

Н. Жакине-Уссон¹, Н.А. Скотт¹, А. Шедан¹, А.А. Чурсин²

Спектроскопическая база данных GEISA, обновленная для IASI (моделирование прямого радиационного переноса)

¹Лаборатория динамической метеорологии,
Политехнический университет, г. Палезо, Франция
²Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск, Россия

Поступила в редакцию 8.01.2003 г.

Характеристики конструируемых в настоящее время устройств вертикального зондирования второго поколения, таких как IARS (атмосферная инфракрасная система зондирования) в США и IASI (атмосферный зондирующий интерферометр в инфракрасном диапазоне) в Европе, зависят от знания точных спектроскопических параметров оптически активных атмосферных газов. В этой связи в 1974 г. группа анализа атмосферного излучения (Atmospheric Radiation Analysis – ARA) при лаборатории динамической метеорологии (LMD) разработала и поддерживает спектроскопическую базу данных GEISA (Gestion et Etude des Informations Spectroscopiques Atmosphériques – Администрирование и изучение атмосферной спектроскопической информации) преимущественно для использования в высокоточных вычислениях переноса излучения. В данной статье рассматриваются база GEISA версии 2001 г. (далее GEISA-01) и GEISA/IASI (версия GEISA, приспособленная для IASI-эксперимента). В части описания параметров линий переходов GEISA-01 включает информацию по 42 молекулам (96 изотопных модификаций) и содержит 1 361 667 записей в диапазоне 0 – 22 656 см⁻¹.

Введение

Новые экспериментальные установки высокого разрешения для вертикального зондирования атмосферы, такие как AIRS (атмосферная инфракрасная система зондирования) в США и IASI (атмосферный зондирующий интерферометр в инфракрасном диапазоне) в Европе имеют более высокие разрешение и точность, нежели существующие на сегодняшний день. Предполагается, что они будут применяться, в основном, в оперативной метеорологии, связанной с численным предсказанием погоды, а также для получения новой и надежной информации о вертикальной атмосферной структуре и поверхностных свойствах.

Характеристики этих новых систем вертикального зондирования второго поколения в большей степени будут зависеть от нашего сегодняшнего знания точных спектроскопических параметров оптически активных атмосферных газов. Спектроскопические параметры являются основными, если не единственными, входными данными в моделях, используемых для численного воспроизведения зарегистрированных спектров излучения. Следовательно, существует острая необходимость в наиболее полных, надежных и оперативных интерактивных спектроскопических базах данных. Исходя из этой необходимости, в 1974 г. группа анализа атмосферного излучения (ARA – Atmospheric Radiation Analysis) при лаборатории динамической метеорологии (LMD) создала спектроскопическую базу данных GEISA [1–3] в це-

лях надежного вычисления переноса излучения в атмосфере. Эта база данных предоставляет данные для расчетов прямых и обратных задач переноса излучения в атмосфере. В настоящее время GEISA активно используется в оценке возможностей улучшенных систем зондирования атмосферы [4].

Обзор спектроскопической базы данных GEISA

База данных GEISA в редакции 1997 г. (GEISA-97) подробно описана в [5]. Она была частично обновлена в 2001 г. (GEISA-01). GEISA-01 состоит из трех подбаз.

1. Подбаза GEISA-01 для параметров линий переходов

Подбаза GEISA-01 для параметров линий переходов включает информацию о 42 молекулах (96 изотопных модификаций) и содержит 1 361 667 записей (на 15 401 запись больше, чем в GEISA-97), в диапазоне 0–22656 см⁻¹.

В базу включены данные по молекулам, представляющим интерес для исследования атмосфер Земли и других планет (C₂H₄, GeH₄, C₃H₈, C₂N₂, C₄H₂, HC₃N, H₂S, HCOOH и C₃H₄). Среди спектроскопических параметров, представленных в GEISA, наиболее важными являются следующие: волновое

число (см^{-1}) линии, связанное с колебательно-вращательным переходом; интенсивность линии ($\text{см}\cdot\text{молек}^{-1}$ при температуре 296 К); полуширина лоренцевского контура линии ($\text{см}^{-1}\cdot\text{атм}^{-1}$ при 296 К); энергия нижнего уровня перехода (см^{-1}); квантовые числа нижнего и верхнего уровней перехода; коэффициент температурной зависимости полуширины линии; идентификационный номер молекулы и изотопа в базе данных. Эти параметры сгруппированы по правилам GEISA и описаны в [5].

В GEISA-01 обновлены данные для следующих молекул:

H_2O : внесены 10755 переходов согласно [6–12] в спектральном диапазоне 500–2900 см^{-1} ;

CO_2 : внесены 4800 переходов [13–15] в спектральном диапазоне 430–2820 см^{-1} ;

NO_2 : удалены 118 повторяющихся линий в диапазоне 564–692 см^{-1} .

2. Подбаза GEISA-01 по сечениям поглощения

Кроме каталога по параметрам линий, GEISA содержит дополнительный каталог сечений поглощения (GEISA_CROSS), полученных при различных температурах и давлениях в спектральном диапазоне 556,380–1763,642 см^{-1} . Но такое представление сечений поглощения не совсем удобно в дискретно параметризованном формате. В этой базе содержатся 4716743 записи по 23 молекулам, а именно:

CFC-11, CFC-12, CFC-13, CFC-14, CFC-113, CFC-114, CFC-115, HCFC-22, HCFC-123, HCFC-124, HFC-125, HFC-134a, HCFC-141b, HCFC-142b, HFC-152a, HCFC-225ca, HCFC-225cb, HFC-32, HFC-143a, HFC-134, N_2O_5 , SF_6 , ClONO_2 .

Сечения поглощения определяются следующим выражением:

$$\sigma(\omega) = \frac{\ln[I_0(\omega)/I(\omega)]}{nl},$$

где ω – волновое число, см^{-1} ; $\sigma(\omega)$ – сечение поглощения, $\text{см}^2\cdot\text{молек}^{-1}$; $I_0(\omega)$ и $I(\omega)$ – интенсивности, при частоте ω , падающего и прошедшего излучения; n – концентрация молекул, $\text{молек}\cdot\text{см}^{-3}$; l – оптический путь, см. В GEISA приведено именно $\sigma(\omega)$, полученное из экспериментальных данных высокого разрешения. С GEISA_CROSS поставляется специальная управляющая программа. Эта подбаза не обновлялась с 1997 г.

3. Подбаза GEISA-01 по микрофизическим и оптическим свойствам атмосферных аэрозолей

Новая редакция подбазы GEISA-01 по микрофизическим и оптическим свойствам атмосферных аэрозолей описана в отдельной части базы данных GEISA/IASI. Дружественный пользователю интер-

фейс связывает все три подбазы в единое целое [3, 17]. Данная версия GEISA, с сопутствующим программным обеспечением, свободно доступна по интернету на Web-сайте группы ARA/LMD. Пароль на вход запрашивается по адресу nicole.jacquinet@lmd.polytechnique.fr

Описание базы данных GEISA/IASI

База данных GEISA/IASI является модификацией GEISA и описана в [4, 18]. GEISA/IASI была выведена в отдельную базу данных в целях оценки измерительной точности IASI, численного воспроизведения спектров излучения высокого разрешения и (или) экспериментальных данных. Работа проводилась группой ISSWG (IASI-научная рабочая группа зондирования) в CNES (Национальный центр космических исследований, Франция)/EUMETSAT (Европейская организация по эксплуатации метеорологических спутников) Европейской полярной системы (EPS). Для скорейшего получения результатов из улучшенных спектроскопических параметров и для постоянного надежного обновления данных в GEISA/IASI в течение 50 лет существования IASI-установки EUMETSAT и CNES организовали научный комитет по поддержке этой базы данных (GIDSC). EUMETSAT планирует реализовать GEISA/IASI в рамках EPS.

Версия 2001 г. базы данных GEISA/IASI (GEISA/IASI-01) является выборочной базой из IASI и AIRS в спектральном диапазоне 600–3000 см^{-1} и частично обновлена относительно баз GEISA-97 и GEISA-01 со схожей структурой, включающей три независимые подбазы, описанные ниже.

1. Подбаза GEISA/IASI-01 по параметрам линий переходов

Подбаза GEISA/IASI-01 по параметрам линий переходов содержит спектроскопические параметры линий, записанных в обычном стандарте GEISA с расширенной информацией по параметрам линий (включая соответствующие отклонения), для 14 молекул (53 изотопические модификации), что составляет 650274 записи. Молекулы, выделенные GIDSC, – H_2O , CO_2 , O_3 , N_2O , CO , CH_4 , O_2 , NO , SO_2 , NO_2 , HNO_3 , OCS , C_2H_2 , N_2 .

Следует отметить, что в GEISA/IASI молекула CH_3D рассматривается как изотопическая модификация молекулы CH_4 , а в GEISA-97 и GEISA-01 – как разные молекулы. Состав GEISA/IASI-01 приведен в табл. 1. Химические формулы молекул приведены в соответствии со стандартом GEISA (ID). Пятая колонка – средняя полуширина линий α . Шестая колонка означает идентификационный код изотопной модификации. В колонках с 8-й по 11-ю приведены спектральный диапазон F , перекрываемый переходами, и минимальные и максимальные интенсивности для каждой изотопной модификации соответственно.

Детальное содержание подбазы данных по параметрам линий переходов GEISA/IASI-01

Молекула	Код молекулы ID	Число линий	Средняя интенсивность, см·молек ⁻¹	α , см ⁻¹	Изотоп. модификация (ID)	Число линий	F_{\min} , см ⁻¹	F_{\max} , см ⁻¹	Интенсивность, см·молек ⁻¹		
									min	max	
H₂O	1	13279	8,112E-22	0,0655		161	5218	600,104	2999,854	9,010E-28	2,989E-19
						162	4584	604,366	2999,340	1,000E-27	2,505E-23
						171	1203	599,702	2999,532	1,490E-27	1,210E-22
						181	1661	604,933	3001,175	2,025E-27	6,051E-22
						182	438	1173,772	1684,226	2,033E-27	5,083E-26
						172	175	1234,235	1598,766	2,033E-27	9,319E-27
CO₂	2	50375	2,185E-21	0,0711		626	18614	599,222	2488,222	3,440E-39	3,530E-18
						636	7517	599,026	2395,279	1,820E-39	3,750E-20
						628	11912	599,007	2826,650	1,390E-36	6,850E-21
						627	7575	599,183	2806,198	1,000E-27	1,250E-21
						638	1833	599,165	2605,481	3,704E-27	7,227E-23
						637	1346	599,008	2314,307	3,708E-27	1,361E-23
						828	994	615,974	2350,898	1,760E-40	1,309E-23
						728	288	626,438	2358,226	3,866E-27	2,495E-24
						838	296	2115,685	2276,481	4,870E-42	1,760E-25
O₃	3	151775	1,141E-22	0,0701		666	124863	600,179	3000,984	1,010E-26	4,090E-20
						668	13728	640,037	1177,493	9,680E-26	7,760E-23
						686	4858	640,141	1145,690	9,620E-26	7,560E-23
						667	5515	599,123	820,380	3,561E-27	5,570E-25
						676	2811	599,382	822,795	3,527E-27	6,057E-25
N₂O	4	18938	3,634E-21	0,0744		446	13273	599,027	2836,125	8,260E-27	1,003E-18
						447	791	599,420	2560,588	6,180E-26	4,154E-22
						448	1596	599,321	2543,215	1,226E-25	2,045E-21
						456	1623	599,826	2595,681	1,218E-25	3,666E-21
						546	1655	599,129	2585,207	1,214E-25	3,601E-21
CO	5	3674	2,749E-21	0,0467		26	1499	1523,979	2316,048	6,840E-70	4,461E-19
						27	229	1831,283	2278,721	1,248E-36	1,602E-22
						28	240	1797,966	2254,309	1,253E-36	8,317E-22
						36	1263	1544,497	2259,947	1,880E-65	4,685E-21
						38	226	1779,750	2196,287	1,503E-36	8,698E-24
						37	217	1807,871	2221,114	1,030E-36	1,679E-24
CH₄	6	121282	6,890E-23	0,0498		211	68777	922,651	3000,999	1,000E-27	1,202E-19
						311	22688	998,884	3000,999	9,488E-28	1,344E-21
						212	29817	855,753	3000,997	6,158E-29	3,658E-23
O₂	7	435	2,191E-29	0,0466		66	435	1366,105	1717,235	1,100E-35	1,490E-28
NO	8	26083	1,767E-22	0,0528		46	24705	599,089	3000,718	1,401E-85	6,211E-20
						48	679	1601,909	2038,846	4,190E-28	1,390E-22
						56	699	1609,585	2060,462	4,430E-28	2,550E-22
SO₂	9	22301	1,566E-21	0,1132		626	22014	599,173	2787,861	5,000E-26	6,094E-20
						646	287	2463,470	2496,088	9,736E-24	3,428E-23
NO₂	10	68252	9,087E-22	0,0666		646	68252	599,083	2938,381	9,470E-26	1,302E-19
HNO₃	13	152586	6,928E-22	0,1101		146	152586	599,003	1769,982	1,051E-25	3,020E-20
OCS	20	19768	5,288E-21	0,0898		822	11005	814,581	2962,986	1,010E-23	1,077E-18
						623	3810	813,860	2926,274	1,010E-23	4,719E-20
						634	2048	825,716	2880,701	1,008E-23	1,198E-20
						822	955	818,098	2875,829	1,008E-23	2,089E-21
						623	1593	825,659	2930,386	1,016E-23	8,430E-21
C₂H₂	24	1409	2,294E-20	0,0609		634	357	1972,188	2032,039	1,010E-23	5,240E-22
						221	1307	604,774	1469,865	1,371E-27	1,187E-18
N₂	33	117	5,729E-29	0,0469		231	150	613,536	843,872	3,820E-26	1,577E-20
						44	117	2001,711	2619,230	2,330E-34	3,410E-28

Примечания: 1) Общее число линий в базе данных GEISA/IASI-01 равно 650,274. 2) Число 8,112E-22 читать как 8,112·10⁻²², аналогично и другие.

Как в базах GEISA-97 и GEISA-01, так и в базе GEISA/IASI-01 обновлены спектроскопические параметры для следующих молекул:

- H₂O**: то же самое, что и в GEISA-01;
- CO₂**: незначительные отличия с GEISA-01 [16];
- O₃**: Вагнер с соавт. [19], Де Беккер-Бариллы и Барб [20];
- CH₄**: Деви с соавт. [21], Фейард с соавт. [22], Хилико с соавт. [23, 24], Ювард с соавт. [25], Никитин с соавт. [26], Оарди с соавт. [27], Смит с соавт. [28];
- HNO₃**: Голдман [29];
- C₂H₂**: Мандин с соавт. [30].

2. Подбаза GEISA/IASI-01 по сечениям поглощения

В этой базе, названной GEISA_CROSS/IASI-01, выведены данные для шести молекул, в отличие от 23 молекул в базах GEISA-97 и GEISA-01. Файл этой базы состоит из следующих частей: CFC-11, CFC-12 [31, 32]; CFC-14 [33]; CCl₄ [34]; N₂O₅ [35]; HCFC-22 [36, 37]. Содержание этой подбазы приведено в табл. 2.

Таблица 2

Содержание подбазы данных GEISA_CROSS /IASI-01

Молекула	Спектральный интервал, см ⁻¹	Число температурных режимов (Т, К)	Ссылка
CFC-11	810–880	55 (190–296)	[31]
CCl ₃ F	1050–1120		
CFC-12	800–950	52 (190–296)	[32]
CCl ₂ F ₂	1050–1200		
CFC-14	1250–1290	55 (180–296)	[33]
CF ₄			
CCl ₄	750–812	32 (208–296)	[34]
N ₂ O ₅	557–1763	4 (233–293)	[35]
HCFC-22	750–870	8 (216–294)	[36]
	765–1380		[37]

Формат данной подбазы совпадает с форматом баз данных GEISA-97 и GEISA-01. Программа, обслуживающая подбазу GEISA_CROSS/IASI, сконструирована для удобного и быстрого поиска и использования данных по сечениям поглощения молекул CFC-11, CFC-12, CFC-14, CCl₄, N₂O₅ и HCFC-22.

3. Подбаза данных GEISA/IASI-01 по микрофизическим и оптическим свойствам атмосферных аэрозолей

В коэффициент непрозрачности земной атмосферы в инфракрасном диапазоне вносят свой вклад не только молекулярные газы, но и аэрозольные частицы. В связи с этим есть потребность выделения из известных баз данных GEISA и GEISA/IASI подбазы с данными по аэрозолям, назовем ее GEISA_AEROS. Она содержит данные по микрофизическим и оптическим свойствам аэрозолей, взятых из [38–41]. В этих статьях содержится набор комплексных коэффициентов рефракции и данные для расчетов оптических свойств основных компонентов атмосферных аэрозолей. Программное обеспечение

для управления и моделирования аэрозольных смесей приведено в [39–41].

4. Составные части подбазы GEISA_AEORS

1) База данных по коэффициентам рефракции десяти разновидностей основных аэрозольных компонентов. Эта база была обновлена Масси в 2000 г. Она включает расширенный набор (по сравнению с [38]) комплексных коэффициентов рефракции, полученных из натуральных и лабораторных измерений по спектральному пропусканию и отражению (свыше 40 ссылок) различных аэрозольных компонентов.

2) База данных по микрофизическим и оптическим свойствам атмосферных аэрозолей. В первой части этой базы содержатся комплексные коэффициенты рефракции семи основных аэрозольных компонентов [42], а именно: пыль, водный раствор, сажа, частицы океанической соли, капли с серной кислотой, вулканический пепел и вода [39]. Эти компоненты были использованы для вычисления интегральных оптических свойств аэрозолей, таких как коэффициент ослабления, альbedo однократного рассеяния, фактор симметрии.

Вторая часть содержит пакет программ, называемый AERCOMP (в FORTRAN-коде), который позволяет вычислять оптические свойства моделируемой пользователем аэрозольной смеси (включая фазовую функцию однократного рассеяния – индикатрису).

3) База данных OPAC (оптические свойства аэрозолей и облаков) с сопутствующим программным обеспечением [40]. Первая часть базы состоит из набора данных по микрофизическим и оптическим свойствам следующих компонентов:

- 10 основных аэрозольных компонентов: не растворимые в воде частицы, сажа, водный раствор, два вида морской соли, три вида минералов (смесь кварца и минералов глины), минеральный нанос, капельки сульфата;

- шесть видов облаков: слоистые облака (континентальные и морские), кучевые облака (континентальные чистые и загрязненные морские), туман, три вида перистых ледяных облаков (как в солнечном диапазоне, так и в диапазоне собственного излучения Земли).

Вторая часть содержит программу, составленную на языке FORTRAN, позволяющую извлекать данные из базы и обчислять любую составленную пользователем смесь. Тут же приведен набор данных для типичных смесей.

4) Глобальный аэрозольный набор данных GADS [41]. Кроме аэрозольного архива OPAC, GADS содержит также данные по глобальному распределению атмосферного аэрозоля в виде климатологически усредненных значений как по зимнему (декабрь–февраль), так и по летнему (июнь–август)

сезонам на глобальной сетке с разрешением 5° по широте и по долготе. FORTRAN-программа, управляющая GADS, позволяет вычислять глобальные распределения, оптические и микрофизические свойства аэрозолей, составленные пользователем.

Описанная выше спектроскопическая база данных GEISA/IASI, включающая файлы данных и управляющие программы, доступна по адресу: <ftp://ara01.lmd.polytechnique.fr/pub/geisa/iasi2001>

1. A. Chédin, N. Husson and N.A. Scott, Une banque de données pour l'étude des phénomènes de transfert radiatif dans les atmosphères planétaires: la banque GEISA, Bulletin d'Information du Centre de Données Stellaires (France) **22**, 121–121 (1982).
2. N. Husson, B. Bonnet, N.A. Scott and A. Chédin, Management and study of spectroscopic information: the GEISA program, JQSRT **48**, 509–518 (1992).
3. N. Husson, B. Bonnet, A. Chédin, N.A. Scott, A.A. Chursin, V.F. Golovko and V.I. Tyuterev, The GEISA data bank in 1993. A PC/AT compatible computers' new version, JQSRT **52**, 425–438 (1994).
4. N. Jacquinet-Husson, N.A. Scott, A. Chédin, B. Bonnet, A. Barbe, V.I. Tyuterev, J.P. Champion, M. Winnewisser, L.R. Brown, R. Gamache, V.F. Golovko and A.A. Chursin, The GEISA system in 1996: Toward an operational tool for the second generation vertical sounders radiance simulation, JQSRT **59**, 511–527 (1998).
5. N. Jacquinet-Husson, E. Arié, J. Ballard, A. Barbe, L.R. Brown, B. Bonnet, C. Camy-Peyret, J.P. Champion, A. Chédin, A.A. Chursin, C. Clerbaux, G. Duxbury, J.-M. Flaud, N. Fourrié, A. Fayt, G. Graner, R. Gamache, A. Goldman, V.I. Golovko, G. Guelachvilli, J.-M. Hartmann, J.-C. Hilico, G. Lefèvre, O.V. Naumenko, V. Nemtchinov, D.A. Newham, A. Nikitin, J. Orphal, A. Perrin, D.C. Reuter, L. Rosenmann, L.S. Rothman, N.A. Scott, J. Selby, L.N. Sinitisa, J.M. Sirota, A.M. Smith, K.M. Smith, V.I. Tyuterev, R.H. Tipping, S. Urban, P. Varanasi and M. Weber, The 1997 spectroscopic GEISA databank, JQSRT **62**, 205–254 (1999).
6. R.A. Toth, Water Vapor Measurements between 590 and 2582 cm⁻¹: line positions and Strengths, JMS **190**, 379–396 (1998).
7. R.A. Toth, Analysis of line positions and strengths of H₂O¹⁶ ground and hot bands connecting to interacting upper states: (020), (100), and (001), JMS **194**, 28–42 (1999a).
8. R.A. Toth, HDO and D₂O low pressure, long path spectra in the 600–3100 cm⁻¹ region, I) HDO Line positions and Strengths, JMS **195**, 73–97 (1999b).
9. R.A. Toth, HDO and D₂O low pressure, long path spectra in the 600–3100 cm⁻¹ region, II) D₂O line positions and strengths, JMS **195**, 98–122 (1999c).
10. R.A. Toth, Air- and N₂- Broadening Parameters of HDO and D₂O, 709 to 1936 cm⁻¹, JMS **198**, 358–370 (1999d).
11. R.A. Toth, Air- and N₂- Broadening Parameters of water vapor: 604 to 2271 cm⁻¹, JMS **201**, 218–243 (2000).
12. R.A. Toth, L.R. Brown and C. Plymate, Self-broadened widths and frequency shifts of water vapor lines between 590 and 2400 cm⁻¹, JQSRT **59**, 529–562 (1998).
13. S.A. Tashkun, V.I. Perevalov, J.-L. Teffo, L.S. Rothman and V.I. Tyuterev, Global fitting of ¹²C¹⁶O₂ vibrational-rotational line positions using the effective Hamiltonian approach, JQSRT **60**, 785–801 (1998).
14. S.A. Tashkun, V.I. Perevalov, J.-L. Teffo, V.I. Tyuterev, using the effective operator approach, JQSRT **62**, 571–598 (1999).
15. S.A. Tashkun, V.I. Perevalov, J.-L. Teffo, M. Lecoutre, T.R. Huet, A. Campargue, D. Bailly and M.P. Esplin, ¹³C¹⁶O₂: Global treatment of vibrational-rotational spectra and first observation of the 2ν₁+5ν₃ and ν₁+2ν₂+5ν₃ absorption bands, JMS **200**, 162–176 (2000).
16. J.-L. Teffo, C. Claveau, Q. Kou, G. Guelachvilli, A. Ubelman, V.I. Perevalov and S.A. Tashkun, Line intensities of ¹²C¹⁶O₂ in the 1.2–1.4 μm spectral region, JMS **201**, 249–255 (2000).
17. A. Chédin, N. Husson, N.A. Scott, I. Cohen-Halal and Berroir, The GEISA data bank 1984 version. Internal Note LMD, n° 127, February 1985, reviewed october 1986.
18. N. Jacquinet-Husson, N.A. Scott, A. Chédin and A.A. Chursin, The GEISA-97 spectroscopic database system : its present and future. In IRS 2000: Current Problems in Atmospheric Radiation, W.L. Smith and Y. Timofeyev Eds. A. Deepak Publ., Hampton **147**, 663–667 (2000).
19. G. Wagner, M. Birk, F. Schreier and J.-M. Flaud, Spectroscopic data of the three Ozone fundamentals, In preparation (2002).
20. M.R. De Backer-Billy and A. Barbe, Absolute intensities of the 10 μm bands of ¹⁶O₃, JMS **205**, 43–53 (2001).
21. V.M. Devi, D.C. Benner, M.A.H. Smith, Measurements of air-broadened, N₂-broadened, N₂-broadened and O₂-broadened half-widths and pressure-induced line shifts in the ν₃ of CH₄ –C-134, Appl. Opt. **30**, 287–304 (1991).
22. L. Fejard, J.-P. Champion, J.M. Jouvard, L.R. Brown and A.S. Pine, The intensities of Methane in the 3–5 μm region revisited, JMS **201**, 83–94 (2000).
23. J.C. Hilico, J.-P. Champion, S. Toumi, V.I. Tyuterev and S.A. Tashkun, New analysis of the pentad system of Methane and prediction of the (pentad-pentad) spectrum, JMS **168**, 455–476 (1994).
24. J.C. Hilico, O. Robert, M. Loete, S. Toumi, A.S. Pine and L.R. Brown, JMS (in Press) (2001).
25. J.M. Jouvard, B. Lavorel, J.-P. Champion and L.R. Brown, Preliminary analysis of the pentad of ¹³CH₄ from Raman and infrared spectra, JMS **150**, 201–217 (1991).
26. A. Nikitin, J.-P. Champion, V.I. Tyuterev, L.R. Brown, G. Mellau and M. Lock, The infrared spectrum of CH₃D between 900 and 3200 cm⁻¹; extended assignment and modelling, J. Mol. Struct. **517**, 1–24 (2000).
27. O. Ouardi, J.C. Hilico, M. Loete and L.R. Brown, The hot bands of Methane between 5 and 10 μm, JMS **180**, 311–322 (1996).
28. M.A.H. Smith, C.P. Rinsland, V.M. Devi and D.C. Benner, Temperature-dependence of broadening and shifts of methane lines in the ν₄ band, Spectroch. Acta **48 A**, 1257–1272 (1992).
29. A. Goldman, C.P. Rinsland, A. Perrin and J.-M. Flaud, HNO₃ line parameters: 1996 HITRAN update and new results, JQSRT **60**, 851–861 (1998).
30. J.-Y. Mandin, V. Dana and C. Claveau, Line intensities in the ν₅ band of acetylene ¹²C₂H₂, JQSRT **67**, 429–446 (2000).
31. Z. Li and P. Varanasi, Measurement of the absorption cross-sections of CFC-11 at conditions representing various model atmospheres, JQSRT **52**, 137–144 (1994).
32. P. Varanasi and V. Nemtchinov, Thermal infrared absorption coefficients of CFC-12 at atmospheric conditions, JQSRT **51**, 679–687 (1994).
33. V. Nemtchinov and P. Varanasi, Thermal Infrared Absorption Cross-Sections of CF₄ for Atmospheric Applications, JQSRT, in press (2002).

34. *V. Nemtchinov and P. Varanasi*, Thermal Infrared Absorption Cross-Sections of CCl_4 Needed for Atmospheric Remote-Sensing, *JQSRT*, in press (2002).
35. *S.T. Massie, A. Goldman, D.G. Murcray, J.C. Gille*, Approximate Absorption Cross-Sections of F_2 , F_1 , ClONO_2 , N_2O_5 , HNO_3 , CCl_4 , CF_4 , F_2 , F_113 , F_114 , and HNO_3 , *Appl. Opt.* **24**, 3426–3427 (1985).
36. *P. Varanasi, Z. Li, V. Nemtchinov, A. Cherukuri*, Spectral Absorption Coefficient Data on HCHO -22 and SF_6 for Remote-Sensing Applications, *JQSRT* **52**, 323–332 (1994).
37. *C. Clerbaux, R. Colin, P.C. Simon and C. Granier*, Infrared cross-sections and global warming potentials of 10 alternative hydrohalocarbons, *Journal of Geophysical Research* **98**, D6, 10491–10497 (1993).
38. *S.T. Massie*, Indices of refraction for the HITRAN compilation, *JQSRT* **52**, 501–513 (1994).
39. *A.A. Rublev*, Algorithm and computation of aerosol phase functions, Internal Note IAE-5715/16 of Russian Research Center Kurchatov Institute, Moscow, Russia (1994).
40. *M. Hess, P. Köpke and I. Schult*, Optical Properties of aerosols and clouds : the software package OPAC, *BAMS* **79**, 5, 831–844 (1998).
41. *P. Köpke, M. Hess, I. Schult and E.P. Shettle*, Global Aerosol Dataset. Max-Planck-Institut für Meteorologie. Report No. 243, Hamburg, Germany (1997).
42. *V.M. Zolotarev, V.M. Morozov and E.V. Smirnova*, Optical constants of natural and technology media, 216 pp. (in Russian), Leningrad, Russia (1984).

N. Jacquinet-Husson, N.A. Scott, A. Chédin, A.A. Chursin. The GEISA spectroscopic database system revised for IASI (direct radiative transfer modeling).

The performances of the second generation vertical sounders like AIRS (Atmospheric Infrared Sounder) in the USA and IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer) in Europe will be highly dependent on the accuracy to which the spectroscopic parameters of the optically active atmospheric gases are known. In this context, since 1974 the ARA (Atmospheric Radiation Analysis) group at LMD (Laboratoire de Méteorologie Dynamique, France) has developed the GEISA (Gestion et Etude des Informations Spectroscopiques Atmosphériques: Management and Study of Atmospheric Spectroscopic Information) computer accessible database system to perform reliable radiative transfer calculations. The contents of the 2001 editions of GEISA and GEISA/IASI (part of GEISA dedicated to the IASI instrument spectral range) are described. In its GEISA-01 line transition parameters sub-database, the GEISA system involves 42 molecules (96 isotopic species) and contains 1,361,667 entries between 0 and $22,656\text{ cm}^{-1}$.