

ГИБРИДНЫЕ ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СЕНСОРЫ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

ДОКЛАДЧИК: МИШЕНЕВ Р.А.



Направления деятельности предприятия:

- ▶ Разработка и контрактное производство плат гибридных интегральных схем (ГИС) по ТЗ заказчика;
- ▶ Разработка дублирующих ГИС с улучшением технических характеристик;
- ▶ Воспроизводство ГИС стран ведущих мировых стран в рамках импортозамещения;
- ▶ Инициативная разработка миниатюрных тензометрических датчиков давления газа, полупроводниковых сенсоров газоанализаторов;
- ▶ Реинжиниринг и нестандартные решения.

Определяющие нормативно-правовые акты:

Распоряжение Правительства РФ от 5 августа 2021 г. № 2162-р «Об утверждении Концепции развития водородной энергетики в РФ»

Комплекс мер со стороны правительства РФ и субъектов РФ, направленных на стимулирование, а также привлечение внимания к инновационным проектам. (ФЗ от 23.08.1996 N 127-ФЗ (ред. от 02.07.2021 г.) "О науке и государственной научно-технической политике")

Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2019 г. № 1228 "О принятии Парижского соглашения"

Структура рынка газоанализаторов:

- ▶ Промышленность (потребление 76-80% всего продаваемого газоаналитического оборудования);
- ▶ Санитарный и экологический контроль воздуха санитарных зон;
- ▶ Бытовые системы контроля загазованности помещений;
- ▶ Автомобильная промышленность;
- ▶ Сельское хозяйство;
- ▶ Научные исследования и лабораторные применения;
- ▶ Рынок изделий специального назначения (досмотр и обнаружение запрещенных веществ).

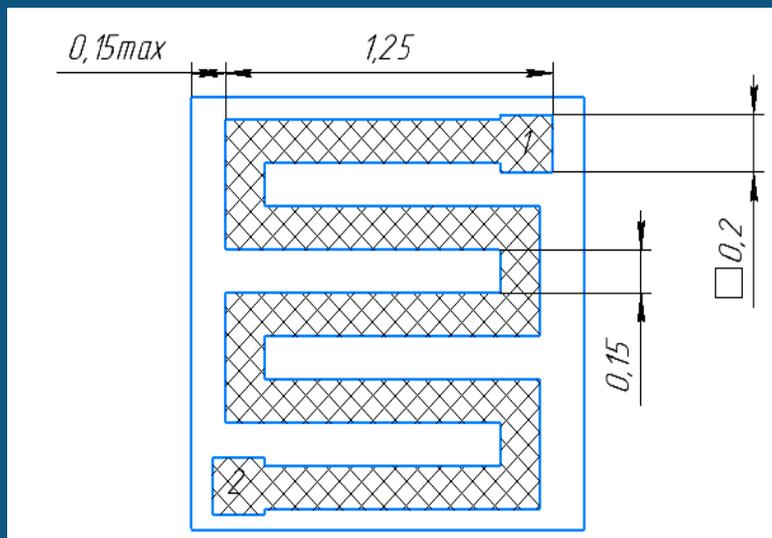
Ведущие мировые производители:

- ▶ Figaro – Япония;
- ▶ Alphasense – Великобритания;
- ▶ Winsen – КНР

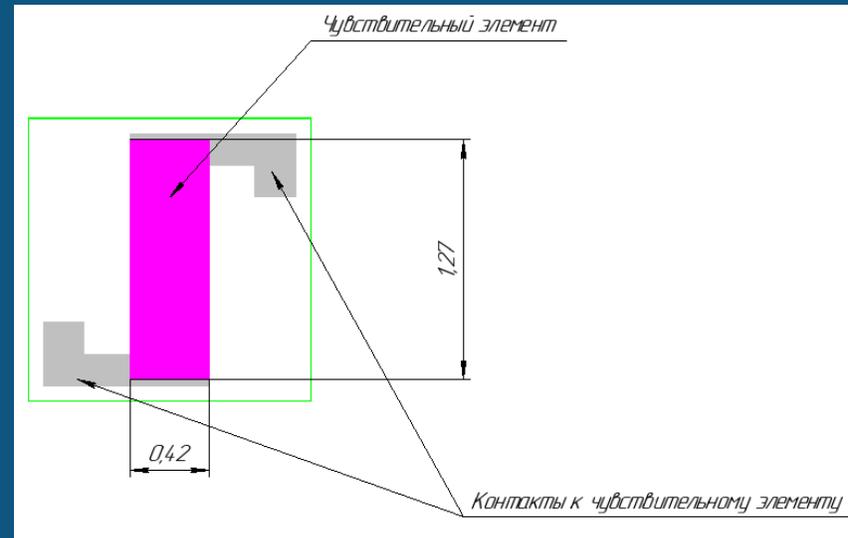
Научная новизна

- ▶ Исследованы отклики и влияние условий отжига на газочувствительные свойства тонких пленок в системе оксидов $\text{In}_2\text{O}_3 - \text{SnO}_2$ (ITO)
- ▶ Сочетание методов тонко- и толстоплёночной технологии при разработке и производстве чувствительных элементов;
- ▶ Выбор легирующих компонентов и их концентрация обеспечивают разнообразие свойств приборов и позволяют удовлетворять требования заказчиков на основе выбора режимов и специальных управляющих воздействий при использовании базовой технологии
- ▶ В основу предложенных технических решений положены результаты научных исследований кластерной структуры материалов, формируемой в условиях волнового кристаллизационного процесса (после осаждения монослоя вещества толстой плёнки расплав обедняется закристилизовавшимися компонентами, и скорость кристаллизации падает). После установления равновесия «расплав – твёрдая фаза» и достижения требуемого пересыщения формируется следующий слой, твёрдой фазы

Толсто пленочный микронагреватель



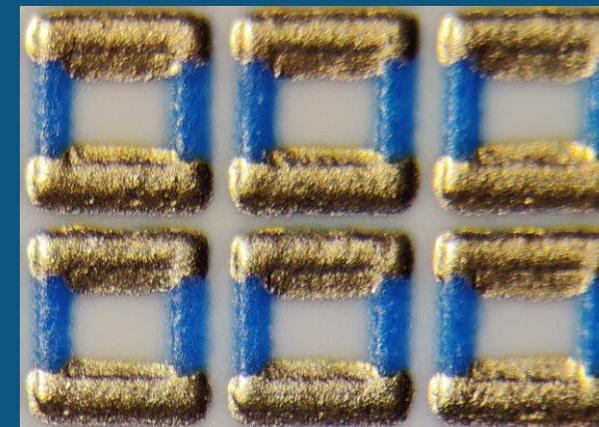
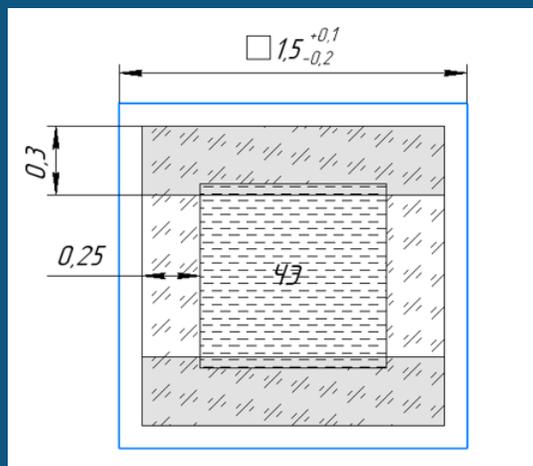
Чувствительный элемент (ИТО) с контактами под разварку



Вариант корпусирования сенсора

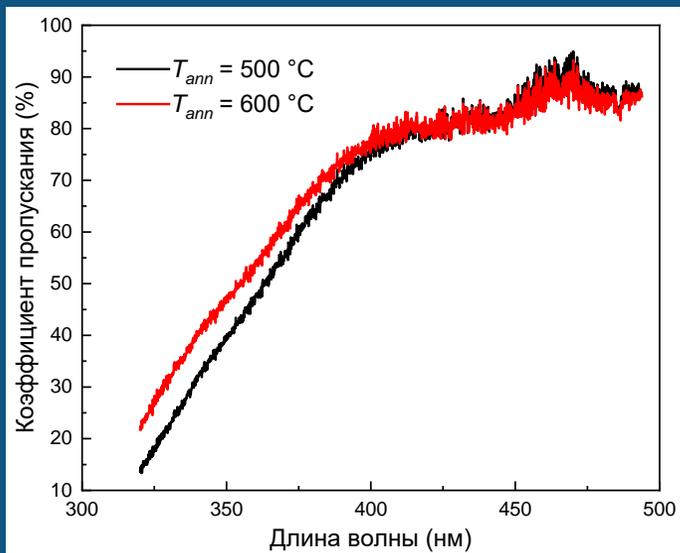
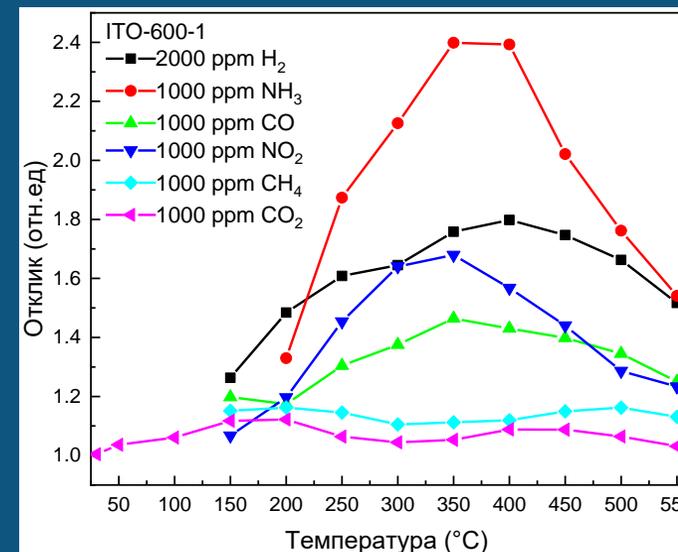
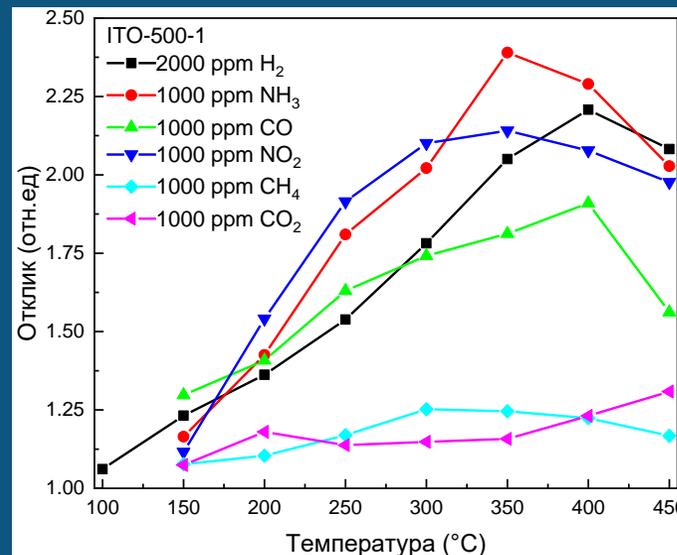
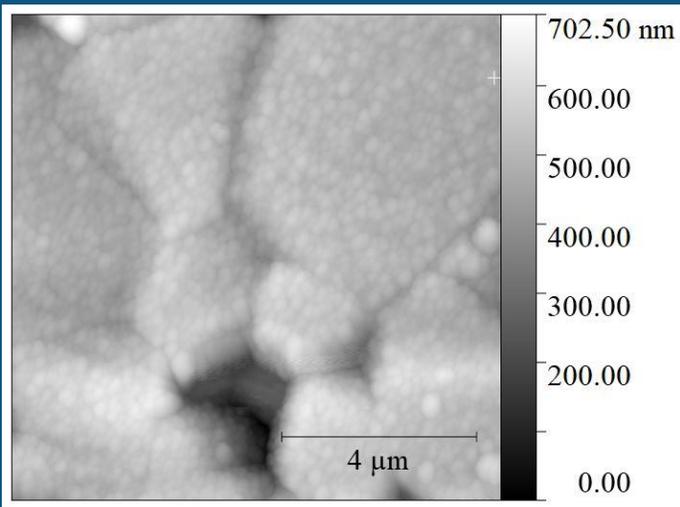


Чувствительный элемент на основе толсто пленочного SnO₂

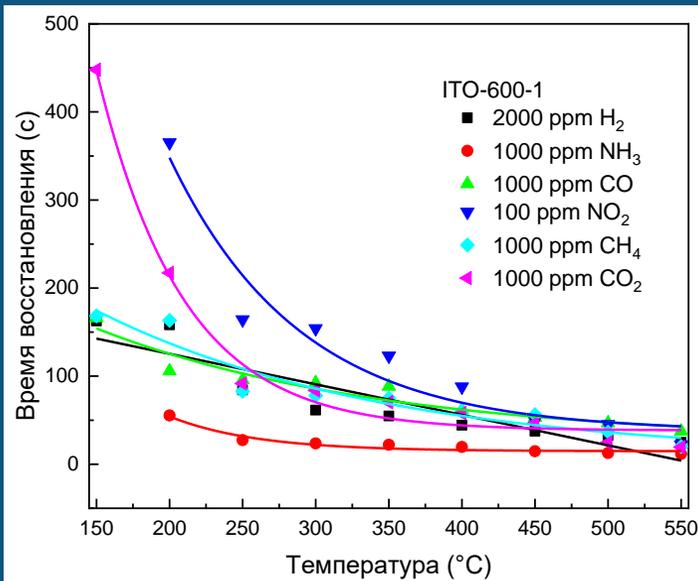
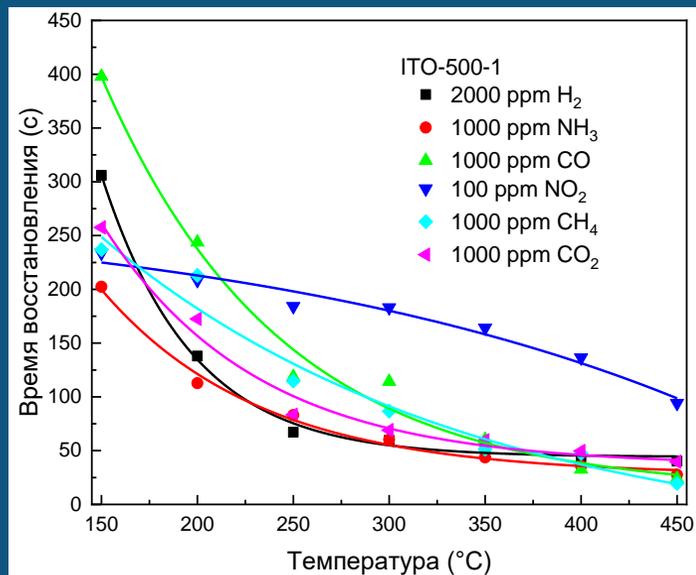
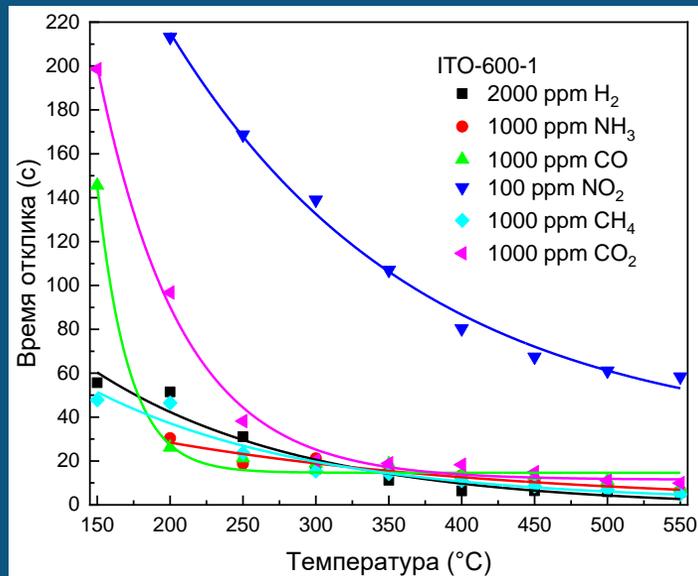
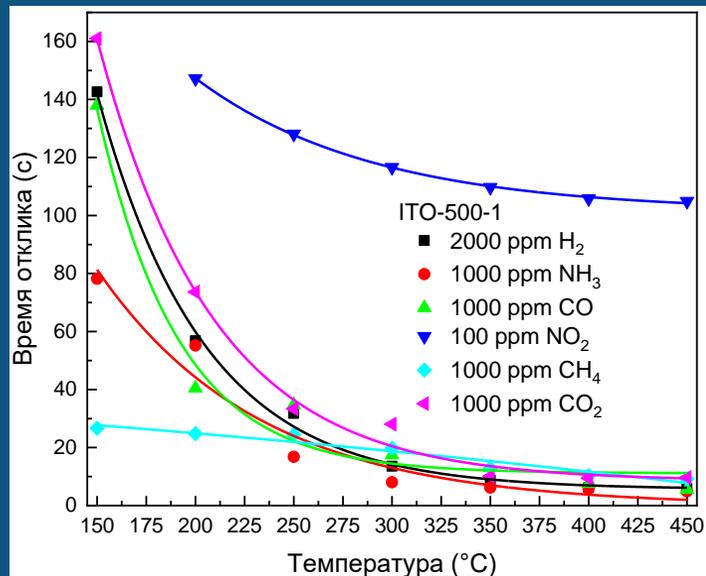


Газочувствительные свойства тонких пленок ITO

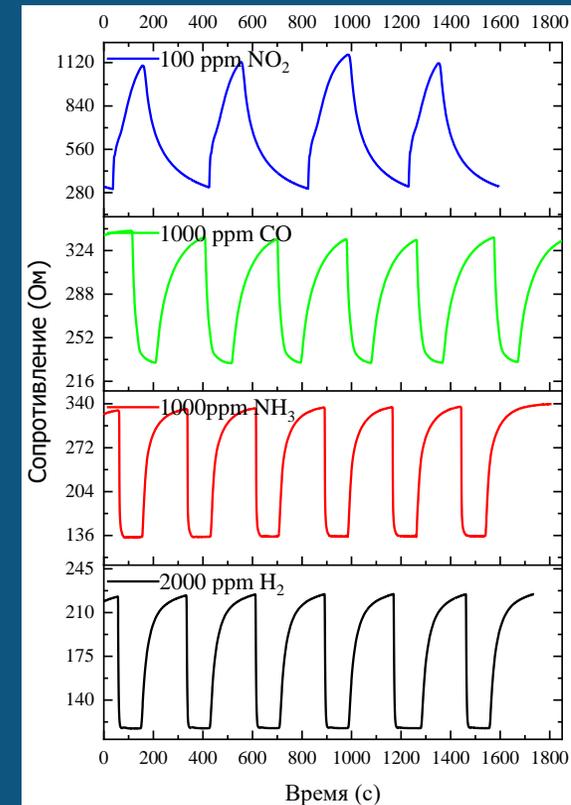
RFMS, отжиг $T_{ann} = 500\text{ °C}$ и 600 °C



		ITO, $T_{ann} = 500\text{ °C}$		ITO, $T_{ann} = 600\text{ °C}$	
Газ	n_g (ppm)	T_{MAX} (°C)	S_{MAX} (отн. ед.)	T_{MAX} (°C)	S_{MAX} (отн. ед.)
H ₂	2000	400	2.21	400	1.80
NH ₃	1000	350	2.39	350	2.40
CO	1000	400	1.91	350	1.46
NO ₂	100	350	2.14	350	1.68
CH ₄	1000	300	1.25	500	1.16
CO ₂	1000	450	1.31	200	1.12



ITO-500-1, $T = T_{MAX}$



Селективность:
Структуры ИТО

Заключение:

- ▶ Разработана топология гибридных полупроводниковых сенсорных элементов для систем газоанализаторов, изготовлены опытные образцы;
- ▶ Достигнутое значение времени отклика при воздействии аммиака 2.39 (отн.ед) при рабочей температуре вещества 350 гр. Цельсия, диоксида азота – 2.14 (отн.ед) при рабочей температуре вещества 350 гр. Ведутся исследования толстопленочного варианта сенсора.
- ▶ В настоящее время ведутся работы по доработке сенсорных веществ, модификации их свойств и разработке технологии изготовления объемных фильтров барьеров для выделения газов с низким молекулярным весом.

Спасибо за внимание!