**Синявський Іван Іванович. Оптична фур'є-спектрометрія малих газових складових земної атмосфери : Дис... канд. наук: 05.11.07 - 2009.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Синявський І.І. Оптична фур’є-спектрометрія малих газових складових земної атмосфери. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.07 – Оптичні прилади та системи. – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ, 2009 р.  Вдосконаленням оптичної схеми фур’є-спектрометра за рахунок зменшення кількості і оптимізації форми поверхонь оптичних елементів та розробки методів визначення концентрацій газових складових атмосфери по спектрограмам фур’є-спектрометра для забезпечення її сталого експрес-моніторингу.  Проведені дослідження оптичної схеми фур'є-спектрометра, запропоновано її вдосконалення за рахунок зменшення кількості й оптимізації форми оптичних поверхонь. Вперше розроблений новий метод розрахунку оптичного елемента "фокона", теоретично підтверджено, що асферический профіль, який описується параболою з деформацією четвертого порядку може бути представлений сферою зі зміщенням. Розроблено метод розрахунку та виготовлення оптичного елемента еліпсоїда, використання якого в оптичній системі вихідної оптики приладу дозволяє зменшити кількість оптичних поверхонь з чотирьох до однієї.  Запропоновано й теоретично обґрунтовано метод визначення концентрацій газових складових в приземному шарі атмосфери з використанням одношарової моделі переносу випромінювання по спектрограмам, одержаним за допомогою фур’є-спектрометра, метод визначення загального вмісту та висотного розподілення озону в вертикальному стовпі атмосфери з використанням багатошарової моделі переносу випромінювання.  Удосконалено оптичну схему лабораторного зразка фур'є-спектрометра з використанням розроблених дзеркальних асферических елементів. Для апробації розроблених методів, проведені польові вимірювання пропускання товщі атмосфери, як на горизонтальних, так і вертикальних трасах. Проведені експериментальні дослідження підтвердили високу точність та придатність до практичного застосування запропонованих методик обробки спектрограм. | |
| |  | | --- | | 1. В дисертаційній роботі вирішено науково-практичну задачу вдосконалення оптичної схеми фур’є-спектрометра за рахунок зменшення кількості і оптимізації форми поверхонь оптичних елементів та розробки методів визначення концентрацій газових складових атмосфери по спектрограмам фур’є-спектрометра для забезпечення сталого експрес-моніторингу в приземному шарі та по вертикальній структурі атмосфери. 2. Проведено аналіз фізичних процесів поглинання випромінювання в земній атмосфері, визначено робочий спектральний діапазон приладу для проведення моніторингу газового складу атмосфери, перш за все "парникових газів". 3. Cучасні системи контролю газового складу атмосфери побудовані на базі оптичних приладів – фур’є-спектрометрів. При проведенні досліджень схем фур’є-спектрометрів, виявлено, що оптичні схеми більшості відомих приладів відрізняються складністю конструкції, насамперед, в них пред’являються високі вимоги до якості оптичних елементів та їх юстування, а тому мають досить велику вартість. В той же час існує схемна побудова фур’є-спектрометра на основі інтерферометра "подвійне котяче око" (ПКО), який на відміну аналогів є більш простим та віброзахищеним і може бути використаний для моніторингу газового складу атмосфери. 4. Проведені дослідження оптичної системи лабораторного зразку фур’є-спектрометра на основі інтерферометра ПКО та показано можливість застосування даного приладу після вдосконалення його оптичної схеми в задачах дистанційного зондування атмосфери Землі та оперативного визначення її газового складу за багатьма складовими. Для зменшення кількості оптичних поверхонь та спрощення приладу вперше запропоновано використання проміжних дзеркальних асферичних оптичних елементів, що не мають параксіальної області для переносу ІЧ-випромінювання в оптичній системі, а саме:   розроблений метод розрахунку оптичного елементу "фокону", теоретично обґрунтовано, що асферичний профіль, який описується параболою з деформацією 4 порядку можна одержати за допомогою сфери зі зміщенням;  розроблений метод розрахунку та виготовлення оптичного елементу "еліпсоїду", застосування якого в оптичній системі вихідної оптики дозволяє зменшити кількість оптичних поверхонь з чотирьох до однієї.   1. Розроблено, теоретично та експериментально обґрунтовано метод оцінки мінімальних робочих трас для проведення вимірювань зі штучним джерелом випромінювання, що дозволяє "apriori" визначати граничні концентрації газових складових атмосфери при виявленні їх методом фур’є-спектрометрії, який може застосовуватися для оцінки ефективності інших трасових газоаналізаторів. 2. Розроблено та науково обґрунтовано метод визначення концентрацій газових складових, впершу чергу основних "парникових" газів в приземному шарі атмосфери, по спектрограмам фур’є-спектрометра, одержаних при дистанційному зондуванні з використанням штучного джерела випромінювання. Основна відмінність методу є відсутність необхідності зняття опорної спектрограми при вимірюваннях, та застосування еталонних багатоходових кювет зі складними газовими сумішами. 3. Розроблено та науково обґрунтовано метод визначення загального вмісту озону та його висотного розподілення нижніх та верхніх шарів атмосфери (спостереження прямого сонячного випромінювання) на основі програми MODTRAN, з використанням багатошарової моделі переносу випромінювання в атмосфері. 4. Одержані спектрограми пропускання атмосфери з використанням експериментального зразку мобільного комплексу, що включає в себе вдосконалений фур’є-спектрометр та штучне джерело ІЧ-випромінювання. Апробовані розроблені методи визначення концентрацій основних парникових газів в приземному шарі атмосфери а також загального вмісту озону над Києвом. Похибки визначення складають не більше 3.5 % та 3 % відповідно. 5. Впровадження запропонованих методів обробки спектрограм дозволило проводити систематичне визначення загального вмісту озону та озонових профілів над Києвом на протязі останніх років за програмою міжнародного співробітництва Європейського космічного агентства "OMI validation by ground based remote sensing: ozone columns and profiles". Одержані значення загального вмісту озону добре узгоджуються з даними супутникових вимірювань OMI TOMS та OMI DOAS. Стандартна помилка становить 1.11 DU і 0.68 DU зі стандартним відхиленням в 8.77 DU (2.7%) і 5.37 DU (1.8%) для даних OMI DOAS і OMI TOMS відповідно. | |