

Отчет о деятельности МНШ лаборатории №1  
под руководством Каршакова Е.В.

17 мая 2022

## Важнейшие результаты МНШ

- ▶ Спроектирована система управления на основе МРС для линейной ММО-системы двухколесного робота-балансира с учетом наложенных ограничений на входной сигнал. Спроектирована и собрана базовая платформа двухколесного робота, которая будет совершенствоваться с учетом выполнения поставленных задач.
- ▶ Спроектирована система управления квадрокоптером “Parrot mambo” на основе ПИД-регулятора. Построен субоптимальный закон управления с  $H_2/H_\infty$ -критерием, стабилизирующий движение квадрокоптеров при наличии шумов в системе.

## Важнейшие результаты

- ▶ Построена система компьютерного зрения на основе искусственной нейронной сети (ИНС), базирующейся на сверточных слоях. Изучены методы и способы применения стереокамеры с картами глубины в совокупности с ИНС в режиме реального времени.
- ▶ Получены условия ограниченности анизотропийной нормы для системы в ошибках оценивания от внешнего возмущения к оцениваемому выходу случайных систем. На основе этих условий предложен способ построения оценки различных типов.

## Важнейшие результаты

- ▶ Разработаны алгоритмы настройки схемы коммуникации в сети, позволяющей уменьшить значение анизотропийной нормы замкнутой оценителем системе в ошибках фильтрации.
- ▶ Выполнено адаптивное моделирование эко-систем с использованием проекционного наблюдателя на основе дифференциальных нейросетей.
- ▶ Произведено исследование состоятельности расширенного фильтра Калмана в задаче навигации бескарданной инерциальной навигационной системы. Разработаны модели задачи начальной выставки бескарданной инерциальной навигационной системы при угловом движении основания.

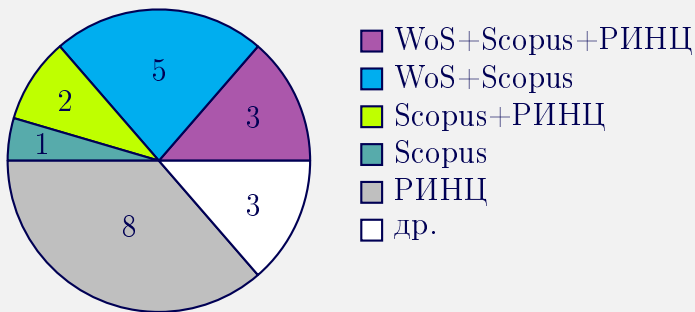
## Важнейшие результаты

- ▶ Выполнено полномасштабное компьютерное моделирование для анализа функционирования магнитоградиентных систем.
- ▶ Исследованы перспективные варианты построения системы навигации летательных аппаратов с использованием измерений потенциальных физических полей.
- ▶ Произведена классификация современных аэроэлектромагнитных систем для решения геофизических задач.
- ▶ Получены новые результаты по решению обратной задачи аэроэлектроразведки на основе итерационного обобщенного фильтра Калмана в условиях экстремально низких удельных электрических сопротивлений.

## Важнейшие результаты

- ▶ Получены новые результаты инверсии геофизических данных в различных условиях: высокоомные области на Камчатке, низкоомные области на побережье Адриатического моря.
- ▶ Исследованы варианты применения новых подходов к инверсии электромагнитных данных при поисках новых месторождений золота (high-sulphidation epithermal), кимберлитовых трубок (модель трубки им. Гриба и других трубок Архангельской алмазонасной провинции), а также для решения гидрогеологических задач (Хорватия).

## Публикации



Индексируемых публикаций на школьника:  $\approx 1.6$

Сделано докладов на российских и международных конференциях в 2021-2022: 12

## “География” публикаций

- ▶ УБС: 3
- ▶ АиТ: 2
- ▶ ГиН: 2
- ▶ КМУ: 2
- ▶ ЮФУ: 2
- ▶ ДАН: 1
- ▶ ПУ: 1
- ▶ МГУ: 1
- ▶ др.: 1
- ▶ IFAC (TECIS): 2
- ▶ IEEE (ICSC): 1
- ▶ IoP (MCCP): 1
- ▶ Elsevier (NN): 1
- ▶ MDPI (Math.): 1



## Школьники

Каршаков Евгений Владимирович (рук.)	д.т.н.	1976
Андрианова Ольга Геннадьевна	к.ф.м.н.	1988
Белов Иван Романович	к.ф.м.н.	1993
Богатырёв Даниил Иванович		1998
Брагин Александр Викторович		1996
Гаракоев Амир Мусаевич		1993
Девяткин Даниил Дмитриевич		1999
Кузнецов Павел Юрьевич		1997
Кустов Аркадий Юрьевич	к.ф.м.н.	1987
Мойланен Евгений Викторович		1987
Ткаченко Андрей Александрович		1999
Тренёв Иван Сергеевич		1999
Тхоренко Максим Юрьевич	к.т.н.	1987
Юрченков Александр Викторович	к.ф.м.н.	1987

Анизотропное оценивание для сетевых  
систем с нецентрированными возмущениями

Кустов Аркадий Юрьевич  
к.ф.м.н., с.н.с.

## Анизотропийное оценивание для сетевых сетей с нецентрированными возмущениями

Класс рассматриваемых систем:

$$\begin{pmatrix} x_{k+1} \\ z_k \\ y_{j,k} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} A_k & B_{w,k} \\ M_k & N_{w,k} \\ \lambda_{j,k} C_{j,k} & D_{j,k} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} x_k \\ w_k \end{pmatrix}$$

Внешнее (аддитивное) возмущение:

$$W_{0:N} = (w_0^T, \dots, w_N^T)^T, \quad \mathbf{A}(W_{0:N}) \leq a,$$

$$|\mathbf{E}W_{0:N}| > \tau \in (0; 1), \quad \text{tr}(\text{cov}(W_{0:N})) < 1 - \tau^2$$

Внутренние (мультипликативные) шумы:

$$\lambda_{j,k} \stackrel{\text{pdf}}{\sim} \text{Бернулли} : \quad P(\lambda_{j,k} = 1) = p_j, \quad P(\lambda_{j,k} = 0) = 1 - p_j = q_j$$

## Анизотропийное оценивание для сетевых сетей с нецентрированными возмущениями

Схема коммуникации между узлами (датчиками) представлена ориентированным графом, состоящим из множества вершин, множества дуг, соединяющих определенные вершины, и матрицы смежности  $\mathbf{a}$ , задающей непосредственно схему коммуникации между соединенными вершинами (с учетом ориентации):

$$a_{ji} \geq 0, \quad \sum_{i=1}^n a_{ji} = 1, \quad a_{jj} = \max_i a_{ji}$$

## Задача

Найти субоптимальный анизотропийный оцениватель выхода  $z$  по наблюдениям  $y_j$  с учетом имеющейся информации о коммуникации внутри сети датчиков, т.е. такой (линейный) оцениватель, который ограничивает анизотропийную норму системы в ошибках оценивания

$$\|F_{\tilde{z}w}\|_a = \sup_{W_{0:N}: \exists \text{ усл.}} Q(F_{\tilde{z}w}, W_{0:N}), \quad Q(F, W) = \sqrt{\frac{\mathbf{E}|FW|^2}{\mathbf{E}|W|^2}},$$

заданным числом  $\gamma > 0$ .

## Результат

$$\left[ \begin{array}{cccccc}
 R_{i,k} - M_k^T M_k & * & * & * & \dots & * \\
 N_k^T M_k & s_i I_{m_w} - N_k^T N_k & * & * & \dots & * \\
 R_{i,k+1} A_{0,k} & -R_{i,k+1} B_k & R_{i,k+1} & * & \dots & * \\
 \sigma_1 R_{i,k+1} A_{1,k} & 0 & 0 & R_{i,k+1} & \dots & * \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 \sigma_n R_{i,k+1} A_{n,k} & 0 & 0 & 0 & \dots & R_{i,k+1}
 \end{array} \right] \succ 0, \quad \begin{array}{l} s_1 \doteq \eta^2, \\ s_2 \doteq \gamma^2, \\ i \in \{1, 2\}, \end{array}$$

$$\left[ \begin{array}{cc}
 \eta^2 I_{m_w} - \Psi_k - N_k^T N_k & * \\
 R_{k+1} B_k & R_{k+1}
 \end{array} \right] \succ 0, \quad \left[ \begin{array}{cc}
 R_{i,N} - M_N^T M_N & * \\
 N_N^T M_N & x_i^2 I_{m_w} - N_N^T N_N
 \end{array} \right] \succ 0,$$

$$\eta^2 I_{m_w} - \Psi_N - N_N^T N_N \succ 0,$$

$$\sum_{k=0}^{N_h} \ln \det \Psi_k \geq 2b + l \ln(\eta^2 - \gamma_1^2), \quad b = a + \frac{l}{2} \ln(1 - \tau^2)$$

$$\gamma_1^2(1 - \tau^2) + \gamma_2^2 \tau^2 \leq \gamma^2.$$

## Публикации

- ▶ TECIS (IFAC): 2 (Wos + Scopus)
- ▶ ICSC (IEEE): 1 (Scopus)
- ▶ ДАН: 1 (WoS + Scopus + РИНЦ)
- ▶ Journal of Physics: 1 (Scopus)

## Планы на будущее

- ▶ параметризация множества анизотропных регуляторов и оценителей для систем со случайными возмущениями.