



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ

Yours sincerely, Shawulienu Kezilebieke
Assistant Professor University of Jyväskylä
FI-40014 Jyväskylä, Finland
Email: kezilebieke.a.shawulienu@jyu.fi

REVIEW

**Foreign scientific advisor Tileu Ayan Orazbaiuly's dissertation work titled
"Concentration saturation of the signal from a laser gas sensor" presented for
the degree of Doctor of Philosophy (PhD) under the educational program
"8D06201 – Radio engineering, electronics and telecommunications."**

The dissertation of **Tileu Ayan Orazbaiuly** is devoted to a comprehensive investigation of the operational characteristics of gas sensor systems based on laser absorption methods. The work systematically examines the physical mechanisms underlying laser gas sensor signal formation, as well as the phenomena of concentration saturation, using a combination of experimental studies and theoretical analysis. The research covers a wide range of gas concentrations for methane, ethanol, and ammonia. Particular attention is paid to the optical processes arising from the interaction of laser radiation with gas molecules and the corresponding dynamics of the electrical signals registered by the photodetector. The physical nature of signal formation and its dependence on gas concentration are analyzed in depth.

The dissertation presents a thorough study of both linear and nonlinear operating regimes of laser gas sensors, employing advanced physical and mathematical approaches, including information-entropy analysis, fluctuation-dissipation relations, and nonlinear fractal analysis. On this basis, the author provides a well-founded physical interpretation of the interaction mechanisms between gas molecules and laser radiation and determines the concentration saturation limits of laser gas sensors. The obtained results are of substantial scientific and practical importance for optimizing the operating ranges of modern laser gas sensors, selecting appropriate linear measurement regimes, and ensuring the reliability and accuracy of gas concentration measurements.

The scientific novelty of the dissertation lies in the fact that, for the first time, the concentration saturation mechanisms of laser gas sensors are investigated in a comprehensive and unified manner, together with the fluctuational, correlation, and informational characteristics of sensor signals. The concentration saturation limits of laser gas sensors and their relationship with fluctuational-dissipative and informational parameters are established on the basis of consistent theoretical modeling and validated by experimental data.

The principal results of the dissertation have been published in peer-reviewed international scientific journals and presented at international scientific conferences, confirming their scientific relevance and contribution to the development of laser gas sensing technologies. The results obtained in this work make a meaningful contribution to the development of laser gas sensing technologies and have clear potential for application in environmental monitoring, industrial safety systems, and gas detection technologies.

Throughout all the stages of the dissertation research, **Tileu Ayan Orazbaiuly** demonstrated a high level of scientific maturity, independence, and professional competence, successfully fulfilling all research tasks and achieving the stated objectives. The dissertation work is characterized by scientific novelty, methodological consistency, and significant practical relevance. In view of the above, I conclude that the dissertation fully complies with the requirements of the national regulations of the authorized Ministry of the Republic of Kazakhstan governing the awarding of academic degrees and is worthy of defense for the degree of **Doctor of Philosophy (PhD)**.

Foreign Scientific Supervisor
Associate Professor
University of Jyväskylä



Kezilebieke Shawulienu

ПІКІР

“8D06201 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар” білім беру бағдарламасы бойынша Философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған Тілеу Аян Оразбайұлының “Лазерлік газ сенсоры сигналының концентрациялық қанығуы” тақырыбындағы диссертациялық жұмысына шетелдік ғылыми кеңесшінің пікірі.

Тілеу Аян Оразбайұлының диссертациялық жұмысы лазерлік жұтылу әдістеріне негізделген газ сенсорлық жүйелерінің жұмыс істеу сипаттамаларын жан-жақты зерттеуге арналған. Жұмыста лазерлік газ сенсоры сигналының қалыптасуының физикалық механизмдері, сондай-ақ концентрациялық қанығу құбылыстары эксперименттік зерттеулер мен теориялық талдауларды үйлестіре отырып жүйелі түрде қарастырылған. Зерттеу метан, этанол және аммиак газдарының кең концентрациялық диапазонын қамтиды. Лазерлік сәулеленудің газ молекулаларымен өзара әрекеттесуінен туындайтын оптикалық процестерге және фотодетектор тіркейтін электрлік сигналдардың динамикасына ерекше назар аударылған. Сигналдың қалыптасу табиғаты және оның газ концентрациясына тәуелділігі терең талданған.

Диссертациялық жұмыста лазерлік газ сенсорларының сызықтық және бейсызық жұмыс режимдері жан-жақты зерттелген. Зерттеу барысында информация-энтропиялық талдау, флуктуация-диссипациялық қатынастар және бейсызық фракталдық талдау сияқты заманауи физикалық және математикалық тәсілдер қолданылған. Осы негізде автор газ молекулалары мен лазерлік сәулелену арасындағы өзара әрекеттесу механизмдеріне негізделген физикалық түсіндірме беріп, лазерлік газ сенсорлары үшін концентрациялық қанығу шектерін анықтаған.

Алынған нәтижелер заманауи лазерлік газ сенсорларының жұмыс диапазондарын оңтайландыру, сызықтық өлшеу режимдерін дұрыс таңдау және газ концентрациясын өлшеудің сенімділігі мен дәлдігін қамтамасыз ету тұрғысынан маңызды ғылыми және практикалық мәнге ие. Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы – алғаш рет лазерлік газ сенсорларының концентрациялық қанығу механизмдері сенсор сигналдарының флуктуациялық, корреляциялық және информациялық сипаттамаларымен біртұтас және кешенді түрде зерттелген. Лазерлік газ сенсорларының концентрациялық қанығу шектері мен олардың флуктуация-диссипациялық және информациялық параметрлермен байланысы бірізді теориялық модельдеу негізінде анықталып, эксперименттік деректер арқылы расталған.

Диссертацияның негізгі нәтижелері рецензияланатын халықаралық ғылыми журналдарда жарияланған және халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалған. Бұл нәтижелер лазерлік газ сенсор арқылы газды сезу технологияларын дамытуға елеулі үлес қосып, олардың ғылыми маңыздылығын дәлелдейді. Зерттеу нәтижелері қоршаған ортаны мониторингтеу жүйелерінде,

өнеркәсіптік қауіпсіздік жүйелерінде және газды анықтау технологияларында қолдануға айқын практикалық маңызға ие.

Диссертациялық зерттеудің барлық кезеңдерінде Тілеу Аян Оразбайұлы жоғары ғылыми деңгейін, дербестігін және кәсіби құзыреттілігін көрсетті. Ол қойылған ғылыми міндеттерді табысты орындап, зерттеу мақсаттарына толық қол жеткізді. Диссертациялық жұмыс ғылыми жаңалығымен, әдістемелік бірізділігімен және практикалық маңыздылығымен ерекшеленеді. Осыған байланысты, диссертация Қазақстан Республикасы уәкілетті министрлігінің ғылыми дәрежелер беру тәртібін реттейтін нормативтік талаптарына толық сәйкес келеді және Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін қорғауға лайық деп есептеймін.

**Шетелдік ғылыми кеңесші,
Jyväskylä университетінің
қауымдастырылған профессоры**

/қолы бар/

Kezilebieke Shawulienu

