

V.D. Vdovichenko\*, G.A. Kirienko, P.G. Lysenko

DTOO "V.G. Fessenkov Astrophysical Institute", Almaty, Kazakhstan

\* – [ydv1942@mail.ru](mailto:ydv1942@mail.ru)

**MUTUAL CORRELATIONS OF THE PARAMETERS  
OF THE METHANE AND AMMONIA ABSORPTION SPATIAL-TEMPORAL  
VARIATIONS OVER JOVIAN DISK AND THEIR CONNECTIONS  
WITH THE SOLAR ACTIVITY INDEX**

**Abstract.** As a result of the processing Jovian spectrograms (taken from 2004-2016 observations) using "The absorption colored map of the disk of Jupiter" program, mutual correlations of the basic parameters of the methane ( $\text{CH}_4$ ) and ammonia ( $\text{NH}_3$ ) absorption bands during their spatial-temporal variations, were obtained. These parameters are: the central depths ( $R$ ), equivalent widths ( $W$ ) and residual intensities ( $B_{\text{ost}}$ ). The dependences of  $R$ - $W$ ,  $W$ - $W$ ,  $B_{\text{ost}}$ - $B_{\text{ost}}$  are considered. They are presented as the graphs. There is given some analysis. An attempt to detect an influence of changes in solar activity, which took place in 2004-2016 (the period of observations), on the correlations obtained, was undertaken. A certain similarity between the variations of the  $\text{CH}_4$  790 nm absolute equivalent widths ( $W$ ) and variations in solar activity was observed. A more detailed examination of variations of the equivalent widths ( $W$ ), normalized to the  $W$ s obtained in 2013, showed that in the  $\text{CH}_4$  619 nm and  $\text{NH}_3$  645 nm bands also there were some good qualitative similarities with variations in solar activity. Investigations are continuing.

**Key words:** Jupiter, methane, ammonia, absorption bands.

В.Д. Вдовиченко\*, Г.А. Кириенко, П.Г. Лысенко

ДТОО «Астрофизический институт имени В.Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан

**КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ  
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ВАРИАЦИЙ АММИАЧНОГО  
И МЕТАНОВОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ПО ДИСКУ ЮПИТЕРА  
И ИХ СВЯЗЬ С ИНДЕКСОМ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**

**Аннотация.** В результате обработки спектрограмм Юпитера (наблюдения 2004-2016 годов) с помощью программы «Цветная карта поглощения по диску Юпитера» в графическом виде получены корреляционные взаимосвязи основных параметров исследуемых полос поглощения метана ( $\text{CH}_4$ ) и аммиака ( $\text{NH}_3$ ), а именно - центральных глубин ( $R$ ), эквивалентных ширин ( $W$ ) и остаточных интенсивностей ( $B_{\text{ост}}$ ), в процессе их пространственно-временных вариаций. Рассматриваются зависимости  $R$ - $W$ ,  $W$ - $W$ ,  $B_{\text{ост}}$ - $B_{\text{ост}}$ . Делается попытка обнаружения влияния изменений солнечной активности, имевших место в период 2004-2016 годов (время получения наблюдательного материала), на полученные корреляционные связи. Отмечается некоторое подобие между вариациями абсолютных значений эквивалентной ширины  $W$  в полосе  $\text{CH}_4$  790 нм и вариациями солнечной активности. При более детальном рассмотрении вариаций эквивалентных ширин ( $W$ ), нормированных на значения  $W$ , полученные в 2013 году, намечается также их неплохое качественное сходство с вариациями солнечной активности и в полосе метана  $\text{CH}_4$  619 нм, и в полосе аммиака  $\text{NH}_3$  645 нм. Исследования продолжаются.

**Ключевые слова:** Юпитер, метан, аммиак, полосы поглощения.

**Введение**

В предыдущих статьях [1-5] на основе наблюдений 2004-2016 годов мы описали вариации поглощения аммиака и метана вдоль экватора и центрального меридиана Юпитера, провели сравнительный анализ для 8

абсорбционных полос и исследовали явно выраженную асимметрию в ходе аммиачного поглощения в северном и южном полушариях Юпитера. Представляется интересным проследить, существует ли корреляционная связь между отдельными параметрами пространственно-временных вариаций аммиачного и метанового поглощения по диску Юпитера и если да, то связана ли она каким-либо образом с индексом солнечной активности.

**Результаты исследования**

Программа «Цветная карта поглощения по диску Юпитера» [1-2] в конце обработки спектрограмм Юпитера выводит в графическом виде корреляционные связи различных исследуемых параметров полос поглощения (рис. 1-3). В качестве основных параметров были выбраны центральные глубины (R), эквивалентные ширины (W) и остаточные интенсивности (Bost). Рассматривалось наличие корреляционной связи между R (абсцисса) и W (ордината) для каждой отдельной полосы поглощения; между R (абсцисса) и W (ордината) для всех исследуемых полос (рис. 3), между  $W_i$  и  $W_j$  и между  $Bost_i$  и  $Bost_j$  ( $i, j$  – индексы полос поглощения различной интенсивности) - для всех полос (рис. 2 и 3, соответственно). Для различия северного и южного полушарий (или запад-восток) используются точки разного цвета.

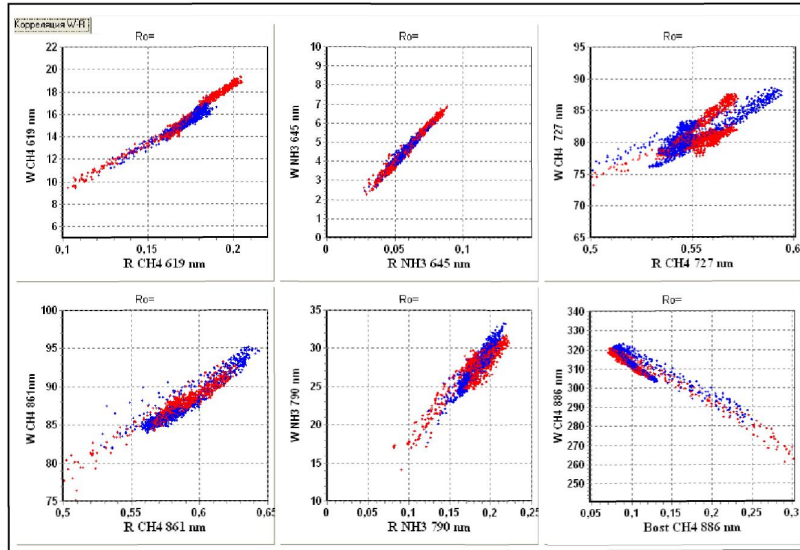


Рисунок 1 – Пример корреляционных связей R-W исследуемых полос поглощения

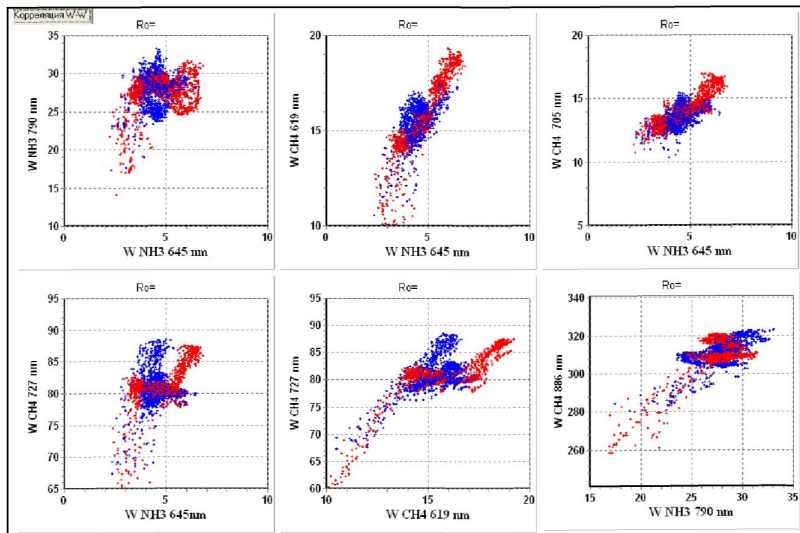


Рисунок 2 – Пример корреляционных связей W-W исследуемых полос поглощения

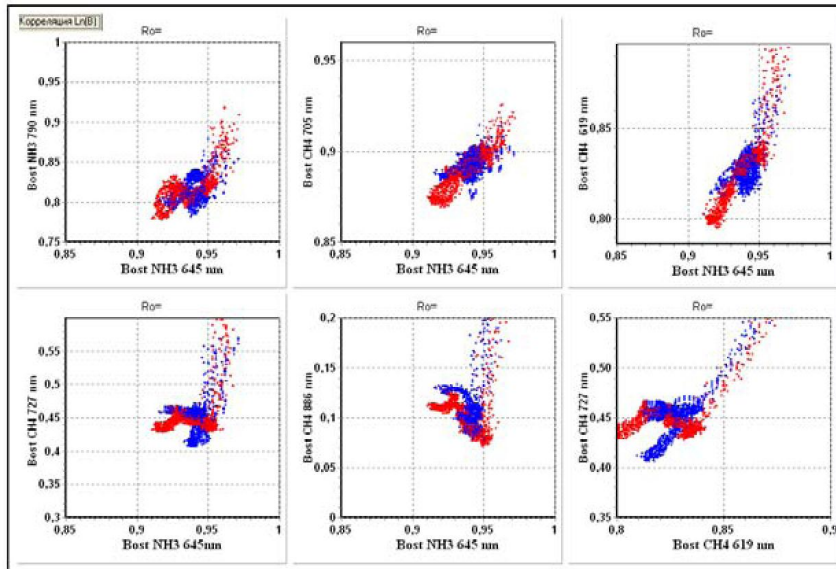


Рисунок 3 – Пример корреляционных связей остаточных интенсивностей исследуемых полос поглощения

Как следует из рисунков, некоторые корреляционные связи между основными параметрами полос поглощения (например, R–W), можно описать несложными уравнениями, остальные же зависимости носят очень сложный характер и нуждаются в дополнительном анализе. Подобная картина свойственна всему периоду наблюдений 2004-2016 годов.

Указанный временной период (2004-2016 гг.) рассматривается как цикл затянувшегося минимума и следующего за ним пониженного максимума солнечной активности. Чтобы проследить возможное влияние изменения солнечной активности на состояние атмосферы Юпитера, необходимо выбрать какие-то характеристики (в данном случае - индексы), описывающие рассматриваемый физический процесс, в нашем случае - процесс изменения солнечной активности.

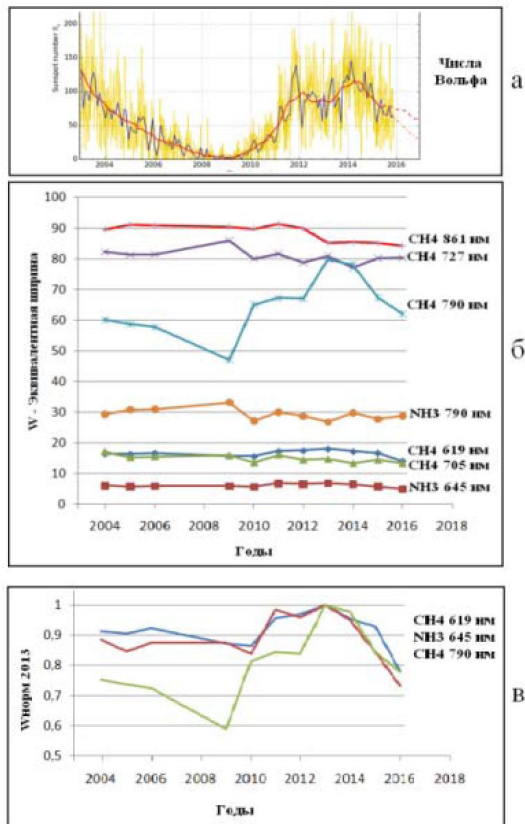


Рисунок 4 – Сопоставление вариаций индекса солнечной активности (а) с вариациями эквивалентных ширин полос поглощения метана и аммиака на Юпитере (б, в) за период 2004-2016 годов

Для Солнца такими общепризнанными индексами являются числа Вольфа, характеризующие общее количество и площадь солнечных пятен на диске Солнца в данный момент. Для планет, исследуемых дистанционными методами наблюдения, могут быть использованы такие индексы, как интегральное альbedo и параметры, характеризующие изменение морфологической структуры облачного покрова. Например, для Юпитера - это ширина и чередование светлых поясов и зон. Также можно использовать интенсивность полос поглощения атмосферных газов (метана и аммиака), формирующихся в аэрозольно-газовой среде этих поясов и зон, и несущих информацию об их переменных оптико-физических характеристиках как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях. Однако фактором, значительно затрудняющим интерпретацию, или образно говоря - «путающим все карты», является не контролируемый и поэтому трудно учитываемый поток внутреннего тепла из недр планеты, который примерно в два раза превышает приток солнечной энергии.

На первом этапе мы попытались сопоставить временные изменения параметров солнечной активности с вариациями эквивалентных ширин полос поглощения метана и аммиака на Юпитере за период 2004-2016 гг., соответствующий полному обороту Юпитера вокруг Солнца (Рисунок 4).

На первый взгляд, судя по графику (б) на рисунке 4, только вариации абсолютных значений эквивалентной ширины  $W$  в полосе  $\text{CH}_4$  790 нм слегка подобны вариациям солнечной активности. Но при более детальном рассмотрении вариаций эквивалентных ширин, нормированных на значения в 2013 году, можно заметить также неплохое качественное сходство с вариациями солнечной активности и в полосе метана  $\text{CH}_4$  619 нм, и в полосе аммиака  $\text{NH}_3$  645 нм (рисунок 4в). Тем не менее, выводы делать еще рано, поскольку они требуют детального анализа полученных результатов.

Однако в заключение полагаем, что предложенное читателю исследование заслуживает внимания и, разумеется, - дальнейшего продолжения.

Работа выполнена согласно плану работ по программе № 0073/ПЦФ-15-МОН «Астрофизические исследования звездных и планетных систем».

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Вдовиченко В.Д., Г.А. Кириенко, П.Г. Лысенко. Вариации поглощения аммиака и метана вдоль экватора и центрального меридиана Юпитера в 2016 году. Сравнительный анализ для 8 полос поглощения. // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2017. - №5. - Настоящий сборник

[2] Вдовиченко В.Д., Г.А. Кириенко. Исследование асимметрии в ходе поглощения аммиака в северном и южном полушариях Юпитера в 2004-2016 годах. // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2017. - №5. - Настоящий сборник

[3] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г. Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года. I. Экваториальная область. // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2016. - №5. - С. 104-110.

[4] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г. Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года. II. Широтные вариации // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2016. - № 5 - С. 110-118.

[5] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г. Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года III. Большое Красное Пятно (БКП) // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2016. - №5. - С. 118-124.

#### REFERENCES

[1] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G. Variations in the absorption of ammonia and methane along the equator and the central meridian of Jupiter in 2016. Comparative analysis for the eight absorption bands. *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A physical and mathematical series*, **2017**, N 5. - P. \_\_\_\_ (in Russ)

[2] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A. Ammonia absorption asymmetry along the altitudes of the northern and southern hemispheres of Jupiter from the 2004-2016 observations. *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A physical and mathematical series*, **2017**, N 5, P. \_\_\_\_ (in Russ)

[3] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G. The molecular absorption studying on Jupiter in the 2016 visibility season. I. Equatorial region. *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A physical and mathematical series*, **2016**, N 5, P. 104-110. (in Russ)

[4] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G. The molecular absorption studying on Jupiter in the 2016 visibility season. II. Latitudinal variations. *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A physical and mathematical series*, **2016**, N 5, P. 110-118. (in Russ)

[5] Vdovichenko V.D. , Kirienko G.A, Lysenko P.G. The study of molecular absorption on the disk of Jupiter in season appearances in 2016 III. The Great Red Spot (OPF). *News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan. A physical and mathematical series*, 2016, N 5, P. 118-124. (in Russ)

**В.Д. Вдовиченко, Г.А. Кириенко, П.Г. Лысенко.**

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты, Алматы қ., Қазақстан

**ЮПИТЕР ДИСКІСІ БОЙЫНША АММИАКТЫ ЖӘНЕ МЕТАНДЫ ЖҰТУДЫҢ КЕҢІСТІКТІ-УАҚЫТТЫҚ ВАРИАЦИЯСЫ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ КҮН ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫ ИНДЕКСІМЕН БАЙЛАНЫСЫ**

**Аннотация.** «Юпитер дискісі бойынша жұтудың түсті картасы» бағдарламасы көмегімен Юпитер спектрограммдарын өңдеу нәтижесінде (2004-2016 жылдардың бақылаулары) графикалық түрде зерттеліп отырған метан ( $\text{CH}_4$ ) және аммиак ( $\text{NH}_3$ ) жұту жолақтары негізгі параметрлерінің, нақтырақ айтқанда – орталық ауқымдылығы ( $R$ ), эквиваленттік ені ( $W$ ) және олардың кеңістіктік-уақыттық вариациясы процесінде қалдық қарқындылықтың ( $V_{\text{ost}}$ ) корреляциялық өзара байланысы алынды.  $R$ - $W$ ,  $W$ - $W$ ,  $V_{\text{ost}}$ - $V_{\text{ost}}$  тәуелділіктер қарастырылуда. Алынған корреляциялық өзара байланыстарға 2004-2016 жылдары кезеңінде орын алған (бақылау материалдарын алу уақыты) күн белсенділігі өзгерістері әсерін табуға талпыныстар жасалды.  $\text{CH}_4$  790 нм жолағында  $W$  эквиваленттік ені абсолюттік мәнінің вариациялары және күн белсенділігі вариациялары арасындағы біраз ұқсастар белгіленеді. 2013 жылы алынған  $W$  мәнінде нормаланған эквиваленттік ені ( $W$ ) вариацияларын жете қарастыру кезінде күн белсенділігі вариациялары және  $\text{CH}_4$  619 нм метан жолағында және  $\text{NH}_3$  645 нм аммиак жолағында сондай ақ олардың жаман емес сапалы ұқсастықтары белгіленді. Зерттеу жалғасуда.

**Тірек сөздер:** Юпитер, метан, аммиак, жұту жолақтары.