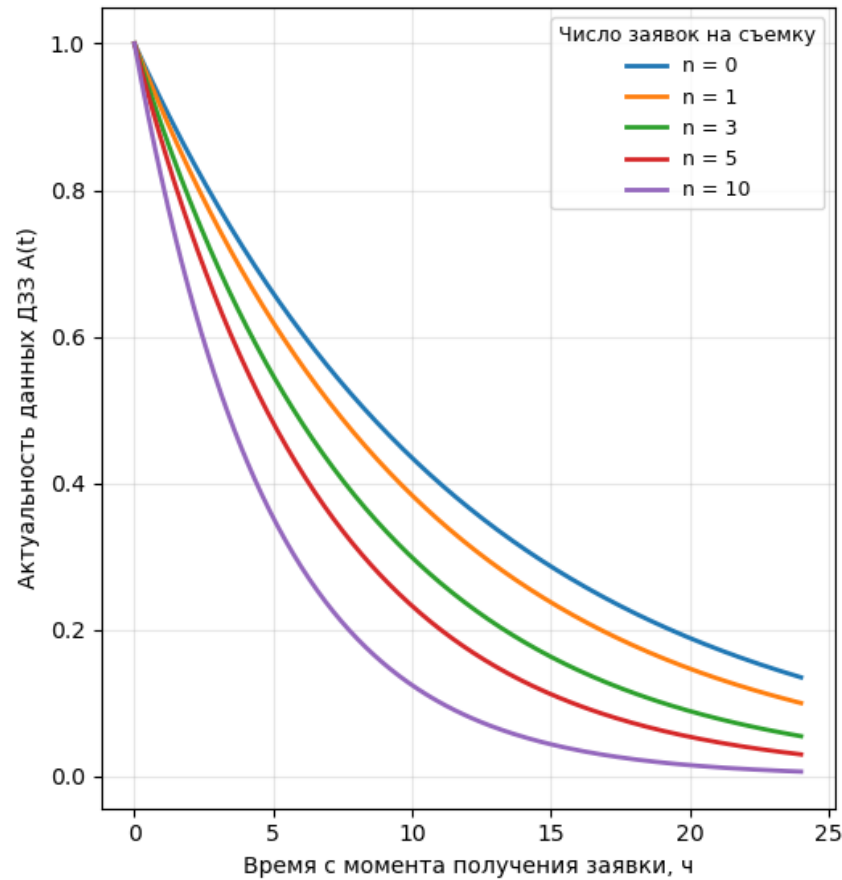


Рис. 4 - Влияние на актуальность данных ДЗЗ количества смежных заявок

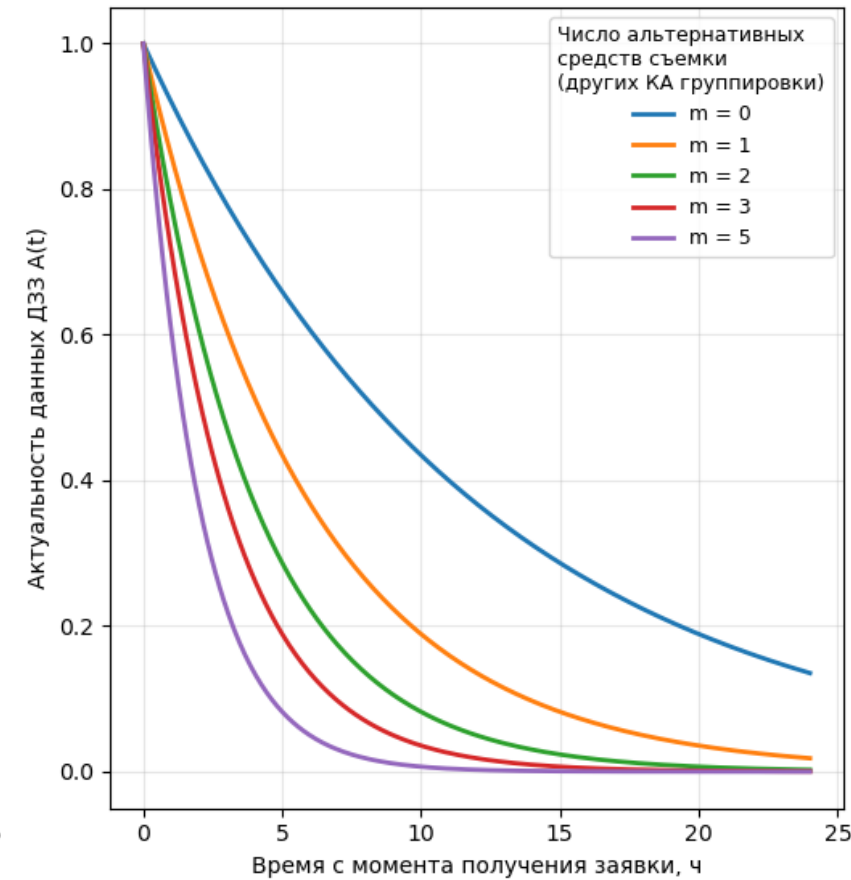


Рис. 5 - Влияние на актуальность данных ДЗЗ количества смежных заявок



Факторы, влияющие на актуальность данных ДЗЗ

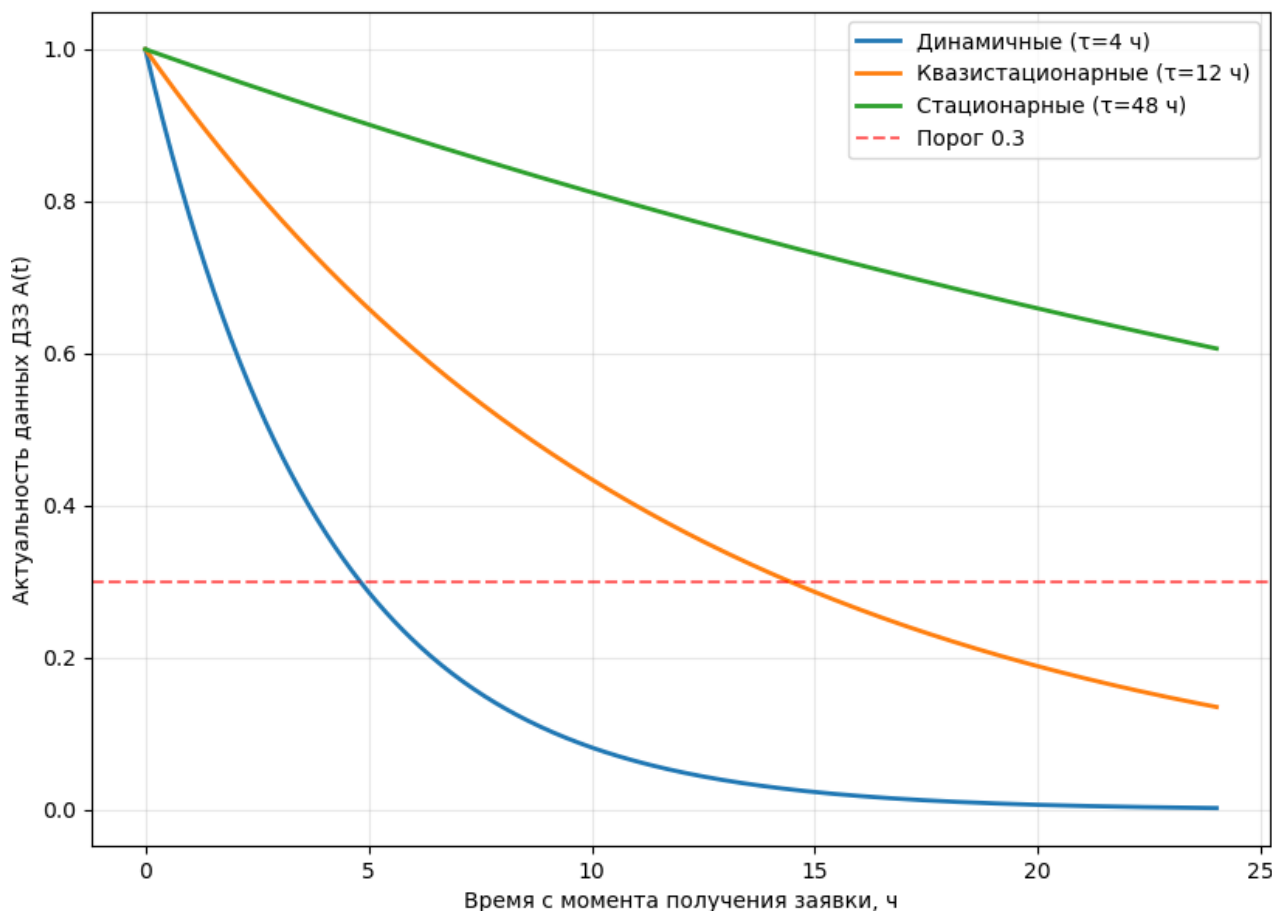


Рис. 6 - Снижение актуальности данных ДЗЗ для объектов разных классов

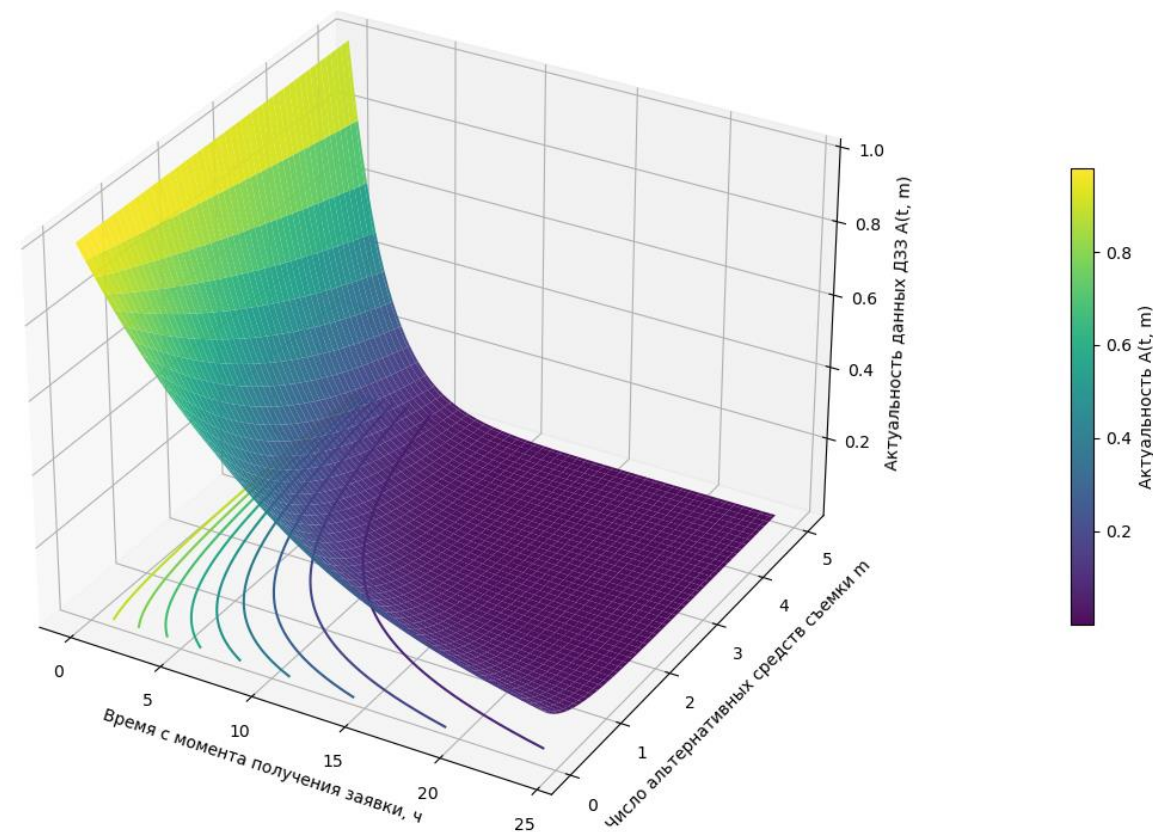


Рис. 7 - Мультипликативный учет времени актуальности данных и альтернативных средств съемки



Распределения съемочного ресурса с учетом актуальности данных ДЗЗ

7

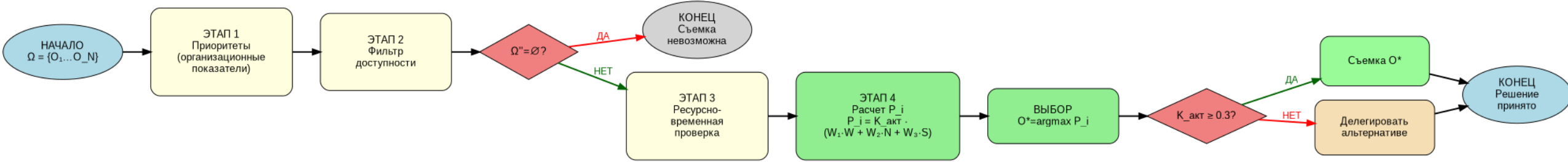


Рис. 8 - Алгоритм распределения съемочного ресурса

Обозначения:

$$\Omega = O_1, O_2, \dots, O_N$$

$$t \in [0; 24] \text{ ч}$$

τ_{O_i} — характерное время объекта O_i

σ_{O_i} — погрешность координатных данных

R_i — допустимый радиус отклонения

n_i — число конкурирующих заявок

m_i — число альтернативных средств съемки

W_1, W_2, W_3 — весовые коэффициенты

$\%P_i$ — приоритет заявки

N_i — новизна снимка

S_i — наличие стереоэффекта

Весовой коэффициент актуальности:

$$K_{\text{акт}}^{(i)}(t) = \exp\left(-\frac{t}{\tau_{O_i} \cdot k_{\text{sigma}}^{(i)} \cdot k_{\text{конк}}^{(i)} \cdot k_{\text{перекр}}^{(i)}}\right)$$

Поправка на погрешность координатных данных:

$$k_{\text{sigma}}^{(i)} = \exp\left(-\frac{\sigma_{O_i}}{R_i}\right)$$

Учет наличия сопутствующих заявок:

$$k_{\text{конк}}^{(i)} = \frac{1}{1 + 0,15 \cdot n_i}$$

Возможность делегирования съемки:

$$k_{\text{перекр}}^{(i)} = \frac{1}{1 + m_i}$$

Интегральный показатель приоритета:

$$P_i(t) = K_{\text{акт}}^{(i)}(t) \cdot (W_1 \cdot P_i + W_2 \cdot N_i + W_3 \cdot S_i)$$

Правило выбора:

$$O = \operatorname{argmax}_{O_i \in \Omega(t)} P_i(t)$$

Ограничения на съемку:

$$\begin{aligned} r_i &\leq r_{\max} \\ \Delta t_i &\leq \Delta t_{\max}^{\text{actual}} \\ \theta_i^{\text{Sun}} &\geq \theta_{\min} \\ c_i^{\text{forecast}} &\leq c_{\max} \\ T_i^{\text{session}} &\leq T_{\max}^{\text{session}} \\ T_i^{\text{maneuver}} &\leq T_{\max}^{\text{maneuver}} \\ V_i^{\text{data}} &\leq V_{\text{БЗУ}}^{\text{free}} \\ \Delta t_i^{\text{orbit}} &\leq \Delta t_{\max}^{\text{orbit}} \end{aligned}$$

Условие делегирования:

$$K_{\text{акт}}^{(O)}(t) < K_{\text{порог}} = 0,3 \Rightarrow \text{делегирование}$$

Целевая функция:

$$U_{\text{итог}} = \sum U_k, U_k = K_{\text{акт}}^{(i_k)}(t_k) \cdot P_{i_k}$$



Результаты моделирования

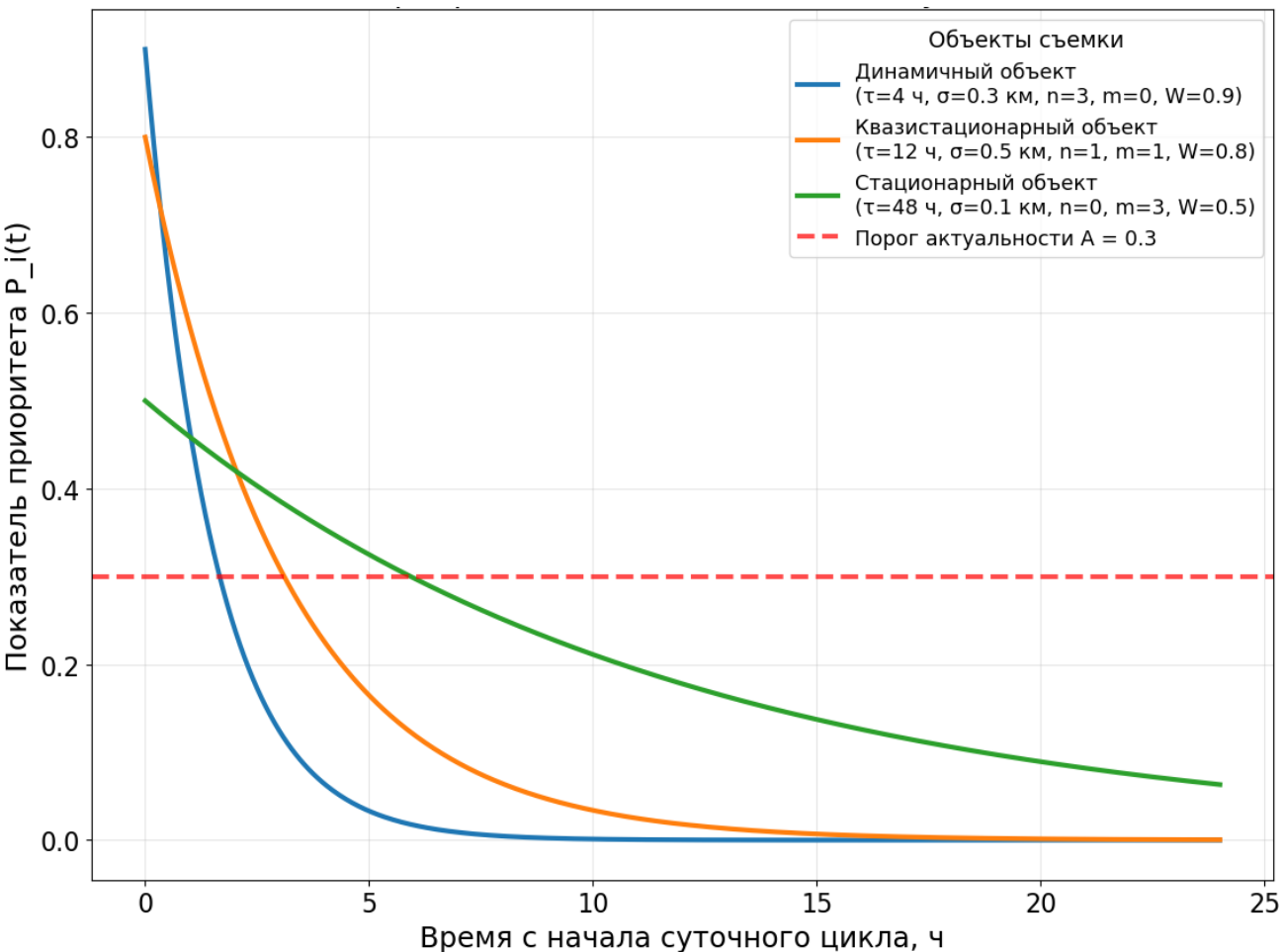


Рис. 9 - Динамика приоритета объектов в суточном цикле планирования съемки

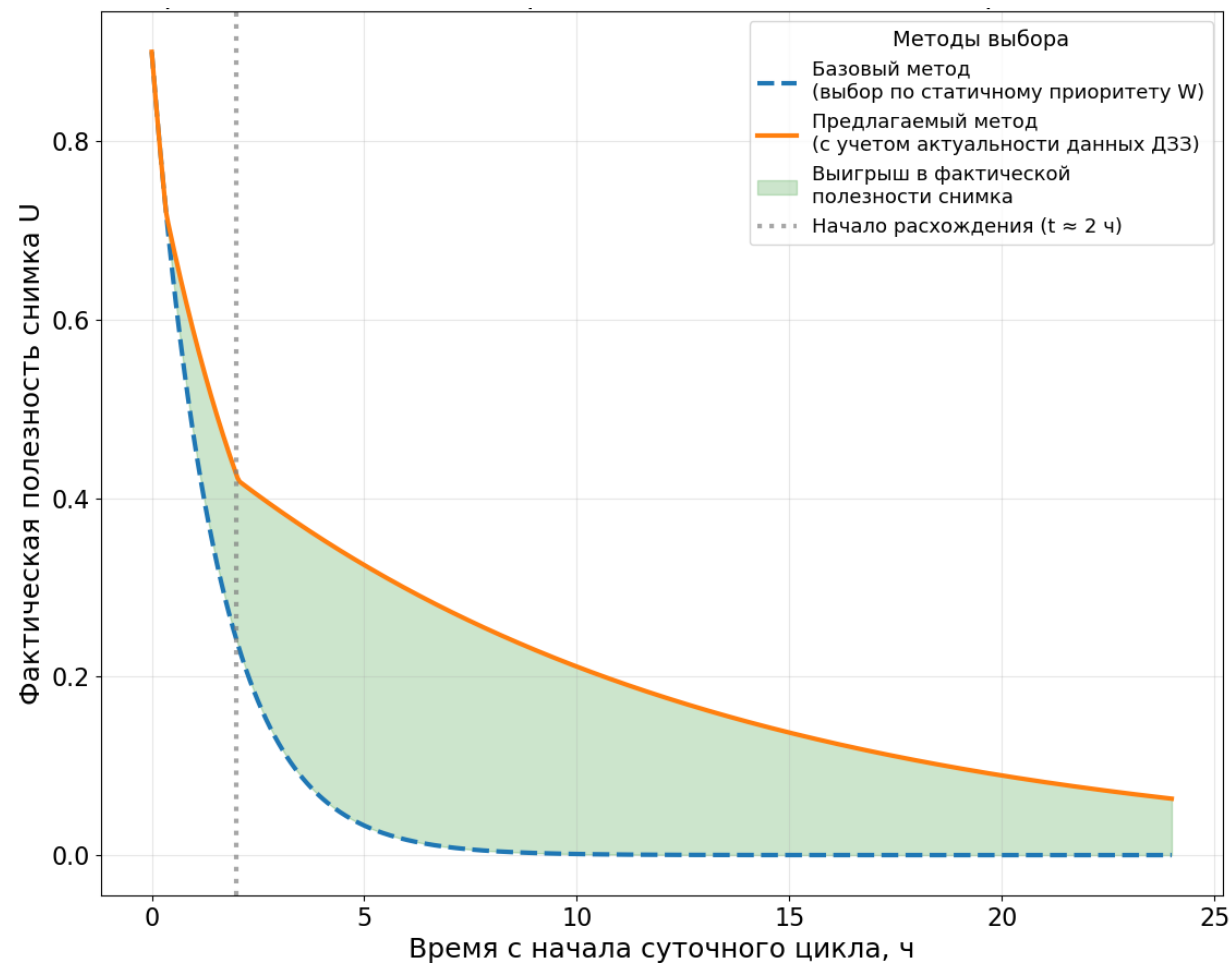


Рис. 10 - Сравнение базового и предлагаемого методов выбора объектов



Спасибо за внимание