

УДК 523.6

Каталог эмиссионных линий в спектре кометы C/2004 Q2 (Мейчгоулца) 15 января 2004 года

Х.М. Микаилов¹, К.И. Чурюмов², Р.А. Гулиев¹, Ш.К. Исмаилова¹

¹Шамахинская астрономическая обсерватория НАН Азербайджана

²Астрономическая обсерватория Киевского национального университета имени Т.Г.Шевченко

Ототождествлены эмиссионные линии в спектре кометы C/2004 Q2 (Machholz), полученном в области $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$ 15 января 2005 г. на 2-м телескопе Шамахинской АО НАН Азербайджана. Всего в спектре определены длины волн для 280 эмиссионных линий. Обнаружено 128 эмиссионных линий, принадлежащих молекуле углерода C₂, 70 — молекуле NH₂, 3 — ионам воды H₂O⁺ и 3 запрещенным линии атома кислорода [OI]. Количество неототождествленных линий — 76.

КАТАЛОГ ЕМІСІЙНИХ ЛІНІЙ В СПЕКТРІ КОМЕТИ C/2004 Q2 (МЕЙЧГОУЛЦА) 15 СІЧНЯ 2004 РОКУ, Мікаїлов Х.М., Чурюмов К.І., Гулієв Р.А., Ісмаїлова Ш.К. — Ототоженні емісійні лінії в спектрі комети C/2004 Q2 (MACHHOLZ), отриманому в області $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$ 15 січня 2005 р. на 2-метровому телескопі Шамахинської АО НАН Азербайджану. Всього в спектрі визначено довжини хвиль для 280 емісійних ліній. Виявлено 128 емісійних ліній, що належать молекулі вуглецю C₂, 70 — молекулі NH₂, 3 — іонам води H₂O⁺ і 3 забороненим лініям атома кисню [OI]. Кількість неототожнених ліній — 76.

CATALOGUE OF EMISSION LINES IN THE SPECTRUM OF THE COMET C/2004 Q2 (MACHHOLZ) ON 15 JANUARY, 2004, by Mikailov Kh.M., Churyumov K.I., Guliev R.A., Ismailova Sh.K. — Identified the emission lines in the spectrum of comet C/2004 Q2 (MACHHOLZ), obtained in the region $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$ on 15 January, 2005 with the 2-meter telescope of Shamakha AO of NAS of Azerbaijan. In all in a spectrum the lengths of waves are determined for 280 emission lines. Found out 128 emission lines, belonging to the molecule of carbon of C₂, 70 — to the molecule of NH₂, 3 — to the ions of water of H₂O⁺ and to 3 forbidden lines of atoms of oxygen [OI]. Amount of the unidentified lines are 76.

Ключевые слова: эмиссионные спектры; комета; C/2004 Q2.

Key words: emission spectrum; comet; C/2004 Q2.

1. ВВЕДЕНИЕ

Комета C/2004 Q2 была открыта 27 августа 2004 года Мейчхоулцем [1]. В момент открытия она находилась на гелио- и геоцентрических расстояниях 2.47 а.е и 2.16 а.е, а блеск был около 11^m. Комета прошла перигелий своей орбиты 24.9127 января 2005 г. и в этот момент ее гелиоцентрическое расстояние было 1.2 а.е. Ниже приводим элементы орбиты комет, взятые из каталога [2]: $q = 1.205045$ а.е.; $e = 0.999466$; $\omega = 19.5043$; $\Omega = 93.6241$; $I = 38.5893$. Согласно элементам орбиты, период обращения кометы составляет более 100 000 лет, а это означает, что она пришла из отдаленного района Солнечной системы (ее афелийное расстояние составляет около 4500 а.е.). Можно предположить, что такие кометы содержат ценную информацию о физических условиях на периферии нашей планетной системы.

В окрестности перигелия комета была видна невооруженным глазом, и ее блеск составлял 3.5^m [3]. Она наблюдалась до конца 2006 г. и в работе [2] приведена ее кривая блеска. М.Рейнерс и др. [4] проводили фотометрические наблюдения кометы C/2004 Q2 (MACHHOLZ) в фильтрах UBV в период когда она была вблизи Земли и нашли что период ее вращения составляет $P = 9.1^d$. Кобаяси и Кавакита [5] обработав высоко дисперсионные ($\lambda/\Delta\lambda = 2500$) спектры в инфракрасной области кометы, нашли линии, принадлежащие молекулам H₂O, HCN, C₂H₂, NH₃, C₂H₄, C₂H₆, CH₃OH и H₂CO. Спектральных наблюдений кометы в видимой области получено относительно немного. Например, Шубина с соавторами [3] исследуя спектры кометы с низким разрешением ($R = 1000$), нашла в них молекулярные линии C₂, C₃, CN, NH₂, CH, H₂O⁺, CH⁺.

В настоящей работе проведено отождествление эмиссионных линий спектра кометы C/2004Q2, полученного на 2-м телескопе ШАО с относительно высоким спектральным разрешением.

2. НАБЛЮДЕНИЕ И ОБРАБОТКА

Наблюдение кометы проводилось 15 января 2005 г. на 2-метровом телескопе в фокусе Кассегрен с помощью эшелле-спектрографа [6]. Спектральное разрешение составляет $\lambda/\Delta\lambda = 14\,000$, т.е. дисперсия в области H α — 9.8 Å/мм, а охваченная спектральная область $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$. Для избежания потери

в спектральном разрешении ширина щели спектрографа выбрана $2.5''$. Для того чтобы спектральные порядки не перекрывали друг друга ее высота выбрана $10''$. В качестве светоприемника использована ПЗС-матрица азотного охлаждения с размерами 530×580 пикселей (1 пиксел = 24×18 микрон). Из-за того что размеры матрицы небольшие, светоприемник за один кадр мог фиксировать 28 эшелльных порядков в красной области. Поэтому во время наблюдения была выбрана наиболее выгодная область $H\alpha - H\beta$. С целью очищения спектров от космических следов последовательно были получены два спектра. Полученные спектры были обработаны с помощью пакета программы DECH20t [7]. Для редукции спектра т.е., для перехода от шкалы пикселей в шкалу длин волн использован спектр дневного неба, полученный в тот же день. Для устранения инструментального сдвига использованы эмиссионные линии ночного фона. В день наблюдения комета имела следующие параметры [8]:

$$\alpha = 3^h 19^m.75; \quad \delta = 37^\circ 50' 0; \quad r = 1.215; \quad \Delta = 0.370; \quad m_1 = 4^m.2.$$

На рис. 1 приводится общая картина эшелле-спектрограммы из 28 порядков. Верхняя часть относительно точек пересечения является чистым спектром, свободным от соседних порядков. Для улучшения видимости общего спектра часть порядков, находящихся ниже точек пересечения отброшена. 28 порядков объединены и получен общий спектр в области $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$ (рис. 2).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

Для отождествления эмиссионных линий кометы использованы результаты работ J.L.Greenstein & C.Arpnigny [9], M.E.Brown [10], A.L.Cochran & W.D.Cochran [11] и N.D.Morrison и др. [12]. Как видно из рис. 2, наблюдается множество эмиссионных линий в спектре. Особенно более интенсивными являются запрещенный дублет нейтрального кислорода [OI] $\lambda 6300 \text{ \AA} - \lambda 6363 \text{ \AA}$, линии молекулы $\text{NH}_2 - \lambda 5977 \text{ \AA}$ и $\lambda 5995 \text{ \AA}$, молекулы $\text{C}_2 - \lambda 5165 \text{ \AA}$. Их эквивалентные ширины составляют 2.51 \AA , 0.91 \AA , 1.71 \AA , 1.05 \AA , 1.21 \AA соответственно.

Всего в спектре обнаружено 128 эмиссионных линий, принадлежащих молекуле углерода C_2 , 70 — молекуле NH_2 , 3 — ионам воды H_2O^+ и 3 запрещенным линии атома кислорода [OI]. Количество неотожествленных линий — 76.

В целом исследование спектра кометы C/2004 Q2 — ядро которой по современным представлениям состоит из первичного вещества, входящего в состав объектов из близких областей облака Оорта, представляет большой интерес для изучения химического состава этой области Солнечной системы. В табл. 1 приводятся список отождествленных эмиссионных линий кометы в спектральной области $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$: λ_{obs} , λ_{cat} — наблюдаемые и лабораторные длины волн соответственно, Int — относительная интенсивность, M — молекула.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Составлен каталог эмиссионных линий, обнаруженных в спектре кометы C/2004 Q2 (MACHHOLZ), полученном в области $\lambda\lambda 4760 \div 6580 \text{ \AA}$ 15 января 2005 г. на 2-м телескопе Шамахинской АО НАН Азербайджана. Всего в каталог вошли данные о 280 эмиссионных линиях (λ_{obs} , λ_{cat} — наблюдаемые и лабораторные длины волн соответственно, Int — относительная интенсивность, M — молекула). Среди них идентифицировано 128 эмиссионных линий, принадлежащих молекуле углерода C_2 , 70 — молекуле NH_2 , 3 — ионам воды H_2O^+ и 3 запрещенным линии атома кислорода [OI]. Количество неотожествленных линий — 76.

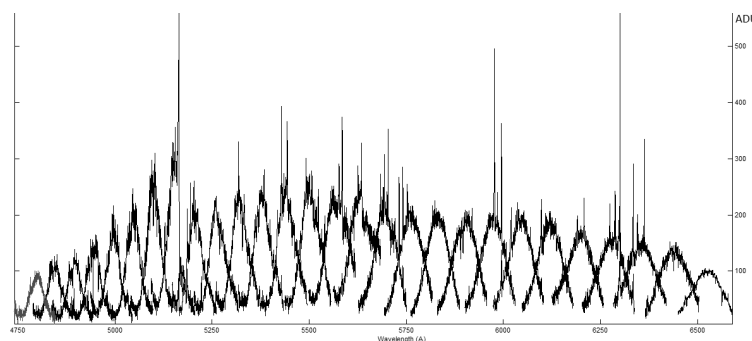


Рис. 1. Эшелле-спектрограмма кометы C/2004 Q2 для 28 порядков. Тонкие линии, выходящие за рамки порядков составляют эмиссионный спектр. Верхняя часть относительно точек пересечения является чистым спектром, свободным от соседних порядков.

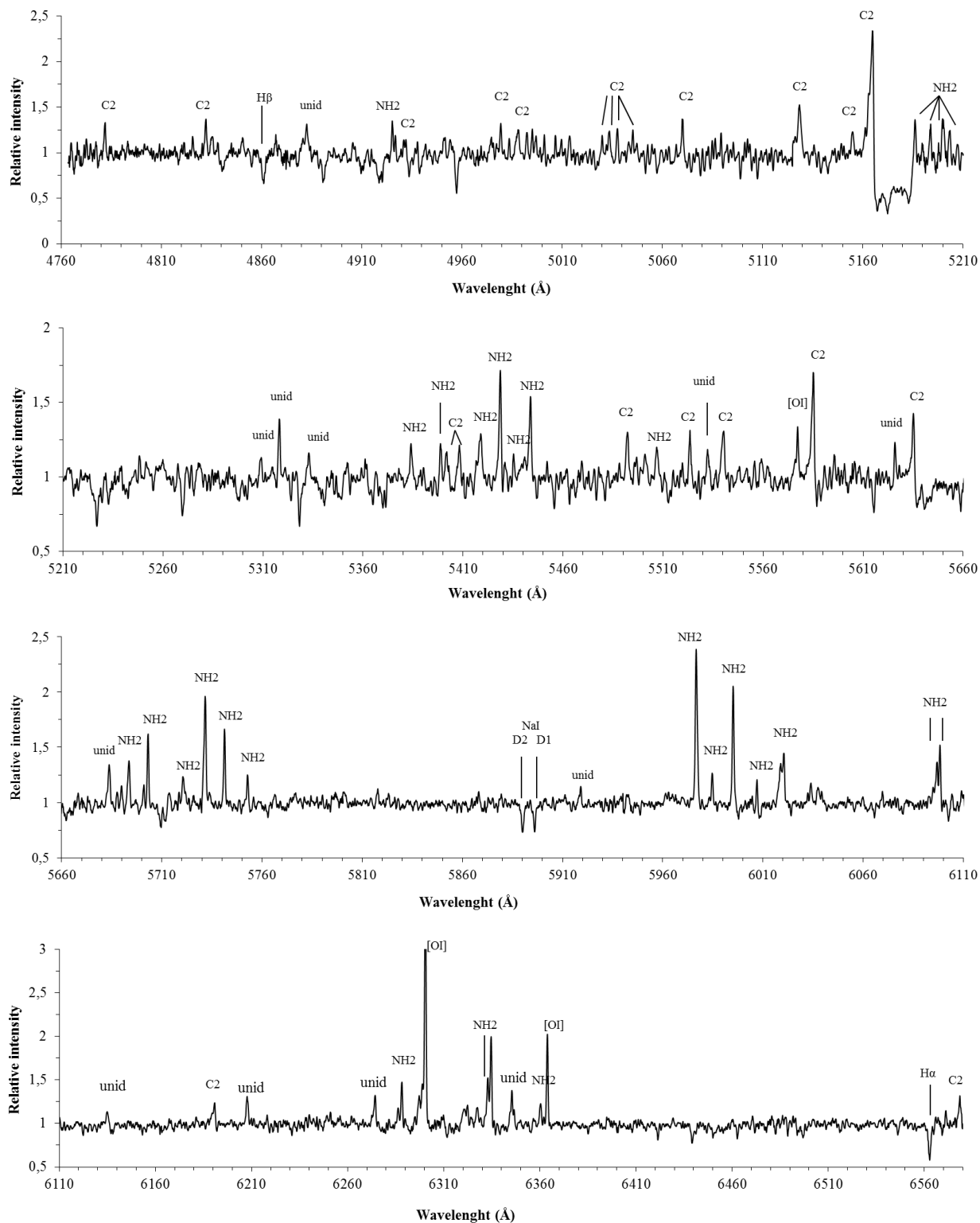


Рис. 2. Объединенный спектр кометы C/2004 Q2 28 эшелле-порядков

Таблица 1. Каталог отождествленных и неотождествленных эмиссионных линий спектра кометы C/2004 Q2 (Мейчхоульца)

$\lambda_{\text{obs}}(\text{\AA})$	Int.	$\lambda_{\text{cat}}(\text{\AA})$	M
6578,53	1,32	6578,83	C ₂
6575,97	1,06	6575,92	H ₂ O ⁺
6571,16	1,14		Unid
6565,88	1,07		Unid
6567,17	1,07		Unid
6480,66	1,09		Unid
6470,63	1,09	6470,69	NH ₂
6363,88	2,34	6363,79	[OI]
6362,09	1,11	6361,92	NH ₂
6360,30	1,24	6360,32	NH ₂
6360,13	1,22		Unid
6346,56	1,23	6346,4	NH ₂
6345,45	1,44		Unid
6344,40	1,21	6344,112	NH ₂
6334,68	2,34	6334,53	NH ₂
6332,88	1,61	6332,62	NH ₂
6322,33	1,24	6322,34	NH ₂
6300,42	4,23	6300,31	[OI]
6298,82	1,57		Unid
6297,87	1,28		Unid
6297,34	1,37	6297,32	NH ₂
6288,18	1,58	6288,05	NH ₂
6286,14	1,22	6286,14	NH ₂
6285,06	1,04		NH ₂
6274,26	1,41	6274,27	NH ₂
6218,08	1,10	6218,46	NH ₂
6208,44	1,24		Unid
6207,66	1,31		Unid
6190,76	1,24	6190,71	C ₂
6189,52	1,12	6189,61	C ₂
6188,54	1,06	6188,63	C ₂
6187,37	1,05	6187,44	C ₂
6182,04	1,03	6182,07	C ₂
6181,14	1,07	6181,05	C ₂
6160,81	1,17		C ₂
6158,74	1,10	6158,86	H ₂ O ⁺
6151,26	1,15	6151,66	C ₂
6134,80	1,14	6134,76	H ₂ O ⁺
6110,10	1,07	6110,52	C ₂
6121,33	1,07	6121,27	C ₂
6118,81	1,07	6118,93	C ₂
6109,16	1,15	6109,12	C ₂
6104,64	1,07		Unid
6098,34	1,57	6098,23 +6098,92	NH ₂ +C ₂
6096,87	1,48	6096,75;89	NH ₂
6096,11	1,15	6096,17	C ₂
6094,95	1,17	6094,23 +6095,33	C ₂
6091,43	1,06	6091,43	C ₂
6089,77	1,04	6089,78	C ₂
6089,37	1,06	6089,48 +6089,04	C ₂
6084,21	1,09	6084,2	C ₂

$\lambda_{\text{obs}}(\text{\AA})$	Int.	$\lambda_{\text{cat}}(\text{\AA})$	M
6069,65	1,20	6069,75	C ₂
6059,77	1,05	6059,74	C ₂
6039,28	1,10	6039,18	NH ₂
6037,55	1,30	6037,5	NH ₂
6036,88	1,14	6036,88	C ₂
6033,91	1,18	6033,63	NH ₂
6032,46	1,09	6032,34	NH ₂
6020,41	1,52	6020,36	NH ₂
6019,95	1,31	6019,95	NH ₂
6019,36	1,29	6019,31	C ₂
6018,88	1,42	6018,697	NH ₂
6018,59	1,42	6018,665	NH ₂
6018,03	1,28	6018,27	C ₂
6017,43	1,11	8017,4	NH ₂
6006,99	1,10	6006,97	NH ₂
6005,99	1,13		Unid
6004,98	1,14	6004,78	C ₂
6001,66	1,14	6001,80 +6001,51	C ₂
6000,87	1,05	6000,96	C ₂
5995,14	2,21	5994,95 +5995,02	NH ₂
5984,65	1,80	5984,65	NH ₂
5983,36	1,05	5983,67 +5983,25	C ₂
5977,22	1,80	5977,17	NH ₂
5976,68	2,58	5976,84 +5976,4 +5927,24	NH ₂
5965,23	1,05	5965,19	NH ₂
5964,82	1,08		Unid
5962,86	1,10	5962,61	NH ₂
5961,46	1,08	5961,4	NH ₂
5961,13	1,06	5961,06	C ₂
5942,83	1,07	5944,93	C ₂
5941,97	1,07		Unid
5941,66	1,05	5941,63	NH ₂
5940,54	1,08	5840,42	C ₂
5919,08	1,22	5919,09	C ₂
5918,37	1,07	5917,75 -5918,49	C ₂
5911,20	1,07		Unid
5879,43	1,08		Unid
5868,18	1,09	5868,82	NH ₂
5867,36	1,12	5867,25	C ₂
5823,14	1,08		Unid
5817,80	1,13		Unid
5801,86	1,07		Unid
5801,38	1,09		Unid
5800,92	1,10		Unid
5800,56	1,09	5800,18	NH ₂
5798,68	1,13		Unid
5790,08	1,10		Unid
5752,82	1,29	5752,75	NH ₂
5741,32	1,77	5741,23	NH ₂
5731,70	2,15	5731,61	NH ₂
5730,73	1,20		NH ₂

$\lambda_{\text{obs}}(\text{\AA})$	Int.	$\lambda_{\text{cat}}(\text{\AA})$	M
5721,75	1,10		Unid
5720,64	1,23	5720,86	NH ₂
5718,61	1,09	5718,46	NH ₂
5713,71	1,10	5713,76	NH ₂
5713,29	1,09	5713,56 +5713,12	NH ₂
5703,15	1,78	5703,045 +5703,874	NH ₂
5701,00	1,17	5700,99	NH ₂
5693,63	1,46	5693,59	NH ₂
5692,94	1,25	5692,94	NH ₂
5689,90	1,15		Unid
5687,71	1,09	5687,76	NH ₂
5683,75	1,34		Unid
5682,40	1,09	5634,48 -5682,35	NH ₂
5660,00	1,11		Unid
5635,10	1,43	5635,5	C ₂
5628,08	1,06	5628	C ₂
5625,92	1,22	5625,56 -5626,35	C ₂
5612,54	1,07	5612,34	C ₂
5605,97	1,09	5605,9	C ₂
5605,69	1,10	5605,61	C ₂
5595,72	1,22	5595,7	C ₂
5593,52	1,12	5593,62	C ₂
5593,11	1,10	5593,04	C ₂
5585,28	1,84	5585,49	C ₂
5584,71	1,53	5584,6	C ₂
5577,29	1,34	5577,35	[OI]
5576,09	1,12	5576,13	C ₂
5562,52	1,12	5562,79 +5562,24	C ₂
5562,06	1,07		Unid
5559,18	1,12	5559,11	C ₂
5558,51	1,10		Unid
5555,75	1,10	5555,62;76	C ₂
5548,18	1,07	5548,21	C ₂
5540,40	1,34	5540,42	C ₂
5539,87	1,34	5539,87	C ₂
5539,29	1,19	5539,19	C ₂
5529,89	1,13	5529,68	C ₂
5523,40	1,31	5523,88	C ₂
5519,66	1,10	5519,49 +5519,89	C ₂
5518,71	1,05	5518,61	C ₂
5506,89	1,20	5506,82	NH ₂
5501,91	1,09	5501,93	C ₂
5500,93	1,15	5500,97	C ₂
5496,76	1,13	5496,78	C ₂
5495,69	1,10	5495,69	C ₂
5492,10	1,30	5492,18	C ₂
5488,14	1,09	5488,29	C ₂
5482,65	1,04	5482,56	C ₂
5467,36	1,14	5467,4	C ₂
5452,00	1,11	5452,02	C ₂
5443,73	1,61	5443,78	NH ₂

$\lambda_{\text{obs}}(\text{\AA})$	Int.	$\lambda_{\text{cat}}(\text{\AA})$	M
5442,90	1,29	5442,82	C ₂
5442,30	1,12	5442,31	C ₂
5435,14	1,19	5435,16	NH ₂
5428,62	1,82	5428,89 +5428,47	NH ₂
5419,43	1,21	5419,52	NH ₂
5418,93	1,33	5418,64	C ₂
5418,18	1,28		Unid
5408,15	1,22	5408,38	C ₂
5407,88	1,08	5407,68	C ₂
5401,89	1,17	5401,66	C ₂
5401,50	1,16	5401,66	C ₂
5399,03	1,20	5399,18	C ₂
5398,65	1,23	5398,65	NH ₂
5383,96	1,23	5383,56	NH ₂
5361,87	1,09		Unid
5361,05	1,12	5361,13	C3
5332,93	1,16		Unid
5332,25	1,08		Unid
5318,10	1,39	5318,15	Unid
5314,63	1,07		Unid
5308,88	1,13		Unid
5293,08	1,07		Unid
5207,38	1,11	5207,43	NH ₂
5203,45	1,28	5203,39	NH ₂
5199,68	1,13	5199,8	NH ₂
5199,42	1,12		Unid
5194,09	1,57	5194,12	NH ₂
5186,30	1,86	5186,34 +5186,06	NH ₂
5165,02	2,49	5165,24	C ₂
5163,08	1,71	5163,44	C ₂
5161,37	1,33	5161,38	C ₂
5155,81	1,08		Unid
5155,19	1,23	5155,52	C ₂
5154,75	1,23	5154,34	C ₂
5128,75	1,54	5128,61	C ₂
5128,29	1,57	5128,31	C ₂
5127,23	1,11	5127,71 +5127,21	C ₂
5126,86	1,14	5126,63	C ₂
5126,48	1,15	5126,63	C ₂
5125,84	1,19	5125,98	C ₂
5103,72	1,10	5103,73	C ₂
5102,56	1,15	5102,45	C ₂
5101,19	1,12	5101,49	C ₂
5095,46	1,12	5095,19	C ₂
5092,82	1,17	5092,88	C ₂
5092,45	1,15		Unid
5089,11	1,27	5089,17	C ₂
5088,29	1,09		Unid
5086,39	1,15	5086,23	C ₂
5085,18	1,09		Unid
5084,94	1,13	5084,67	C ₂
5084,71	1,25	5084,67	C ₂
5084,43	1,20		Unid
5078,59	1,09		Unid

$\lambda_{\text{obs}}(\text{\AA})$	Int.	$\lambda_{\text{cat}}(\text{\AA})$	M	$\lambda_{\text{obs}}(\text{\AA})$	Int.	$\lambda_{\text{cat}}(\text{\AA})$	M
5076,97	1,10	5076,62	C ₂	4975,64	1,11		Unid
5075,44	1,06	5075,15	C ₂	4974,73	1,17		Unid
5073,43	1,19	5073,46	C ₂	4973,98	1,08		Unid
5070,13	1,42	5070	C ₂	4974,49	1,15	4974,56	NH ₂
5066,96	1,09	5066,73	C ₂	4963,07	1,15		Unid
5063,31	1,07	5063,14	C ₂	4962,56	1,11		Unid
5054,85	1,10		Unid	4954,13	1,15	4954,40	NH ₂
5052,75	1,09		Unid	4951,58	1,17	4951,50	NH ₂
5047,33	1,10	5047,29	C ₂	4950,95	1,16		Unid
5045,29	1,25	5045,26	C ₂	4941,87	1,10	4941,53	C ₂
5043,26	1,12		Unid	4937,83	1,12	4937,81	NH ₂
5037,57	1,29	5037,71	C ₂	4932,05	1,15	4932,06	C ₂
5033,50	1,29	5033,65	C ₂	4930,98	1,15	4930,80	NH ₂
5032,14	1,14	5032,03	C ₂	4926,80	1,19	4926,85	C ₂
5030,02	1,27	5030,02	C ₂	4925,30	1,35	4925,22	NH ₂
5025,72	1,11	5025,9	C ₂	4905,54	1,11	4905,72	C ₂
5023,89	1,14		Unid	4906,66	1,07	4906,70	C ₂
5021,92	1,11	5021,93	C ₂	4882,46	1,32		Unid
5021,58	1,08		Unid	4880,66	1,15		Unid
5021,14	1,07		Unid	4850,61	1,16		Unid
5013,75	1,16	5013,68	C ₂	4850,09	1,12		Unid
5009,69	1,25	5009,42	C ₂	4838,19	1,11		Unid
5009,18	1,13	5009,15	C ₂	4835,27	1,18		Unid
5007,07	1,12	5007,14	NH ₂	4832,18	1,37	4831,92	C ₂
5006,66	1,36	5006,43	NH ₂	4830,39	1,10		Unid
5001,06	1,24	5000,95	C ₂	4825,66	1,18		Unid
4996,99	1,18	4996,86	C ₂	4816,79	1,07		Unid
4995,22	1,26		Unid	4809,08	1,10	4809,48	C ₂
4992,38	1,23	4992,31	C ₂	4801,54	1,10		Unid
4988,31	1,25	4988,13	C ₂	4793,18	1,29	4792,74	C ₂
4988,04	1,25		Unid	4785,01	1,07	4786,87	C ₂
4987,62	1,21		Unid	4784,12	1,07		Unid
4987,25	1,18	4987,27	C ₂	4781,94	1,34	4781,22	C ₂
4986,88	1,12		Unid	4777,67	1,09		Unid
4983,51	1,16	4983,48	C ₂	4777,33	1,13		Unid
4979,40	1,32	4979,21	C ₂	4774,67	1,10		Unid
4977,26	1,10		Unid	4772,50	1,14		Unid

1. Machholz D.E., Garradd G., McNaught R.H. Comet 2004 Q2 // IAU Circ. — 2004. — **8394**. — P.1
2. <http://www.aerith.net/comet/catalog/2004Q2/2004Q2.html>
3. Shubina O., Korsun P., Ivashchenko Yu. Low-resolution spectrum of comet C/2004 Q2 (Machholz) // Advances in Astronomy and Space Physics. — 2005. — **2**. — P.173–176.
4. Reyniers M., Degroote P., Bodewits D., et al. The rotation and coma profiles of comet C/2004 Q2 (Machholz). — <http://arxiv.org/abs/0812.2398v1>
5. Kobayashi H., Kawakita H. Formation Conditions of Icy Materials in Comet C/2004 Q2 (Machholz). I. Mixing Ratios of Organic Volatiles // Ap. J. — 2009. — **703**, Is.1. — P.121–130.
6. Микаилов Х.М., Халилов В.М., Алекберов И.А. Эшелле-спектрометр фокуса кассегрена 2-х метрового телескопа ШАО НАН Азербайджана // Шар Сиркуляры. — 1999. — №109. — С.21.
7. Галазутдинов Г.А. Система обработки звездных Эшелле-спектров. 1. Обработка изображений. 2. Обработка спектров // Препринт САО РАН. — 1992. — №92. — С.3–51.
8. Jonlet N. La comète C/2004 Q2 (Machholz) // Le Ciel, décembre. — 2004. — **66**. — P.312–315.
9. Greenstein J.L., Arpigny C. The Visual Region of the Spectrum of Comet Mrkos(1957d) at High Resolution // Ap. J. — 1962. — **135**. — P.892.
10. Brown M.E., Bouchez A.H., Spinrad H., Johns-Krull C.M. A high-resolution catalogue of cometary emission lines // Astron. J. — 1992. — **112**. — P.1197–1202.
11. Cochran A.L., Cochran W.D. A High Spectral Resolution Atlas of Comet 122P/de Vico // Icarus. — 2002. — **157**, Is. 2. — P.297–308.
12. Morrison N.D., Knauth D.C., Mulliss C.L., et al. High-Resolution Optical Spectra of the Head of the Comet C/1996 B2 (Hyakutake) // PASP. — 1997. — **109**. — P.676M.

Поступила в редакцию 8.10.2013