**Лабораторная работа "Солнечная активность"**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Цель лабораторной работы:*** Изучение солнечной активности по фотоснимкам.  **Теория вопроса**  Солнечная активность характеризуется различными факторами. Прежде всего, это количество солнечных пятен - областей с сильным магнитным полем и более низкой температурой. Сильное магнитное поле пятна подавляет конвективные течения, приносящие энергию из недр Солнца, и поэтому газ в центре пятна остывает, температура пятна на Солнце 4000 К - 5000 К. Но полный поток энергии сохраняется, поэтому около пятна образуется яркий ореол с более высокой температурой, чем 6000 К. Солнечная активность характеризуется также **солнечными вспышками, протуберанцами, корональными дырами.**  Статистика солнечных пятен сводится к подсчету числа групп пятен g и числа всех пятен *f*, включая в группы и одиночные пятна. По результатам подсчета вычисляется число Вольфа: *W* = 10*g* + *f*.  Например, если число групп пятен *g* = 10 и число пятен *N* = 90, то число Вольфа *W* = 10*g* + *N* = 190.  Если среднее число Вольфа превышает 200 единиц, а среднее количество солнечных групп было больше десяти, то такие параметры соответствуют эпохе **максимума пятнообразовательной деятельности Солнца и максимальной солнечной активности.**  В июле 2000 года среднемесячный показатель числа Вольфа достиг аномальных величин, превысив 300 единиц. Последствием такой солнечной активности явилось даже наблюдения полярного сияния в Москве и Подмосковье в ночь с 15 на 16 июля 2000 года (широта 56o).  Полярные сияния могут возникать как следствие сильной магнитной бури, являющейся последствием солнечной активности.  [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450174169542/labrab/44.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/44.jpg?attredirects=0)  Полярное сияние под Москвой, март 2015 г.  Если угловой размер солнечного пятна составляет 17", то его линейные размеры около 12363 км, примерно равны диаметру Земли.  Это же можно оценивать и проще. Если угловой размер Солнца около 30 минут=1800 , то угловой размер пятна, которое в сто раз меньше, имеет примерно размеры в сто раз меньше размеров Солнца. А это примерно размеры нашей Земли.  [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1292947457102/labrab/sunspots.gif](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/sunspots.gif?attredirects=0)  Рис. 1. Рисунки Галилея, 1612 г.    Задания лабораторной работы  **Задание № 1. Подсчитать число Вольфа *W* по фотографиям Солнца. Сравнить с табличными данными о числе Вольфа за 2001 и 2002 год. Сделать вывод о проявлениях солнечной активности за наблюдаемый 23 цикл солнечной активности и за 24 цикл солнечной активности.**    Справочные данные - см. файл в Приложении " Числа Вольфа 2019.doc".  **Справочные данные о солнечной активности и числе Вольфа W**    **2000 г. На Солнце было очень много солнечных пятен.**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Визуальные среднемесячные индексы солнечной активности | | | | | | | | | | | | | Среднее | | Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | по дням | | W | 94.56 | 144.93 | **207.41** | 201.83 | 155.05 | 188.33 | **304.23** | 210.75 | 207.60 | 155.00 | 140.50 | 83.25 | 194.67 |   В течение месяца солнечная активность также меняется.             **Июль 2000 года:**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Дата | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | **19** | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | Среднее | | W | 199 | 227 | 172 | 152 | 249 | 279 | 285 | 319 | 367 | 419 | 345 | 380 | 365 | 328 | 380 | 403 | 449 | **450** | 436 | 419 | 329 | 383 | 352 | 335 | 248 | 179 | 184 | 176 | 184 | 134 | 304.23 |   **2001 г** пик солнечной активности пришелся на сентябрь   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Визуальные среднемесячные индексы солнечной активности | | | | | | | | | | | | | Среднее | | Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | по дням | | W | 165.00 | 146.11 | 183.00 | 177.54 | 140.59 | **197.28** | 106.44 | 149.47 | **224.94** | 143.67 | 149.67 | 158.08 | 161.82 |   **2002**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Визуальные индексы солнечной активности | | | | | | | | | | | | | Среднее | | Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | по дням | | W | 132.17 | 148.33 | 104.10 | 156.00 | **171.94** | 73.43 | 101.21 | 102.68 | 149.00 | 87.50 | 98.00 | 99.83 | 120.68 |   **2003**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Визуальные индексы солнечной активности | | | | | | | | | | | | | Среднее | | Месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | по дням | | W | 91.75 | 65.44 | 81.50 | 83.48 | 65.08 | 102.59 | **127.28** | 104.95 | 81.74 | 91.64 | 81.50 | 54.00 | 90.05 |   **2004**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Визуальные среднемесячные индексы солнечной активности | | | | | | | | | | | | | Среднее по | | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | [IX](http://www.alexeyryback.ru/s0904.htm) | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 14.00 | 61.13 | 59.44 | 43.48 | 59.58 | 66.88 | 106.27 | 78.48 | 44.86 | 68.22 | 61.00 | 20.71 | 63.60 | 57.00 |   **2005**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Визуальные среднемесячные индексы солнечной активности** | | | | | | | | | | | | | **Среднее по** | | | месяц | [I](http://www.alexeyryback.ru/s0105.htm) | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | [IX](http://www.alexeyryback.ru/s0905.htm) | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | **134.83** | 35.06 | 29.38 | 28.24 | 74.31 | 37.00 | 48.75 | 56.96 | 35.58 | 11.90 | 27.83 | 53 | 39.69 | 40.29. |   **2006**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Визуальные среднемесячные индексы солнечной активности** | | | | | | | | | | | | | **Среднее по** | | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 32 | 5 | 8 | 45 | 31 | 21 | 19 | 14 | 14 | 10 | 37 | 6 | 21,76 | 21,24 |   **2007**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 27.52 | 16.39 | 9.35 | 8.06 | 18.94 | 18.89 | 14.94 | 10.06 | 4.98 | 2.65 | 2.66 | 17.03 | 12.64 | 12.62 |   2008   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 2.40 | 0.76 | 8.00 | 6.08 | 2.77 | 3.55 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 5.40 | 5.86 | 0.00 | 2.89 | 3.13 |   2009   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 1.57 | 2,4 | 2,3 | 0 | 1,5 | 6,0 | 2,29 | 0 | 4,93 | 4.53 | 4,5 | 25 | 4,3 | 4,59 |   2010   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 16,8 | 37,5 | 21,92 | 11,4 | 15,45 | 13,68 | 19,76 | 34,06 | 43,9 | 44.29 | 35,0 | 16,25 | 23,25 | 25,83 |   2011   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 24,73 | 49,47 | 80,5 | 105,55 | 79,94 | 56,84 | 68,06 | 67,07 | 122,62 | 158,33 | 141,2 | 108,25 | 78,89 | 88,55 |   2012   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 90,15 | 59,5 | 114,3 | 122,54 | 117,18 | 119,75 | 129,93 | 99,23 | 109,7 | 78,2 | 79,00 | 58,08 | 99 | 98,1 |   **2013**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 107,29 | 67,14 | 72,75 | 94,71 | 115,18 | 93,19 | 99,79 | 110 | 63 | 137 | 106,5 | 144,2 | 97,71 | 100 |   **2014**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 131,75 | 161,11 | 158,22 | 162,73 | 121,71 | 99,8 | 159,27 | 114,5 | 145,29 | 120 | 128,00 | 92,00 | 135,28 | 134,03 |   **2015**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 105 | 65 | 71,25 | 65,1 | 77,92 | 69,73 | 93,29 | 69,6 | 71 | 65 | 64,33 |  |  |  |     **2016**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 61.22 | 71.63 | 43.67 | 53.50 | 53.00 | 30.25 | 38.81 | 49.59 | 37.25 | 22.00 | 22.33 | 22.50 | 44.35 | 45.98 |   **2017**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 26,7 | 26,5 | 14,6 | 43 | 19 | 17,8 | 17,00 | 34,14 | 27,7 | 6,25 | 8,25 | 7,8 | 22 | 20 |     **2018**   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | месяц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | дням | месяцам | | W | 6 | 1 | 6 | 4 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |  |   [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1292947625887/labrab/spot2000.jpg?height=365&width=400](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/spot2000.jpg?attredirects=0)  *Рис. 2. Фотография активной области AR 9169. Сентябрь 2000 года. Диаметр пятна в AR 9169 больше чем в два раза превышает диаметры обычных солнечных пятен, но все же в полтора раза меньше диаметра пятна, которое наблюдалось на Солнце в 1947 году.*  [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1292947714489/labrab/sun2002.jpg?height=376&width=400](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/sun2002.jpg?attredirects=0)  *Рис. 3. Пятна на Солнце в 2002 году.*  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450192843872/labrab/2003.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/2003.jpg?attredirects=0)*  *Рис.4. 23 октября 2003 года*    [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1294052599525/labrab/20031028_2224_mdi_igr.gif](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/20031028_2224_mdi_igr.gif?attredirects=0)  *Рис. 5. Пятна на Солнце 28 октября 2003 года.*    [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1294052745173/labrab/20050115_1736_mdi_igr.gif](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/20050115_1736_mdi_igr.gif?attredirects=0)  *Рис 6. Пятна на Солнце 15 января 2005 года.*  [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1294052818960/labrab/20090904_2139_mdiigr_512.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/20090904_2139_mdiigr_512.jpg?attredirects=0)  *Рис.6. Пятна на Солнце 4 сентября 2009 года. Пятна практически отсутствуют и число Вольфа W=0.5*  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450192990971/labrab/2006.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/2006.jpg?attredirects=0)*  *Рис. 7. 4 декабря 2006 года*  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450193313197/labrab/2010.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/2010.jpg?attredirects=0)*  *Рис. 8. 12 сентября 2010  года*  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450193465992/labrab/2011.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/2011.jpg?attredirects=0)*  *Рис. 9. 13 ноября 2011 года*  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450193561166/labrab/latest.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/latest.jpg?attredirects=0)*  *Рис.10.15 декабря 2015 года.*  *Получить последнее изображение Солнца с космической солнечной обсерватории SOHO* [*http://sohowww.nascom.nasa.gov/*](http://sohowww.nascom.nasa.gov/)  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450193697742/labrab/54.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/54.jpg?attredirects=0)*  *Рис.11. Получение информации в реальном времени с SOHO.*  **Заполнить таблицу отчета № 1 к заданию № 1**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | N фото | число групп пятен g | число пятен f | число Вольфа W | Вывод о степени солнечной активности и размерах пятен | | 1 |  |  |  |  | | 2 |  |  |  |  | | 3 |  |  |  |  | | 4 |  |  |  |  | | 5 |  |  |  |  | | 6 |  |  |  |  | | 7 |  |  |  |  | | 8 |  |  |  |  | | 9 |  |  |  |  |       **Задание 2. Определить угловой и линейный размер солнечного пятна (вместе с полутенью) 15 января 2005 года и 28 октября 2003 г. Сравнить размеры этих пятен с размерами Земли и Юпитера.**  Линейный диаметр Солнца 1,39∙106 км (109 диаметров Земли).  Расстояние от Земли до Луны 384 000 км.  **Заполнить таблицу отчета № 2**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Линейный размер Солнца | Линейный размер пятна | Угловой размер Солнца | Угловой размер Пятна | Сравнение с радиусом Земли  R пятна/R  | Сравнение с радиусом Юпитера  R пятна/RЮпитера | |  |  | ≈ 30  |  |  |  | |  |  | ≈ 30  |  |  |  |     **Задание № 3. Изучить по полученным фотографиям яркие ореолы вокруг солнечных пятен. Сделать вывод о температуре пятна, температуре яркого ореола и средней температуре фотосферы**  **[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450194199328/labrab/555.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/555.jpg?attredirects=0)**  *Рис.12. Пятно и грануляция Солнца. Протуберанец.*    **Заполнить таблицу отчета № 3**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Температура фотосферы** | **Температура пятна, примерная температура** | **Температура полутени** | **Температура яркого ореола, примерная температура** | | **6000 К** |  |  |  |   **Задание № 4. Оценить размеры протуберанцев**  **Заполнить таблицу отчета № 4**  **[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1294054788342/labrab/equinoxprom_eit_big.jpg?height=400&width=400](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/equinoxprom_eit_big.jpg?attredirects=0)**   Рис.13. Протуберанец   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Размеры протуберанца**  **в мм** | **Размеры Солнца в мм** | **Размеры протуберанца в размерах Земли** | **Размеры протуберанца в расстояниях от Земли до Луны** | |  |  |  |  |   **Задание № 5. Оценить размеры активных выбросов в январе 2005 года**  **[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1292948105489/labrab/20050115_2318_c3.jpg?height=400&width=400](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/20050115_2318_c3.jpg?attredirects=0) [https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1292948147088/labrab/20050116_0018_c3.jpg?height=400&width=400](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/20050116_0018_c3.jpg?attredirects=0)**  *Рис.14. Корональный выброс массы.*  **Проанализировать фотографии проявления солнечной активности в январе 2005 года с LASCO-3.**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Размеры активной области в мм | Размеры Солнца в мм | Размеры активной области в размерах Земли | Размеры активной области в расстояниях от Земли до Луны | Скорость расширения  в **м/с** | |  |  |  |  |  |   **Задание № 6. Какова скорость кометы, упавшей на Солнце 1 октября 2011?**  **[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450194520188/labrab/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0.jpg?attredirects=0)**  *Рис. 15. Комета, упавшая на Солнце в 2011 году.*  **Задание № 7. Оценить размеры и скорость распространения коронального выброса массы (КБМ) 1 октября 2011.**  **[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450194687769/labrab/%D0%9A%D0%92%D0%9C.jpg](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/%D0%9A%D0%92%D0%9C.jpg?attredirects=0)**  *Рис. 16. Корональный выброс массы в 2011 г.*  *[https://sites.google.com/site/astronomgomulina/_/rsrc/1450194803209/labrab/55.png](https://sites.google.com/site/astronomgomulina/labrab/55.png?attredirects=0)*  *Рис.17. Число Вольфа за пятнадцать лет наблюдений.*  **Контрольные вопросы.**  1.     Чему равно число Вольфа 19 июля 2000? В какие еще даты число Вольфа было таким?  2.     В какие даты  наблюдался наибольший максимум солнечной активности в 23 цикле солнечной активности?  3.     Когда начался 24 цикл солнечной активности?  **4.**     Какой цикл идёт в настоящее время, в 2019 году?  **5.**     В какие даты  наблюдался наибольший максимум солнечной активности в 24 цикле солнечной активности?  6.      Сколько максимумов наблюдалось в 24 цикле и в какие даты?  7.     Когда начался (начнется) 25 цикл солнечной активности?  8.     Какими способами проявляется солнечная активность?    Вывод. |

Лабораторная работа "Солнечная активность".

**Цель урока**. Продолжить формирование представлений о Солнце как динамическом центре Солнечной системы Знакомство учащихся с проявлениями солнечной активности в виде пятен, протуберанцев Формирование общих представлений о пятнообразовательной деятельности Солнца, о циклах солнечной активности. Обратить внимание учащихся на непрерывное движение и изменения, наблюдаемые в разных слоях атмосферы Солнца.

**Основные термины**. Пятна, протуберанцы, космическая обсерватория SOHO, цикл солнечной активности. Центры солнечной активности (активные области); магнитные поля, спокойная и возмущенная фотосфера; 11-летний цикл солнечной активности; проблема "Солнце-Земля"; солнечный ветер.

**Самостоятельная деятельность учащихся**. Получение информации о Солнце в режиме реального времени. Активизация знаний о пятнообразовательной деятельности Солнца, вычисление чисел Вольфа и определение размеров активных областей по фотографиям с космической обсерватории SOHO.

**Основные умения**, получаемые учащимися в процессе урока. Умение по фотографиям определять размеры пятен и протуберанцев, сравнивать их с размерами Земли, умение определять степень солнечной активности по различным параметрам. Умение получать информацию о Солнце в режиме реального времени.

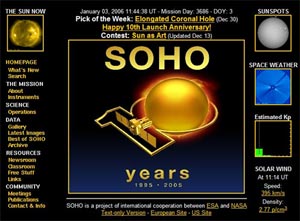
**Мировоззренческий аспект урока**. Интеграция физики и астрономии, углубление знаний по физике. Показать важное значение исследований проблемы "Солнце-Земля".

План урока.

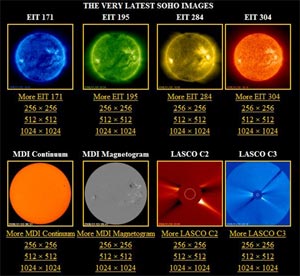
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Этапы урока** | **Время, мин** | **Приемы и методы** |
| I. Этап актуализации знаний. Мотивация учебной проблемы. Закрепление основного учебного материала в ходе проведения лабораторной работы. Обсуждение хода лабораторной работы | 3 | Беседа учителя |
| II. Основное содержание урока. Непосредственная работа в Сети. | 20 | Выполнение лабораторной работы. Сохранение фотографий Солнца, полученных из Интернет с космической обсерватории SOHO |
| III. Контроль усвоения | 10 | Заполнение отчета о лабораторной работе, заполнение четырех отчетных таблиц, ответы на контрольные вопросы |
| IV. Рефлексия. Формирование умений и навыков. Первичная проверка усвоения знаний | 10 | Ответы на вопросы учащихся |
| V. Домашнее задание. | 2 | Инструктаж по домашнему заданию |

I. Методика работы с телекоммуникационными средствами обучения

1. Получение информации с сайта "Солнечное обозрение" <http://www.alexeyryback.ru/> о пятнообразовательной деятельности Солнца в 23 цикле солнечной активности. Учащиеся должны **получить данные о максимальном числе Вольфа летом 2000 года, сравнить с данными на день проведения лабораторной работы**. Рекомендовать учащимся открыть одновременно несколько окон. Для удобства проверки имеется отдельный файл "Числа Вольфа".
2. Получение информации о солнечной активности с сайта SOHO.

  
*Рис. Космическая обсерватория SOHO, главная страница сайта.*

Порекомендовать учащимся выйти на страницы "Космическая погода", познакомиться с фотографиями, полученными с космической обсерватории SOHO. На обсерватории имеются различные приборы, наблюдающие Солнце в ультрафиолетовом диапазоне, приборы, ведущие наблюдения за пятнами на Солнце, LASCO-2, LASCO-3 и другие.

  
*Рис. Космическая обсерватория SOHO, страница "Космическая погода".*

Учащиеся должны **сохранить несколько фотографий для последующей работы. Сохранить фотографии Солнца на день проведения лабораторной работы**, полученные с прибора MDI в режиме реального времени. По этим данным затем рассчитать число Вольфа на день проведения лабораторной работы.

Дополнительно. Возможно получение информации об активности Солнца на день проведения лабораторной работы с приборов LASCO-2 (фотографии окрашены в красный цвет), LASCO-3 (фотографии окрашены в синий цвет).

II. Примерный отчет учащихся о лабораторной работе

Заполнить таблицу отчета № 1 к заданию № 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N** | **фото** | **число групп пятен *g*** | **число пятен *f*** | **число Вольфа *W*** | **Вывод о степени солнечной активности** | **Вывод о совпадении с табличными числами Вольфа** |
| 1 | Сентябрь 2000 | 8 | 27 | 107 | Солнце в состоянии высокой активности, много пятен |  |
| 2 | 2002 | 18 | 35 | 202 | Солнце в состоянии высокой активности, много пятен |  |
| 3 | Дата проведения лабораторной работы |  |  |  |  |  |

III. Контрольные вопросы

1. Чему равно число Вольфа 19 июля 2000? *- 450*.
2. В какие сроки наблюдался максимум солнечной активности в 23 цикле солнечной активности? *- в 2000 году, в июле*.
3. Какими способами проявлялась солнечная активность за 23 цикл? *- Увеличением числа вспышек, появлением большого числа пятен, протуберанцев*.
4. Во сколько раз большое пятно на Солнце в январе 2005 года больше Земли? *- Пятно в 10,5 раз больше Земли. Размер пятна сравним с размерами Сатурна*.
5. Почему нельзя увидеть невооруженным глазом солнечную корону с Земли, загородив диск Солнца каким-нибудь непрозрачным экраном и это можно сделать на космической обсерватории SOHO (приборы LASCO-2, фотографии окрашены в красный цвет) и LASCO-3, фотографии окрашены в синий цвет)? *- Корону Солнца можно увидеть с Земли только во время полных солнечных затмений. Воспользоваться простым экраном нельзя - атмосфера будет преломлять лучи. Обсерватория SOHO находится далеко от Земли, атмосфера не препятствует созданию искусственных солнечных затмений приборами LASCO и LASCO-3. Реальные размеры Солнца показаны белыми кружками.*

IV. Оценка урока

Урок изучения проявлений солнечной активности, проведенный в данной форме - лабораторная работа - проходит исключительно интересно для учащихся, поскольку вопрос проявления солнечной активности значим для всех жителей Земли. В ходе урока учащиеся получают знания по астрономии на современном научном уровне, активизируют необходимые знания по физике, закрепляют навыки работы в современных информационных технологиях при систематизации сохраненных фотографий в виде файлов, работе в Интернет по определенным адресам.

Анализ данных с сайта "Солнечное обозрение" способствует концентрации внимания на специфические вопросы, связанные проявлениями солнечной активности в виде солнечных пятен.

Анализ данных с космической обсерватории SOHO, получаемые в режиме реального времени, активизируют представления учащихся о проявлениях активности Солнца. После такого занятия учащиеся могут пользоваться данными этого научного сайта одновременно с прогнозом погоды.