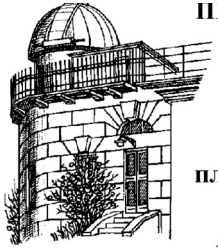
Одесский Астрономический Календарь 2021

Одесский Астрономический Календарь • 2021

Снимки кометы C-2020F3(Neowise),
сделанные членом Одесского общества любителей астрономии Андреем Николенко



ПРИГЛАШЕНИЕ В ЦИФРОВОЙ ПЛАНЕТАРИЙ И ЛЕКТОРИЙ ОДЕССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА

Приглашаем учителей, школьников, студентов и всех, кто интересуется астрономией, в цифровой планетарий и планетарий-лекторий Одесского национального университета имени И. И. Мечникова, расположенный на территории Астрономической обсерватории ОНУ в парке Т. Шевченко

ОРГАНИЗУЕТСЯ ЧТЕНИЕ ЛЕКЦИЙ ПО АБОНЕМЕНТАМ:
«Вселенная вокруг нас», «Космические путешествия», «Тайны Вселенной», «В поисках жизни во Вселенной» и др.

ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЗАЯВКАМ ПРОВОДЯТСЯ ЦИКЛЫ ЛЕКЦИЙ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕСЯ ПОКАЗОМ 3D-ФИЛЬМОВ НА КУПОЛЕ ПЛАНЕТАРИЯ:
«Солнце и Солнечная система», «В мире звезд», «Наша Галактика», «Катастрофы во Вселенной», «Солнце и космическая погода», «В поисках жизни во Вселенной», «В мире галактик», «Освоение Солнечной системы», «Астрономия в истории земных цивилизаций», «Время и календарь», «Космические путешествия», «Невидимая Вселенная», «Загадки темной материи и темной энергии», «Легенды и сокровища звездного неба» и т.д.

Организуются ДНЕВНЫЕ и ВЕЧЕРНИЕ прогулки по звездному небу с демонстрацией на куполе планетария и использованием современного демонстрационного телескопа

На территории астрономической обсерватории установлен самый большой в Украине макет ракеты «Энергия» и космического самолета «Буран», который является центром экспозиций "Украина – космическая держава" и "Одесса в истории космонавтики", включающих "Галерею космонавтов Украины", "Одесский морской космический флот", макеты украинских ракет, летающих в космос, и историю космических исследований в Украине, связанных с именами выдающихся конструкторов космической техники В.П.Глушко и С.П.Королева

Для учащихся школ (всех классов) по субботам в 17:00 работает АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ШКОЛА Проводятся лекции для будущих абитуриентов Одесского национального университета имени И.И.Мечникова

Информация о программах Планетария:
https://www.facebook.com/planetarium.odessa

Планетарий-лекторий расположен на территории Астрономической обсерватории Одесского национального университета имени И. И. Мечникова в парке им. Т. Г. Шевченко.

Прием заявок на посещение по тел.:

(048) 701-60-49, (097) 098-79-83

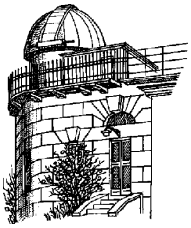
Астрономическая обсерватория
Одесского национального университета
имени И. И. Мечникова

ОДЕССКИЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

2021

◆

Выпуск 22
Издавался в 1919–1924 годах (возобновлен в 1999 году)



Одесса
“Астропринт”
2020

УДК 521/524:529(477.74)(066)
О-417

Редакционная коллегия:
Главные соредакторы – ***Н. И. Кошкин***, канд. физ.-мат. наук,
М. И. Рябов, канд. физ.-мат. наук.
Зам.главного редактора – ***В. В. Михальчук***, канд. физ.-мат. наук.
Члены редколлегии: ***С. М. Андриевский***, проф., д-р физ.-мат. наук, ***И. Л. Андронов***, проф., д-р физ.-мат. наук, ***А. А. Базей***, канд. физ.-мат. наук, ***М. Ю. Волянская***, канд. физ.-мат. наук, ***Г. А. Гарбузов***, канд. физ.-мат. наук, ***В. В. Ковтюх***, д-р физ.-мат. наук, ***Т. В. Мишенина***, д-р физ.-мат. наук, ***В. И. Марсакова***, канд. физ.-мат. наук, ***А. Ангельский***, предс. "Астродес".
Секретарь редколлегии – ***С. Л. Страхова***.

65014, г. Одесса, парк им. Т. Г. Шевченко, тел. (048)7220396,
astronomical_observatory@onu.edu.ua

Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации: серия КВ № 14723-3694Р от 30.10.2008 г.

В оформлении обложки использовано изображение старинной гравюры, взятой из «Истории исследования природы и приложения ее сил на службу человечеству» под общей редакцией Ганса Кремера. – Т. 3. – СПб.: Т-во «Просвещение», 1904.

О-417 **Одесский** астрономический календарь : 2021 : [сб. науч.-поп. ст.] / Астрономическая обсерватория Одес. нац. ун-та имени И. И. Мечникова ; ред.кол. : Н. И. Кошкин, М. И. Рябов (глав. ред.) [и др.]. – Вып. 1 (1919). – Одесса : Астропринт, 2020. – Вып. 22. – 256 с.

Одесский астрономический календарь (ОАК-2021) предназначен для широкого круга читателей: от школьников до астрономов-профессионалов. Приведенные в нем сведения могут пригодиться также простым гражданам, адвокатам и следователям, нуждающимся в определении точного времени восходов и заходов Солнца, Луны и наступления сумерек, учителям школ разного уровня для преподавания астрономии и ведения практических занятий по астрономии, а также учащимся колледжей и вузов. Много интересного в календаре найдут для себя любители астрономии и люди, просто интересующиеся новостями астрономии, а профессионалы-астрономы могут использовать календарь как справочное пособие. В календарь (ОАК-2021), кроме описания основных астрономических явлений года и таблиц, определяющих положение небесных светил и время наблюдений астрономических явлений на небе, включены также очерки по интересным вопросам астрономии и юбилейным датам. Данный выпуск календаря продолжает традицию представления тематических очерков и посвящен достижениям радиоастрономии.

УДК 521/524:529(477.74)(066)

The Odessa Astronomical Calendar (OAC-2021) is dedicated for the broad public sections from the pupils to professional astronomers. Information quoted in the Calendar could be useful for ordinary citizens, as well as for lawyers, public prosecutors and investigators requiring for their professional activity the determination of the precise moments of the sunsets and sunrises, Moon rise, and Moon phases, exact time of twilight etc. Calendar will be also helpful for the School teachers, and lecturers of the colleges and universities. Many interesting things can be found here by astronomy amateurs and those people who are interested in the news of astronomy. Professional astronomers can use the Calendar as a preliminary help manual. In addition to the described in Calendar (OAC-2021) the main astronomical events of the current year and the corresponding tables that define positions of celestial bodies and the time of those events observations, the Calendar also contains several articles about some interesting astronomical problems and jubilee dates. Calendar continues tradition of a description of the different astronomical topics and objects. This release calendar continues the tradition of presenting thematic publications and is dedicated to the progress investigations of radio astronomy.

© Одесская астрономическая обсерватория, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Предисловие (*М.И.Рябов*) 4
Табель-календарь на 2021 год 5
Основные термины и обозначения (*В.Г.Каретников*) 6
Явления и события 2021 года (*М.И.Рябов*) 7
Некоторые средневековые календари (*М.Ю.Волянская*) 8

СОЛНЦЕ И ЛУНА

Эфемериды Солнца и Луны. Сумерки (*А.А.Базей*) 14
Физические эфемериды Солнца и Луны (*В.В.Михальчук*) 46
Солнечные и лунные затмения (*А.А.Базей*) 49
Покрытия звезд астероидами (*В.В.Троянский*) 51
Диаграмма видимости небесных тел и фазы Луны 52

ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Большие планеты (*А.А.Базей, В.В.Михальчук, А.В.Ангельский*) 54
Спутники больших планет (*Н.И.Кошкин*) 74
Астероиды, ТНО и планеты-карлики (*Н.И.Кошкин*) 89
Прохождение комет через перигелий в 2021 году (*И.В.Лукьяник*) 105
Спектральные наблюдения метеоров (*А.В.Голубаев, Ю.М.Горбанёв, А.М.Мозговая*) 110

ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

Яркие звезды (*В.В.Ковтюх*) 117
Наша Галактика (*Т.В.Мишенина*) 124

ПОПУЛЯРНЫЕ ОЧЕРКИ

Золотой век радиоастрономии (*М.И.Рябов*) 131
РТ-22 КрАО – 50-летие РСДБ (*А.Е.Вольвач, Л.И.Матвеенко, М.Г.Ларионов*) 131
Быстрые, яркие, далекие... (*С.А.Трушкин*) 142
Исследования радиоизлучения областей звездообразования (*И.И.Зинченко*) . 147
Семен Яковлевич Брауде – Человек и Радиоастроном. К 110-летию со дня рождения (*О.М.Ульянов*) 155
50-летие Украинского Т-образного радиотелескопа (УТР-2) (*О.М.Ульянов*) 158

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ

К 60-летию начала Космической Эры (*М.И.Рябов, Б.А.Мурников*) 159
Одесской астрономической обсерватории 150 лет (*А.В.Драгунова*) 163
Астрономия в Одесском национальном университете им. И.И.Мечникова – 155 лет истории (*В.Г.Каретников*) 179
Новости астрономии и космонавтики (*М.И.Рябов*) 185
20-я Гамовская конференция-школа в эпоху коронавируса (*М.И.Рябов*) 198
Одесский Планетарий – Starfest 2020 года и программы в условиях эпидемии короновируса (*М.И.Рябов*) 204
Школьные астрономические конференции и олимпиады (*И.Л.Андронов, В.И.Марсакова*) 206
Рекомендованные литература и интернет-ресурсы (*М.И.Рябов*) 208
Астрономические юбилеи 2021 года (*Б.А.Мурников*) 211
100-летние юбилеи отечественных ученых 227
Памяти Владимира Владимировича Михальчука (*Е.А.Панько*) 237

ПОСТОЯННАЯ ЧАСТЬ

Названия и обозначения созвездий и небесных тел (*М.Ю.Волянская*) 238
Исчисление времени и юлианских дат (*В.Г.Каретников, И.Л.Андронов*) ... 240
Расчет эфемерид для других мест (*В.В.Михальчук*) 243
В гостях у музы Урании (*Т.В.Мишенина*) 247
Карты звездного неба 252

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск "Одесского астрономического календаря" на 2021 год (ОАК-2021) является 22-м выпуском одноименного издания, которое выпускалось под редакцией А.Я.Орлова Одесской государственной астрономической обсерваторией в 1919-1924 годах. Через 76 лет, в 2000 году, календарь был возрожден редколлегией под руководством профессора В.Г.Каретникова, который был бессменным главным редактором вплоть до 20-го выпуска календаря за 2019 год. Настоящий календарь продолжает лучшие традиции, которые сделали Одесский астрономический календарь всемирно известным и популярным. В 2020 году по инициативе редколлегии (М.И.Рябов) и при содействии Научной библиотеки ОНУ имени И.И.Мечникова (директор Подрезова М.А.) Одесский астрономический календарь приобрел вторую жизнь, и все его выпуски в электронном виде доступны на сайте библиотеки (http://lib.onu.edu.ua/ru/odeskyj-astronomichnyj-kalendar/). Продолжается работа по совершенствованию доступа к различным тематическим разделам календаря.

"ОАК-2021" предназначен для широкого круга любителей астрономии. Календарь выходит в годовщину 150-летия астрономической обсерватории ОНУ имени И.И.Мечникова. В нем отражена краткая история становления различных направлений научных исследований в астрономической обсерватории и выдающихся ученых, которые здесь работали. Цель календаря состоит в обеспечении интересующегося читателя сведениями об астрономических явлениях 2021 года, видимых невооруженным глазом либо с применением небольших оптических приборов. Календарь "ОАК-2021" позволяет преподавателям астрономии школ, колледжей и вузов получить представление о современных достижениях астрономии и космонавтики, которые не успевают отразить в учебниках и пособиях. Особенно полезен он при проведении практических занятий.

Этот выпуск продолжает традицию посвящения календаря одному из важнейших направлений в развитии современной науки. В продолжение начатой в 2020 году рубрике "Золотой век радиоастрономии" представлены очерки о методах исследований, которые и сегодня обеспечивают ведущую роль радиоастрономии в получении рекордных угловых разрешений, обнаружении таинственных быстрых всплесков, изучении областей звездообразования. Знаменательными датами являются 110-летия со дня рождения академика С.Я.Брауде – основателя всемирно известной харьковской радиоастрономической школы, и 50-летие созданного под его руководством самого чувствительного в мире радиотелескопа декаметрового диапазона "УТР-2". Постоянной стала рубрика, посвященная видным ученым-астрономам и космонавтам бывшего СССР, которым в 2021 году исполнилось бы 100 лет. Среди них – ученые, создавшие новые направления в развитии астрофизики С.Б.Пикельнер и С.Я.Каплан, легендарный космонавт Г.Т.Береговой. В 2021 году исполняется 60 лет полета в космос первого космонавта планеты Земля Ю.А.Гагарина. В историю космонавтики значительный вклад внесла и Украина.

В этом выпуске календаря содержатся сведения о 19 космонавтах родом из Украины (по числу космонавтов Украина на третьем месте после США и России) и их космических рекордах.

В материалах календаря отражено все разнообразие астрономической жизни, включая итоги проведения 20-й Гамовской конференции-школы в эпоху пандемии коронавируса, мероприятия "STARFEST", проводившегося в Планетарии на территории астрономической обсерватории в течение всего лета 2020 года.

В подготовке выпуска ОАК-2021 участвовали члены Украинской астрономической ассоциации и сотрудники ряда одесских вузов: университета им. И.И.Мечникова, Морского университета, Морской академии и Одесской обсерватории Радиоастрономического института Национальной академии наук Украины, Одесского астрономического общества и Одесского общества любителей астрономии. Редколлегия календаря благодарна нашим соавторам – сотрудникам других астрономических учреждений Украины, России, Канады и Южной Кореи, приславших свои научные очерки и воспоминания. Важно, что наше научное сотрудничество успешно продолжается.

Коллектив редколлегии "ОАК-2021" надеется, что данное издание найдет своего читателя и будет полезным для широкой публики. Редколлегия с благодарностью примет все замечания и предложения читателей и постарается их учесть в последующих выпусках календаря. Адрес для переписки:

Украина, 65014, г.Одесса, парк им. Т.Г.Шевченко,
НИИ «Астрономическая обсерватория» ОНУ,
редколлегии Одесского астрономического календаря,
тел. (048)-7220396, эл.-адрес: astronomical_observatory@onu.edu.ua

2021

Январь

Пн		4	11	18	25
Вт		5	12	19	26
Ср		6	13	20	27
Чт		7	14	21	28
Пт	1	8	15	22	29
Сб	2	9	16	23	30
Вс	3	10	17	24	31

Февраль

Пн	1	8	15	22	
Вт	2	9	16	23	
Ср	3	10	17	24	
Чт	4	11	18	25	
Пт	5	12	19	26	
Сб	6	13	20	27	
Вс	7	14	21	28	

Март

Пн	1	8	15	22	29	
Вт	2	9	16	23	30	
Ср	3	10	17	24	31	
Чт	4	11	18	25		
Пт	5	12	19	26		
Сб	6	13	20	27		
Вс	7	14	21	28		

Апрель

Пн		5	12	19	26
Вт		6	13	20	27
Ср		7	14	21	28
Чт	1	8	15	22	29
Пт	2	9	16	23	30
Сб	3	10	17	24	
Вс	4	11	18	25	

Май

Пн		3	10	17	24	31
Вт		4	11	18	25	
Ср		5	12	19	26	
Чт		6	13	20	27	
Пт		7	14	21	28	
Сб	1	8	15	22	29	
Вс	2	9	16	23	30	

Июнь

Пн		7	14	21	28	
Вт	1	8	15	22	29	
Ср	2	9	16	23	30	
Чт	3	10	17	24		
Пт	4	11	18	25		
Сб	5	12	19	26		
Вс	6	13	20	27		

Июль

Пн		5	12	19	26	
Вт		6	13	20	27	
Ср		7	14	21	28	
Чт	1	8	15	22	29	
Пт	2	9	16	23	30	
Сб	3	10	17	24	31	
Вс	4	11	18	25		

Август

Пн		2	9	16	23	30
Вт		3	10	17	24	31
Ср		4	11	18	25	
Чт		5	12	19	26	
Пт		6	13	20	27	
Сб		7	14	21	28	
Вс	1	8	15	22	29	

Сентябрь

Пн		6	13	20	27	
Вт		7	14	21	28	
Ср	1	8	15	22	29	
Чт	2	9	16	23	30	
Пт	3	10	17	24		
Сб	4	11	18	25		
Вс	5	12	19	26		

Октябрь

Пн		4	11	18	25	
Вт		5	12	19	26	
Ср		6	13	20	27	
Чт		7	14	21	28	
Пт	1	8	15	22	29	
Сб	2	9	16	23	30	
Вс	3	10	17	24	31	

Ноябрь

Пн	1	8	15	22	29	
Вт	2	9	16	23	30	
Ср	3	10	17	24		
Чт	4	11	18	25		
Пт	5	12	19	26		
Сб	6	13	20	27		
Вс	7	14	21	28		

Декабрь

Пн		6	13	20	27	
Вт		7	14	21	28	
Ср	1	8	15	22	29	
Чт	2	9	16	23	30	
Пт	3	10	17	24	31	
Сб	4	11	18	25		
Вс	5	12	19	26		

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Астрономическая единица (а.е.) – расстояние от Земли до Солнца ($149.6 \cdot 10^6$ км).
Световой год – расстояние, которое свет проходит за один год ($6.324 \cdot 10^4$ а.е.).
Парсек (пк) – расстояние в 3.262 светового года – 206265 а.е. ($3.086 \cdot 10^{13}$ км).
Зенит (z) – точка на небесной сфере, расположенная над головой наблюдателя.
Небесный экватор – проекция на небесную сферу земного экватора.
Небесный меридиан – большой круг небесной сферы, плоскость которого проходит через отвесную линию и ось мира.
Эклиптика – большой круг на небесной сфере, вдоль которого движется Солнце.
Созвездия – участки звездного неба, которым присвоены собственные имена.
Зодиак – 12 созвездий, через которые проходят Солнце и планеты.
Равноденствие – момент пересечения Солнцем небесного экватора (весеннее – 20-21 марта, осеннее – 22-23 сентября).
Солнцестояние – время нахождения Солнца в наибольшем удалении от небесного экватора (летнее – 21-22 июня, зимнее – 21-22 декабря).
Апогей – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Земли.
Афелий – наиболее удаленная точка орбиты тела, движущегося вокруг Солнца.
Перигей – ближайшая к Земле точка орбиты тела, движущегося вокруг нее.
Перигелий – ближайшая к Солнцу точка орбиты тела, движущегося вокруг него.
Узел – точка пересечения орбиты небесного тела с эклиптикой.
Элонгация (E) – угловое удаление планеты от Солнца (к востоку, к западу).
Квадратура – положение небесного тела при элонгации 90°.
Противостояние – положение небесного тела при элонгации 180°.
Соединение – положение небесного тела при элонгации 0° (различают нижнее и верхнее).
Кульминация – прохождение небесного светила через небесный меридиан.
Эфемерида – расчетное указание времени и места нахождения небесного тела.
Возраст Луны (ВЛ) – возраст Луны в сутках, отсчитываемый от новолуния.
Фаза Луны – величина освещенной части диска (в новолуние 0.0, в полнолуние 1.0).
T_0 – всемирное время (среднее солнечное время на нулевом меридиане в Гринвиче).
$T_п$ – поясное время (в Одессе $T_п = T_0+2$ часа), $T_л$ – летнее время ($T_л = T_0+3$ часа).
τ – продолжительность видимости небесного тела в часовой мере.
η – уравнение времени, равное разности среднего и истинного времени.
J.D. – юлианская дата – число суток, прошедших с полудня 01.01.4713 г. до н.э.
S – местное звездное время (рассчитывается на долготу наблюдателя).
S_0 – звездное время в нулевом меридиане (в Гринвиче) в $T_0 = 0$ часов.
λ – географическая долгота места наблюдений (λ_0=30.7° для Одессы).
φ – географическая широта места наблюдений (φ_0=+46.5° для Одессы).
A – азимут, считаемый от точки юга в градусах.
h – высота светила над горизонтом в градусах.
α – прямое восхождение в экваториальной системе координат в часовой мере.
δ – склонение небесного тела в той же системе координат в градусной мере.
d – наблюдаемый с Земли угловой диаметр небесного тела.
r – расстояние небесного тела от Солнца (гелиоцентрическое расстояние в а.е.).
Δ – расстояние небесного тела от Земли (геоцентрическое расстояние в а.е.).
β – фазовый угол между направлениями с небесного тела на Солнце и Землю.
σ – угловое расстояние между центрами Луны и тени Земли.
p – позиционный угол на диске Луны или Солнца в градусах.
m – блеск небесного тела в звездных величинах (U, B, V – в системе UBV).
Sp – спектральный тип небесного тела (обычно относится к звездам).
v – скорость движения небесного тела.

ЯВЛЕНИЯ И СОБЫТИЯ 2021 ГОДА

Тропический год 2021.0 начинается 0 января 2021 года в 04ч51м (0 января 2021 года в 02ч51м по всемирному времени T_0)

Моменты всех явлений в календаре приведены по киевскому времени, действующем на территории Украины. Летнее время в Украине вводится 28 марта и отменяется 31 октября 2021 года. При применении иного времени дано соответствующее указание.

Начало астрономических сезонов года

Весна	Лето	Осень	Зима
20 марта	21 июня	22 сентября	21 декабря
11ч37м	6ч31м	22ч20м	17ч59м

Земля в перигелии – 2 января в 15ч52м, расстояние Земля-Солнце 147 093 162 км, угловой размер Солнца 32'31".

Земля в афелии – 6 июля в 1ч24м, расстояние Земля-Солнце 152 100 525 км, угловой размер Солнца 31'27".

Астрономические явления 2021 года

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ:
26 мая – полное лунное затмение, не видно в Украине.
10 июня – кольцевое солнечное затмение, видно в Украине как частное.
19 ноября – частное лунное затмение, не видно в Украине.
4 декабря – полное солнечное затмение, не видно в Украине.

СОЕДИНЕНИЯ ЯРКИХ ПЛАНЕТ:
10.01 – Меркурий-Сатурн, **11.01** – Меркурий-Юпитер, **20.01** – Марс-Уран, **06.02** – Венера-Сатурн, **11.02** – Венера-Юпитер, **13.02** – Меркурий-Венера, **15.02** – Меркурий-Юпитер, **23.02** – Меркурий-Сатурн, **05.03** – Меркурий-Юпитер, **30.03** – Меркурий-Нептун, **29.05** – Меркурий-Венера, **13.07** – Венера-Марс, **19.08** – Меркурий-Марс, **10.11** – Меркурий-Марс, **29.12** – Венера-Меркурий.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ: В 2021 году ожидается прохождение через перигелий 56 комет: 51 короткопериодических (2 – утерянных, 15 – лишь второй раз будут проходить перигелий) и всего 5 долгопериодических. Если не будут обнаружены новые яркие долгопериодические кометы, то этот год, как и два предыдущие, обещает быть еще одним годом разочарований для наблюдателей комет. Комета 67P/Чурюмова-Герасименко может быть единственной короткопериодической кометой, которая привлечет внимание благодаря как успешной миссии РОЗЕТТА, так и планам профессиональных астрономов относительно этой кометы (например, проект Европланет).

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ: Приведены даты максимумов действия потоков (значком * помечены потоки, для которых условия наблюдения максимумов плохие): **Квадрантиды** – 2-4 января, **Виргиниды*** – 5-21 марта, **Лириды** – 22 апреля, **η-Акварииды** – 5 мая, **Боотиды** – 27 июня, **α-Каприкорниды** – 27-29 июля, **δ-Акварииды** (южные) – 27-29 июля, **Персеиды** – 12 августа, **Драконииды*** – 8 октября, **Орионииды** – 22 октября, **Тауриды*** – 5 и 12 ноября, **Леониды** – 17 ноября, **Геминииды** – 14 декабря, **Урсиды** – 22 декабря.

НЕКОТОРЫЕ СРЕДНЕВЕКОВЫЕ КАЛЕНДАРИ

Период перехода от Античности к Новому времени – Средние века – важный и интересный период истории человечества. Историки долго не могли прийти к согласию по поводу определения хронологических рамок Средних веков. В настоящее время считается, что европейское Средневековье длилось с 5-го по 15 век н. э., от падения Западной Римской империи (476 г.) до открытия Америки Христофором Колумбом (1492 г.). Некоторые школы историков являются сторонниками так называемого "долгого" Средневековья со 2-го по 18-й век. Эти временные границы зависят также от страны, историю которой исследуют ученые-медиевисты.

Средние века делят на три основных периода: 1) Раннее Средневековье (темные века) – с конца 5-го до середины 11-го века н. э.; 2) Высокое, или Классическое, Средневековье – середина 11-го – конец 14 века; 3) Позднее Средневековье или Раннее Новое время – 14-16 века (Позднее Средневековье – начало эпохи Возрождения). Эти более 10 веков были насыщены разнообразными событиями: одни государства переживали феодальную раздробленность, другие объединялись, возникали и развивались города – важные центры цивилизации. Массы людей приходили в движение в результате крестовых походов (1096-1270 г.г.), многочисленных войн, развития торговли, паломничества. Зарождается новая культура, возрождается античная. В основе средневековой культуры была религия – христианство, возникшее уже на закате Античности и окончательно оформившееся на границе старой и новой эры. Укрепление христианской цивилизации привело к полному господству церкви в области культуры, идеологии и науки. Развитие науки замедлилось. Христианство противостояло античной "языческой мудрости", "языческой лжи и заблуждениям", поэтому античное наследие должно было пройти процесс христианизации, чтобы быть принятым. В конце концов античная культура частично была приспособлена к нуждам средневековой Европы – пример: преобразование римского календаря, который и лег в основу современной календарной системы.

Средневековым календарем стал юлианский солнечный календарь, разработанный группой ученых из Александрии во главе с астрономом Созигеном по указанию Юлия Цезаря (рис.1), и был введён в Римской республике с 1 января 45 года до н. э. Он заменил старый римский календарь и был назван впоследствии юлианским. По поводу несовершенства римского календаря в свое время шутили: "Римляне всегда побеждают, но никогда не знают, когда это случилось". Действительно, в римском календаре, особенно в последние десятилетия его существования, было много путаницы в основном из-за несогласованности длин календарного года и солнечного тропического года (365,24219 суток). В юлианском же календаре было принято, что год длится 365 с четвертью суток (365,25). Теперь астрономические события, такие как равноденствия, приходились ежегодно на одну и ту же дату. Год по календарю начинался 1 января, он делился на 12 месяцев. Раз в 4 года объявлялся високосный год, в который добав-

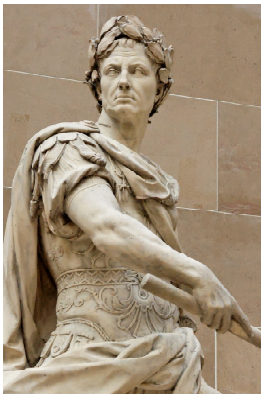


Рис. 1. Гай Юлий Цезарь

лялся один день, таким образом в високосном году было 366 дней. Год состоял из 12 месяцев, за которыми сохранились их старые названия. Было упорядочено число дней в месяцах: все нечётные месяцы имели по 31 дню, а чётные – по 30; февраль простого года содержал 29 дней, високосного – 30 дней. В 44 году до н. э. в честь Юлия Цезаря месяц Quintilis был переименован в июль (Julius), а позже месяц Sextilis – в август (Augustus) в честь римского императора Октавиана Августа. Кроме того, изменилось чередование длинных и коротких месяцев: к августу был прибавлен один день за счёт февраля, одновременно один день сентября переносился на октябрь и один день ноября – на декабрь. Таким образом, в феврале обычного года стало 28 дней, а в феврале високосного – 29 дней. С VII века н. э. все годы юлианского календаря, порядковое число которых делится на 4, считались високосными.

В 325 году на I Вселенском церковном соборе (Никейском) юлианский календарь был утвержден как обязательный для всех христианских стран. С принятием христианства в 10-м веке юлианский календарь и византийская традиция счёта лет от сотворения мира были приняты и в Киевской Руси, где он был известен под названием "Миротворного круга", "Церковного круга", "Великого индиктиона".

Но вернемся к строению юлианского календаря. Заметим, что в 9 веке н. э. при короле Карле Великом (о котором мы будем писать позже) календарь был переделан группой ученых и приведен в ту систему, которой пользовались в средние века.

Месяцы:

· Ianuarius (31 день) был посвящен богу Янусу, Январь,

· Februarius (28 дней /29 в високосный год) был предназначен для очищения (februa) перед началом нового года (который первоначально начинался в марте), Февраль,

· Martius (31 день) – посвящен богу Марсу, Март,

· Aprilis (30 дней) – посвящен богине Венере, Апрель,

· Maius (31) – посвящен всем богам, Май,

· Iunius (30) – посвящен богине Юноне (но, возможно, Люцию Юнию Бруту), Июнь,

· Julius (31) – в честь Юлия Цезаря, Июль,

· Augustus (31) – в честь Октавиана Августа, Август,

· September (30) – седьмой, Сентябрь,

· October (30) – восьмой, Октябрь,

· November (31) – девятый, Ноябрь,

· December (30) – десятый, Декабрь.

В 4 веке н. э. под влиянием восточных календарей начали делить месяц на недели. Дни недели назывались так:

· *dies Solis* – день Солнца – воскресенье,

· *dies Lunae* – день Луны – понедельник,

· *dies Martis* – день Марса – вторник,

· *dies Mercurii* – день Меркурия – среда,

· *dies Iovis* – день Юпитера – четверг,

· *dies Veneris* – день Венеры – пятница,

· *dies Saturni* или *Sabbatum* – день Сатурна – суббота.

В течение первых шести столетий новой эры (от Рождества Христова) европейские страны применяли различные местные системы отсчета лет, чаще всего от начала правления своего государя. В 6 веке христианский монах Дионисий Малый просчитал и ввел систему Anno Domini , которая начиналась

Рис. 2. Сотворение мира – миниатюра 13-го века

от Рождества Иисуса Христа. В 8 веке англосаксонский историк Беда Достопочтенный применил определение "до Христа" (до н. э.), чтобы можно было считать года перед первым годом этого периода. Система счета годов от Рождества Христова (н. э.) постепенно утвердилась в Европе только в 11 – 14 веках. Для христиан главной исторической датой является Сотворение Мира – *Annus Mundi* (рис.2). Церковь православная считает этой датой 5509 г. до н. э., дата является основой церковного календаря в греческом и российском православном мире до наших времен.

А как пользовались календарем люди раннего средневековья? Вспомним о последних годах Римской империи – времени ее упадка. Окружавшие народы, варварские племена, стоявшие на более низкой ступени развития, обрушились на государство. С падением Римской империи Европа возвращается в полуварварское состояние, поскольку завоеватели не с силах были освоить достижения римской культуры, науки, хозяйства. Забрасываются водопроводы, закрываются библиотеки, школы, перестают цениться книги и произведения искусства. Основные научные центры Римской империи остаются на ее восточной территории. Образованность с 5 по 12 века становится исключением, даже священники часто были неграмотными, они выучивали церковную службу "на слух". В школах при монастырях учили лишь простейшим арифметическим расчетам, вершиной математики было знакомство с мистическим учением о числах.

В раннем Средневековье существовали одновременно элементы античного рабовладельческого строя, приходившего в упадок, варварского родоплеменного уклада, и зарождавшегося, крепнувшего феодализма. Для Средних веков характерен новый тип деления общества на три сословия: "молящихся" (духовенство), "воюющих" (рыцарство) и "работающих" (крестьяне, горожане).

Вот как писал о восприятии мира средневековым человеком знаменитый французский историк-медиевист 20 века Марк Блок: "Эти люди, подверженные стольким стихийным силам, как внешним, так и внутренним, жили в мире, движение которого ускользало от их восприятия еще и потому, что они плохо умели измерять время. Дорогие и громоздкие водяные часы существовали, но в малом количестве экземпляров. Песочными часами пользовались, по-видимому, не очень широко. Недостатки солнечных часов, особенно при частой облачности, были слишком явны... Год за годом, отличающихся то более жарким летом, то менее снежной зимой, проходила вся жизнь человека от рождения до смерти. Возник "природный", фенологический календарь, имевший сугубо местное значение. Выработанный долгими веками, он сохранял свое место в жизни крестьянина и охотника даже тогда, когда власть присылала попа и полицейского и вводила единую систему счета дней и лет". Говорят, что когда знаменитую Орлеанскую деву Жанну д'Арк спросили на суде (1431 г.), в каком году она родилась, Жанна не смогла ответить на этот вопрос и удивилась, какое это имеет значение (ей было 19 лет). Люди средневековья, по при-

меру античности, делили на 12 часов и день, и ночь, в любую пору года, так что надо было привыкать к тому, что каждый из часов то удлинялся, то сокращался в зависимости от сезона.

Так продолжалось до 14 века, когда были изобретены часы с маятником. На рис.3 – знаменитые средневековые астрономические часы, установленные на ратуше в Праге (1410 г.). Создается впечатление, что люди этого времени были равнодушны ко времени и к точности. Даже такие важные события, как даты рождений в королевских семьях, отмечались небрежно, что приводило в дальнейшем к путанице. Например, относительно года рождения короля Карла Великого имеются в разных источниках данные: 742, 747, 748 г.г. н. э. В в грамотах и записях, которые должны были сохранять память о событии, нет никаких хронологических данных. Среди счетов, дошедших до нас, нет ни одного, где бы не было грубых ошибок.

Рис. 3. Часы на пражской ратуше

Но были две области, для которых требовалось умение исчислять время. Это – высчитывание даты Пасхи, зависящей от знания и согласования солнечного и лунного календарей, а также астрология, очень популярная в Средние века. Для астрологии были необходимы астрономические наблюдения и вычисления. Поэтому исчисление времени из прикладной дисциплины постепенно превратилось в область научного знания и привело к созданию своих традиций и правил. Учебники по вычислению дат стали своего рода энциклопедиями, содержащими сведения не только по математике и астрономии, но и по истории и основным положениям христианства. Там были сведения и по истории календарей.

Эти трактаты по исчислению времени стали ценными источниками для изучения средневековья. А для изучения истории календаря таким источником является иконография месяцев и времен года в античных и средневековых рукописях. В Римской империи изображения месяцев были связаны прежде всего с празднованием языческих культов (месяцы Юпитера, Венеры, Цереры). На некоторых календарях рядом с названием месяца упоминался основной сельскохозяйственный праздник и работы крестьян. Эти произведения в искусстве принято называть "трудами месяцев". В календарных циклах "труды месяцев" сочетаются со знаками зодиакального круга. Из Античности Зодиак перешел в средние века, где полностью вписался в христианскую концепцию мира. Великий Данте Алигьери в своей "Божественной комедии" (1320 г.) широко использует зодиакальную символику. Календарные циклы воплощались в напольной мозаике, фресках и рельефах. В конце 13 века календари все реже вырезают на камне в церквях. Их помещают в рукописные книги. Для состоятельных мирян имелись часословы.

В календарях обычно находятся три вида данных: время церковных праздников, сельскохозяйственные работы каждого месяца и данные астрономического года. На рис. 4 на страничке календаря изображен месяц август. Он считался болезненным месяцем, поскольку в это время появляются болезни и немощи как последствия летнего зноя и тяжелых работ. Плохо приходится и изнеженным богачам, и закаленному трудами уставшему люду. Изображения августа и

Рис. 4. Средневековый месяц август

других месяцев можно найти на фресках в храмах, часословах, научных трактатах. На рис. 5 изображен Великолепный часослов герцога Беррийского (брата короля Франции), заказанный в 1410 году голландским художникам-миниатюристам братьям Лимбург. Три брата работали 8 лет над манускриптом, состоящим из трех частей: 1) календарь, времена года, продолжительность дня; 2) астрология, созвездия; 3) часослов, Новый завет, положения христианства. В наше время эту книгу можно найти в Интернете и полюбоваться искусством мастеров 15 века. Хранится она в библиотеке замка Конди недалеко от Парижа.

Исследования историков показали, что изменения в ритмах жизни, отраженные в календарях, дают возможность по-новому взглянуть на проблемы средневековья и его культуры.

В 8-9 веках во время правления короля Карла Великого (747 – 814 гг.) и его наследников произошло так называемое Каролингское возрождение – период подъема интереса к образованию, к науке и культуре. Карл Великий покорил большие территории в Европе (Франция, Германия, Италия) и в 800 году был провозглашен императором Западной Римской империи. Для управления империей и укрепления ее нужны были образованные люди. Их приглашали из других стран, но король стремился организовать обучение и своих подданных, особенно священнослужителей. Создавались новые школы, поддерживались монастыри, как центры обучения не только для детей аристократов, но и среднего класса, латынь была сделана официальным языком империи. Именно в это время при дворе Карла Великого были предприняты попытки привести в порядок исчисление времени. Римский календарь с его нонами, идами и календами был окончательно заменен современными способами счета дней месяца. Карл Великий сам увлекался астрономией, он проводил некоторые астрономические наблюдения и умел вычислять Пасхалии. Способствовал он также развитию изобразительного искусства и архитектуры.

Рис. 5. Месяц февраль в часослове герцога Беррийского

В период 5-10 веков арабские племена завоевали часть Европы, образовался арабский халифат. Арабы отличались практичностью, их религия не запрещала занятий наукой. Поэтому они не только не отрицали достижений античности, но старались освоить их. Можно сказать, что традиции античной науки были спасены от забвения арабами. Арабы буквально

охотились за греческими книгами. Арабская наука достигла больших успехов в области математики, медицины, астрономии. Началом освоения европейцами того, что взяли из античной культуры арабы, стала Реконкиста – начавшееся с 9 века обратное отвоевание испанцами Пиренейского полуострова. В отвоеванный в 1085 г. город Толедо стекаются европейские студенты ради знакомства с достижениями арабов. Много греческих и арабских работ по медицине и науке были переведены и распространены по всей Европе.

С 11 века вместе с развитием городов начинается развитие ремесел, появляются цеховые ремесленные школы, растет мастерство и совершенствуются инструменты. По образу цехов в университетах Европы начинают создаваться корпорации ученых. Первые европейские университеты были открыты: в 1160 году в Париже и Болонье, в 1167 – Оксфордский, в 1209 – Кембриджский, в 1222 – Падуанский. В это время жаждущие знаний люди начали отправляться в далекие страны для учебы, не страшась трудностей пути. Студенты стремились в университеты, привлекаемые славой работавших там ученых. К 1300 году в Европе уже было 18 университетов.

Начиная с 12-13 веков в Европе произошел подъем развития технологий и увеличилось число нововведений, за столетие было сделано больше изобретений, чем за предыдущую тысячу лет. Были изобретены очки, артезианские скважины, пушки, печатный станок. С Востока пришли компас, астролябия, шелк, порох. Особенно преуспевало изготовление точных часов.

А в 14-15 веках наука выходит на новый уровень, превращается в науку опытов, опытное научное знание, чего не было ни в античности, ни у арабов.

Приведем примеры календарей, применявшихся в разных странах в Средние века, в основе которых лежит юлианский календарь, но имеются свои особенности.

Флорентийский календарь использовался в республике Флоренция (Италия, 1115 – 1532). В системе этого календаря день начинался с заходом Солнца и кончался со следующим заходом. Так что выражение "2 часа дня" означало 2 часа после захода Солнца. Флорентийский год начинался от Благовещения, когда Архангел Гавриил принес Деве Марии весть о том, что от нее родится Спаситель мира. Датой этого Благовещения как на Западе, так и на Востоке (за некоторыми исключениями) считается 25 марта. Таким образом, флорентийский календарь, как и Пизанский, и календарь республики Сиена, принадлежал к календарям "стиля Благовещения" в отличие от календарей "стиля Рождества", где год начинался с празднования Рождества Христова, таких как календари Ареццо, Ассизи и Перуджии в той же Италии. Из-за этих расхождений относительно начала дня и начала года во время подсчета некоторых дат появлялись расхождения.

Пизанский календарь применялся в средние века в Пизанской морской республике вплоть до 1406 года (а, возможно, и до 1749). Календарь относился к тому же "стилю Благовещения", что и Флорентийский, однако даты рассчитывались по так называемому "пизанскому вычислению", а именно, от момента Благовещения данного года. Надо отнять один год от даты пизанского календаря, чтобы получить год григорианского. Но это не относится к датам между 1 января и 24 марта включительно, которые имеют один и тот же год в обоих календарях, только в пизанском календаре это последние дни года, а в григорианском – начальные. В Пизе существовали красивые традиции празднования нового года: шествие по городу в исторических костюмах, праздник цветов, праздничные салюты и др. В 1749 году в связи с

окончание на стр. 88.

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА И ЛУНЫ. СУМЕРКИ

Эфемериды Солнца

Эфемериды Солнца составлены по месяцам и приводятся для 0ч земного времени каждой даты месяца (с. 16-38). В первом столбце эфемерид Солнца приведены календарные даты, а во втором – юлианские моменты (J.D.) гринвичской полуночи этих дат. Началом очередного юлианского дня считается средний гринвичский полдень (T_0 = 12ч).

В следующих четырех столбцах даются моменты восхода $t_в$, верхней кульминации $t_к$ и захода $t_з$ Солнца по киевскому времени, а также астрономические азимуты A точек восхода и захода для пункта с географической широтой φ = +46°29' и географической долготой λ = +30°45' (для г. Одессы). Азимуты отсчитываются от точки юга и считаются отрицательными к востоку (азимуты восхода) и положительными к западу (азимуты захода). Истинный полдень в данном географическом пункте наступает в момент верхней кульминации Солнца $t_к$.

В последующих столбцах приведены: видимые геоцентрические экваториальные координаты (прямое восхождение α и склонение δ) Солнца, отнесенные к среднему равноденствию даты, уравнение времени η, гринвичское звездное время S_0 и видимый диаметр Солнца d. Обращаем внимание на то, что слова "в 0 часов земного времени" относятся только к α и δ Солнца, остальное дано для момента 0ч всемирного времени.

Земное время – Terrestrial Time (TT) – современный астрономический стандарт, разработанный МАС для определения времени наблюдений, сделанных с поверхности Земли. Оно отличается от шкалы времени, используемого для повседневного применения (UTC). Единица времени TT – секунды в системе СИ, основанные на стандарте цезиевых атомных часов. С миллисекундной точностью TT идет параллельно атомной шкале времени (TAI): TT = TAI + 32.184 сек.

Внизу каждого месячного листа эфемерид Солнца приводятся краткие сведения о видимости планет, ярких звезд и об астрономических явлениях. Знак (!) означает хорошую видимость планеты или явления, а знак (?) – неудовлетворительную видимость.

Эфемериды Луны

В ежемесячных эфемеридах Луны (с. 17-39) приведены сведения, аналогичные сведениям о Солнце, а в последнем столбце – фаза Луны, выраженная в долях диаметра лунного диска. При новолунии фаза равна 0.00, при полнолунии – 1.00. Фазы 0.50 относятся к первой и последней четверти Луны.

Отдельно даются астрономические азимуты $A_в$ точек восхода Луны и азимуты $A_з$ точек ее захода для Одессы.

Интервалы времени между двумя последовательными восходами, верхними кульминациями и заходами Луны больше 24 часов. Поэтому в некоторые календарные даты какое-либо из этих явлений в Одессе не происходит, и в эфемериде Луны моменты явлений для этих дат не приводятся.

Геоцентрические экваториальные координаты Луны (прямое восхождение α и склонение δ) и ее видимый геоцентрический диаметр d, приведенные в эфемеридах, не совпадают с экваториальными координатами, видимыми в данной точке поверхности Земли (топоцентрическими координатами α' и δ'), и видимым топоцентрическим диаметром d' вследствие близости Луны к Земле. Различие между геоцентрическими координатами Луны и ее топоцентрическими координатами может достигать 1°, а различие между геоцентрическим и топоцентрическим видимыми диаметрами – 0.6'. Для данной точки земной поверхности топоцентрические координаты Луны и ее видимый топоцентрический диаметр могут быть найдены с точностью, достаточной для люби-

тельских наблюдений, по следующим формулам:

$$\alpha' = \alpha - p_0 \frac{\cos\varphi \sin t}{\cos\delta}, \qquad \delta' = \delta - p_0(\sin\varphi\cos\delta - \cos\varphi\sin\delta\cos t),$$

$$d' = \frac{d}{1 - \sin p_0 (\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos t)},$$

где φ – географическая широта места наблюдения, p_0 – горизонтальный экваториальный параллакс Луны, который можно найти из формулы $\sin p_0 = 3.67 \sin\frac{d}{2}$, t – часовой угол Луны, который можно вычислить по формуле $t = S - \alpha$.

Внизу каждого месячного листа эфемерид Луны приводятся краткие сведения о моментах фаз Луны, о моментах прохождения Луной основных точек орбиты и о геоцентрических соединениях Луны с планетами.

Начало и окончание сумерек

Таблица сумерек (с. 40-45) содержит ежедневные сведения о моментах по киевскому времени начала и конца гражданских, навигационных и астрономических сумерек для Одессы. Моменты начала относятся к утренним сумеркам, а моменты конца – к вечерним. Время в таблицах дано с учетом переходов от зимнего времени к летнему и обратно.

Гражданские сумерки: утренние заканчиваются моментом восхода Солнца, а вечерние начинаются с момента захода Солнца. Во время гражданских сумерек Солнце находится под горизонтом, но естественное освещение от неба настолько интенсивно, что на открытом месте можно выполнять любые работы, в том числе читать и писать, без искусственного освещения. В начале утренних гражданских сумерек исчезают, а в конце вечерних появляются на небе самые яркие звезды. Во время гражданских сумерек погружение центра Солнца под горизонт не превышает 6°.

Навигационные сумерки: утренние заканчиваются моментом начала гражданских сумерек, а вечерние начинаются с момента окончания гражданских сумерек. Во время навигационных сумерек предметы на местности видны очень слабо вследствие недостаточной освещенности, но морской горизонт виден, и при плавании судна вблизи берега можно ориентироваться по береговым предметам. Видны навигационные звезды (ярче $+3^m$), распознаются контуры созвездий. Погружение центра диска Солнца под горизонт составляет от 6° до 12°.

Астрономические сумерки: утренние заканчиваются моментом начала навигационных сумерек, а вечерние начинаются с момента окончания навигационных сумерек. Во время астрономических сумерек у земной поверхности совсем темно, но небо едва заметно светится, что препятствует астрономическим наблюдениям слабых светил. Моменты начала утренних астрономических сумерек и конца вечерних астрономических сумерек соответствуют полной темноте. Погружение центра диска Солнца под горизонт составляет от 12° до 18°.

После окончания вечерних астрономических сумерек и до начала утренних астрономических сумерек, при отсутствии Луны и при ясном небе хорошо видны звезды до 6 звездной величины, Млечный Путь и другие слабые светила. Это ночное время, которое является наиболее благоприятным для проведения астрономических наблюдений.

Моменты начала и конца сумерек, приведенные в таблице, имеют лишь ориентировочное значение, так как освещенность и видимость окружающей местности зависят не только от угла погружения Солнца под горизонт, но еще от погоды и состояния атмосферы, а также от свойств самой местности.

СОЛНЦЕ. Январь 2021.

Дата J.D. 2459	Для Одессы					В 0ч земного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_\odot$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	215.5	7 41	12 0	16 20	57	18 46 53.4	-22 59 57	+3 25	6 43 29	32.5
2	216.5	7 41	12 1	16 21	57	18 51 18.0	-22 54 47	+3 53	6 47 25	32.5
3	217.5	7 41	12 1	16 22	57	18 55 42.3	-22 49 10	+4 21	6 51 22	32.5
4	218.5	7 41	12 2	16 23	57	19 00 06.3	-22 43 05	+4 48	6 55 18	32.5
5	219.5	7 40	12 2	16 24	57	19 04 29.8	-22 36 33	+5 15	6 59 15	32.5
6	220.5	7 40	12 3	16 25	57	19 08 52.9	-22 29 35	+5 42	7 03 11	32.5
7	221.5	7 40	12 3	16 26	58	19 13 15.6	-22 22 09	+6 08	7 07 08	32.5
8	222.5	7 40	12 4	16 28	58	19 17 37.9	-22 14 18	+6 33	7 11 04	32.5
9	223.5	7 39	12 4	16 29	58	19 21 59.6	-22 05 59	+6 59	7 15 01	32.5
10	224.5	7 39	12 4	16 30	58	19 26 20.8	-21 57 15	+7 23	7 18 58	32.5
11	225.5	7 39	12 5	16 31	58	19 30 41.5	-21 48 06	+7 47	7 22 54	32.5
12	226.5	7 38	12 5	16 32	59	19 35 01.6	-21 38 31	+8 11	7 26 51	32.5
13	227.5	7 38	12 6	16 34	59	19 39 21.1	-21 28 30	+8 34	7 30 47	32.5
14	228.5	7 37	12 6	16 35	59	19 43 40.0	-21 18 05	+8 56	7 34 44	32.5
15	229.5	7 37	12 6	16 36	60	19 47 58.2	-21 07 15	+9 18	7 38 40	32.5
16	230.5	7 36	12 7	16 38	60	19 52 15.7	-20 56 01	+9 39	7 42 37	32.5
17	231.5	7 35	12 7	16 39	60	19 56 32.5	-20 44 23	+9 59	7 46 33	32.5
18	232.5	7 35	12 7	16 40	60	20 00 48.6	-20 32 21	+10 19	7 50 30	32.5
19	233.5	7 34	12 8	16 42	61	20 05 03.9	-20 19 56	+10 37	7 54 26	32.5
20	234.5	7 33	12 8	16 43	61	20 09 18.5	-20 07 08	+10 55	7 58 23	32.5
21	235.5	7 32	12 8	16 44	61	20 13 32.4	-19 53 57	+11 13	8 02 20	32.5
22	236.5	7 31	12 9	16 46	62	20 17 45.5	-19 40 24	+11 29	8 06 16	32.5
23	237.5	7 30	12 9	16 47	62	20 21 57.7	-19 26 29	+11 45	8 10 13	32.5
24	238.5	7 29	12 9	16 49	62	20 26 09.2	-19 12 12	+11 60	8 14 09	32.5
25	239.5	7 28	12 9	16 50	63	20 30 19.9	-18 57 35	+12 14	8 18 06	32.5
26	240.5	7 27	12 10	16 52	63	20 34 29.8	-18 42 37	+12 27	8 22 02	32.5
27	241.5	7 26	12 10	16 53	64	20 38 38.9	-18 27 18	+12 40	8 25 59	32.5
28	242.5	7 25	12 10	16 55	64	20 42 47.1	-18 11 39	+12 52	8 29 55	32.5
29	243.5	7 24	12 10	16 56	64	20 46 54.5	-17 55 41	+13 02	8 33 52	32.5
30	244.5	7 23	12 10	16 57	65	20 51 01.2	-17 39 24	+13 13	8 37 49	32.5
31	245.5	7 22	12 10	16 59	65	20 55 07.0	-17 22 48	+13 22	8 41 45	32.5

Планеты: Венера (утр.), Марс (1-я пол.), Сатурн (веч.), Юпитер (веч.).

Яркие звезды: вечером – Вега, Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс; утром – Капелла, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Денеб.

5 января 11ч04м – Земля в перигелии.

10 января 6ч Сатурн проходит в 1.6° от Меркурия
11 января 21ч Юпитер проходит в 1.4° от Меркурия
21 января 21ч Марс в 1.6° от Урана
23 января 22ч Меркурий в наибольшей восточной элонгации (19°)
24 января 5ч Сатурн в соединении
29 января 3ч Юпитер в соединении

Астероиды: Эвномия, Ирена, Гигея.

20 января Солнце из созвездия Стрельца переходит в созвездие Козерога.

ЛУНА. Январь 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	− °	+ °	ч м с	° ′	′	
1	18 37	1 36	9 34	122	123	8 23 34	+23 01.5	30.9	0.96
2	19 49	2 29	10 10	116	118	9 18 59	+20 13.1	31.2	0.91
3	21 03	3 21	10 39	108	111	10 12 51	+16 18.5	31.4	0.84
4	22 18	4 11	11 04	100	104	11 05 06	+11 30.7	31.7	0.76
5	23 33	4 59	11 27	91	95	11 56 09	+6 05.0	31.9	0.66
6	-	5 48	11 50	-	87	12 46 47	+0 17.4	32.1	0.55
7	0 48	6 37	12 13	82	78	13 37 58	-5 35.1	32.3	0.43
8	2 06	7 28	12 39	73	70	14 30 43	-11 14.2	32.4	0.32
9	3 25	8 22	13 09	65	63	15 25 55	-16 19.5	32.5	0.22
10	4 44	9 19	13 47	59	57	16 24 04	-20 29.6	32.5	0.13
11	6 00	10 19	14 34	54	53	17 24 55	-23 23.7	32.4	0.06
12	7 08	11 20	15 32	52	52	18 27 22	-24 46.3	32.3	0.02
13	8 04	12 21	16 39	53	54	19 29 35	-24 31.6	32.0	0.00
14	8 49	13 18	17 51	57	59	20 29 40	-22 45.4	31.7	0.01
15	9 23	14 10	19 04	62	65	21 26 19	-19 43.1	31.3	0.04
16	9 51	14 58	20 14	69	72	22 19 06	-15 44.0	30.9	0.09
17	10 14	15 43	21 22	76	79	23 08 19	-11 07.6	30.5	0.16
18	10 35	16 25	22 27	84	87	23 54 43	-6 10.3	30.1	0.24
19	10 53	17 06	23 31	91	95	0 39 13	-1 05.3	29.9	0.33
20	11 12	17 47	-	98	-	1 22 48	+3 57.0	29.7	0.42
21	11 32	18 28	0 34	105	102	2 06 26	+8 47.7	29.6	0.51
22	11 53	19 12	1 38	112	109	2 51 01	+13 18.2	29.6	0.61
23	12 19	19 57	2 42	118	116	3 37 22	+17 19.5	29.7	0.70
24	12 50	20 46	3 46	123	121	4 26 07	+20 40.9	29.8	0.78
25	13 29	21 37	4 50	126	125	5 17 37	+23 10.9	30.1	0.85
26	14 17	22 31	5 50	128	127	6 11 45	+24 37.1	30.4	0.92
27	15 15	23 26	6 44	127	127	7 07 52	+24 48.9	30.7	0.96
28	16 22	-	7 30	123	125	8 04 53	+23 40.1	31.1	0.99
29	17 34	0 21	8 09	118	120	9 01 37	+21 10.8	31.4	1.00
30	18 50	1 14	8 41	111	114	9 57 08	+17 28.3	31.7	0.98
31	20 06	2 06	9 08	103	106	10 51 00	+12 45.8	31.9	0.94

6 янв. 11ч 38м - посл. четв.
13 янв. 7ч 12м - новолуние
20 янв. 23ч 03м - перв. четв.
28 янв. 21ч 18м - полнолуние

9 янв. 17ч 40м - перигей 367389 км
21 янв. 15ч 12м - апогей 404360 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Венеры	11 янв. в 22ч 16м 1.9°
Сатурна	14 янв. в 0ч 2м 3.5°
Юпитера	14 янв. в 3ч 24м 3.8°
Меркурия	14 янв. в 10ч 10м 3.2°
Нептуна	17 янв. в 11ч 5м 5.0°
Урана	21 янв. в 10ч 57м 3.9°
Марса	21 янв. в 11ч 26м 5.5°

СОЛНЦЕ. Февраль 2021.

Дата	J.D. 2459	Для Одессы $t_в$	$t_к$	$t_з$	A	В 0ч земного времени α	δ	η	$S_☉$	d
		ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	246.5	7 21	12 11	17 0	66	20 59 12.0	-17 05 53	+13 30	8 45 42	32.5
2	247.5	7 19	12 11	17 2	66	21 03 16.2	-16 48 40	+13 38	8 49 38	32.5
3	248.5	7 18	12 11	17 3	67	21 07 19.6	-16 31 10	+13 45	8 53 35	32.5
4	249.5	7 17	12 11	17 5	67	21 11 22.2	-16 13 22	+13 51	8 57 31	32.4
5	250.5	7 16	12 11	17 6	68	21 15 24.0	-15 55 17	+13 56	9 01 28	32.4
6	251.5	7 14	12 11	17 8	68	21 19 25.0	-15 36 56	+14 01	9 05 24	32.4
7	252.5	7 13	12 11	17 10	68	21 23 25.3	-15 18 18	+14 04	9 09 21	32.4
8	253.5	7 11	12 11	17 11	69	21 27 24.8	-14 59 25	+14 07	9 13 18	32.4
9	254.5	7 10	12 11	17 13	69	21 31 23.5	-14 40 17	+14 09	9 17 14	32.4
10	255.5	7 8	12 11	17 14	70	21 35 21.4	-14 20 54	+14 11	9 21 11	32.4
11	256.5	7 7	12 11	17 16	70	21 39 18.6	-14 01 16	+14 11	9 25 07	32.4
12	257.5	7 5	12 11	17 17	71	21 43 15.0	-13 41 25	+14 11	9 29 04	32.4
13	258.5	7 4	12 11	17 19	71	21 47 10.6	-13 21 20	+14 10	9 33 00	32.4
14	259.5	7 2	12 11	17 20	72	21 51 05.5	-13 01 02	+14 09	9 36 57	32.4
15	260.5	7 1	12 11	17 22	72	21 54 59.7	-12 40 31	+14 06	9 40 53	32.4
16	261.5	6 59	12 11	17 23	73	21 58 53.1	-12 19 48	+14 03	9 44 50	32.4
17	262.5	6 57	12 11	17 25	73	22 02 45.7	-11 58 53	+13 59	9 48 47	32.4
18	263.5	6 56	12 11	17 26	74	22 06 37.7	-11 37 47	+13 55	9 52 43	32.4
19	264.5	6 54	12 11	17 28	74	22 10 29.0	-11 16 29	+13 49	9 56 40	32.4
20	265.5	6 53	12 11	17 29	75	22 14 19.5	-10 55 02	+13 43	10 00 36	32.4
21	266.5	6 51	12 11	17 31	76	22 18 09.4	-10 33 24	+13 37	10 04 33	32.3
22	267.5	6 49	12 11	17 32	76	22 21 58.7	-10 11 36	+13 29	10 08 29	32.3
23	268.5	6 47	12 10	17 34	77	22 25 47.3	-9 49 39	+13 21	10 12 26	32.3
24	269.5	6 46	12 10	17 35	77	22 29 35.3	-9 27 34	+13 13	10 16 22	32.3
25	270.5	6 44	12 10	17 36	78	22 33 22.7	-9 05 20	+13 04	10 20 19	32.3
26	271.5	6 42	12 10	17 38	78	22 37 09.5	-8 42 58	+12 54	10 24 16	32.3
27	272.5	6 40	12 10	17 39	79	22 40 55.7	-8 20 28	+12 44	10 28 12	32.3
28	273.5	6 38	12 10	17 41	79	22 44 41.3	-7 57 51	+12 33	10 32 09	32.3

Планеты: Венера (утр.?), Марс (1-я пол.), Сатурн (утр.), Юпитер (утр.).

Яркие звезды: вечером – Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул; утром – Капелла, Кастор, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

6 февраля 9ч Венера проходит в 0.4° от Сатурна
8 февраля 15ч Меркурий в нижнем соединении
11 февраля 17ч Венера проходит в 0.4° от Юпитера
13 февраля 11ч Венера проходит в 4.6° от Меркурия
15 февраля 15ч Юпитер проходит в 3.9° от Меркурия
23 февраля 11ч Сатурн проходит в 4.1° от Меркурия

Астероиды: Эхо, Мельпомена, Амфитрита.

17 февраля Солнце переходит в созвездие Водолея.

ЛУНА. Февраль 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	21 22	2 56	9 32	94	98	11 43 22	+7 20.0	32.1	0.88
2	22 39	3 45	9 55	85	89	12 34 49	+1 29.3	32.2	0.79
3	23 56	4 34	10 17	76	80	13 26 11	-4 27.2	32.3	0.69
4	-	5 24	10 42	-	72	14 18 24	-10 10.7	32.3	0.58
5	1 13	6 17	11 11	67	64	15 12 23	-15 21.9	32.3	0.47
6	2 31	7 12	11 45	60	58	16 08 42	-19 41.6	32.2	0.36
7	3 46	8 09	12 27	55	54	17 07 25	-22 51.6	32.1	0.25
8	4 55	9 08	13 20	52	52	18 07 55	-24 37.5	31.9	0.16
9	5 55	10 07	14 22	52	53	19 08 50	-24 51.3	31.7	0.09
10	6 43	11 04	15 31	55	56	20 08 33	-23 34.5	31.5	0.04
11	7 21	11 58	16 43	60	62	21 05 40	-20 57.3	31.2	0.01
12	7 51	12 48	17 55	66	69	21 59 28	-17 16.1	30.9	0.00
13	8 16	13 35	19 04	73	76	22 49 55	-12 49.2	30.6	0.02
14	8 37	14 19	20 11	80	84	23 37 30	-7 54.2	30.3	0.05
15	8 56	15 01	21 16	88	92	0 22 57	-2 46.0	30.0	0.11
16	9 15	15 42	22 20	96	100	1 07 09	+2 22.9	29.8	0.17
17	9 34	16 23	23 24	103	107	1 50 59	+7 22.0	29.6	0.25
18	9 44	17 05	-	110	-	2 35 19	+12 02.2	29.6	0.34
19	10 18	17 49	0 28	116	113	3 20 57	+16 14.5	29.6	0.43
20	10 47	18 36	1 32	121	119	4 08 33	+19 49.4	29.7	0.52
21	11 21	19 26	2 36	125	124	4 58 36	+22 36.5	29.9	0.62
22	12 05	20 18	3 37	127	127	5 51 13	+24 24.7	30.1	0.71
23	12 58	21 12	4 33	128	128	6 46 07	+25 03.4	30.5	0.79
24	14 01	22 07	5 22	125	126	7 42 32	+24 24.0	30.9	0.87
25	15 12	23 02	6 04	121	123	8 39 25	+22 23.2	31.3	0.93
26	16 28	23 55	6 39	114	117	9 35 48	+19 03.7	31.8	0.98
27	17 46	-	7 08	106	110	10 31 03	+14 35.1	32.1	1.00
28	19 04	0 47	7 34	97	101	11 25 02	+9 12.6	32.4	0.99

4 фев. 19ч 38м - посл. четв.
11 фев. 21ч 08м - новолуние
19 фев. 20ч 49м - перв. четв.
27 фев. 10ч 19м - полнолуние

3 фев. 21ч 34м - перигей 370126 км
18 фев. 12ч 23м - апогей 404465 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Сатурна	10 фев. в 16ч 41м 3.9°
Венеры	10 фев. в 23ч 37м 3.5°
Юпитера	11 фев. в 0ч 31м 4.0°
Нептуна	13 фев. в 23ч 1м 4.3°
Урана	17 фев. в 21ч 39м 3.1°
Марса	19 фев. в 9ч 39м 4.1°

СОЛНЦЕ. Март 2021.

Дата	J.D. 2459	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч земного времени α ч м с	δ ° ′ ″	η м с	$S_⊙$ ч м с	d ′
1	274.5	6 37	12 9	17 42	80	22 48 26.5	-7 35 06	+12 21	10 36 05	32.3
2	275.5	6 35	12 9	17 44	80	22 52 11.1	-7 12 16	+12 09	10 40 02	32.3
3	276.5	6 33	12 9	17 45	81	22 55 55.3	-6 49 19	+11 57	10 43 58	32.3
4	277.5	6 31	12 9	17 47	82	22 59 39.0	-6 26 16	+11 44	10 47 55	32.3
5	278.5	6 29	12 9	17 48	82	23 03 22.3	-6 03 08	+11 31	10 51 51	32.3
6	279.5	6 27	12 8	17 49	83	23 07 05.2	-5 39 55	+11 17	10 55 48	32.2
7	280.5	6 25	12 8	17 51	83	23 10 47.7	-5 16 37	+11 03	10 59 45	32.2
8	281.5	6 24	12 8	17 52	84	23 14 29.8	-4 53 14	+10 49	11 03 41	32.2
9	282.5	6 22	12 8	17 54	84	23 18 11.6	-4 29 48	+10 34	11 07 38	32.2
10	283.5	6 20	12 7	17 55	85	23 21 53.0	-4 06 18	+10 19	11 11 34	32.2
11	284.5	6 18	12 7	17 56	86	23 25 34.1	-3 42 45	+10 03	11 15 31	32.2
12	285.5	6 16	12 7	17 58	86	23 29 14.9	-3 19 09	+9 47	11 19 27	32.2
13	286.5	6 14	12 7	17 59	87	23 32 55.3	-2 55 31	+9 31	11 23 24	32.2
14	287.5	6 12	12 6	18 1	87	23 36 35.6	-2 31 51	+9 15	11 27 20	32.2
15	288.5	6 10	12 6	18 2	88	23 40 15.5	-2 08 10	+8 58	11 31 17	32.2
16	289.5	6 8	12 6	18 3	88	23 43 55.2	-1 44 27	+8 42	11 35 14	32.2
17	290.5	6 6	12 5	18 5	89	23 47 34.7	-1 20 43	+8 25	11 39 10	32.1
18	291.5	6 4	12 5	18 6	90	23 51 14.0	-0 56 59	+8 07	11 43 07	32.1
19	292.5	6 2	12 5	18 8	90	23 54 53.1	-0 33 15	+7 50	11 47 03	32.1
20	293.5	6 0	12 5	18 9	91	23 58 32.1	-0 09 32	+7 32	11 50 60	32.1
21	294.5	5 58	12 4	18 10	91	0 02 10.9	+0 14 11	+7 14	11 54 56	32.1
22	295.5	5 56	12 4	18 12	92	0 05 49.5	+0 37 53	+6 57	11 58 53	32.1
23	296.5	5 54	12 4	18 13	92	0 09 28.1	+1 01 33	+6 39	12 02 49	32.1
24	297.5	5 52	12 3	18 14	93	0 13 06.6	+1 25 12	+6 21	12 06 46	32.1
25	298.5	5 51	12 3	18 16	94	0 16 45.0	+1 48 48	+6 02	12 10 43	32.1
26	299.5	5 49	12 3	18 17	94	0 20 23.4	+2 12 22	+5 44	12 14 39	32.1
27	300.5	5 47	12 2	18 18	95	0 24 01.7	+2 35 52	+5 26	12 18 36	32.1
28	301.5	5 45	12 2	18 20	95	0 27 40.0	+2 59 20	+5 08	12 22 32	32.0
29	302.5	5 43	12 2	18 21	96	0 31 18.4	+3 22 44	+4 50	12 26 29	32.0
30	303.5	5 41	12 2	18 22	96	0 34 56.8	+3 46 04	+4 31	12 30 25	32.0
31	304.5	5 39	12 1	18 24	97	0 38 35.3	+4 09 19	+4 13	12 34 22	32.0

Планеты: Марс (1-я пол.), Сатурн (утр.), Юпитер (утр.).

Яркие звезды: вечером – Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Арктур; утром – Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

20 марта 11ч37м – весеннее равноденствие.

28 марта 03ч00м – переход на летнее время.

5 марта 8ч Юпитер проходит в 0.3° от Меркурия

6 марта 17ч Меркурий в наибольшей западной элонгации

11 марта 2ч Нептун в соединении

26 марта 8ч Венера в верхнем соединении

Астероиды: Веста.

11 марта Солнце переходит в созвездие Рыб.

ЛУНА. Март 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	20 23	1 38	7 57	88	92	12 18 05	+3 15.5	32.6	0.96
2	21 42	2 28	8 20	78	83	13 10 53	-2 54.7	32.7	0.90
3	23 02	3 20	8 45	70	74	14 04 14	-8 55.7	32.7	0.83
4	-	4 12	9 12	-	66	14 58 56	-14 25.6	32.6	0.73
5	0 22	5 07	9 45	62	60	15 55 31	-19 03.6	32.4	0.62
6	1 39	6 04	10 25	56	55	16 54 05	-22 31.4	32.1	0.51
7	2 49	7 03	11 14	53	52	17 54 04	-24 35.5	31.9	0.40
8	3 51	8 01	12 13	52	52	18 54 20	-25 08.7	31.6	0.29
9	4 41	8 58	13 19	54	55	19 53 29	-24 12.2	31.3	0.20
10	5 21	9 52	14 29	58	60	20 50 15	-21 54.9	31.1	0.12
11	5 53	10 42	15 40	63	66	21 43 58	-18 30.9	30.8	0.06
12	6 19	11 29	16 50	70	73	22 34 34	-14 16.7	30.5	0.02
13	6 41	12 14	17 57	78	81	23 22 24	-9 28.7	30.3	0.00
14	7 00	12 56	19 03	85	89	0 08 09	-4 21.9	30.0	0.00
15	7 19	13 37	20 08	93	97	0 52 35	+0 50.5	29.8	0.03
16	7 38	14 18	21 12	100	104	1 36 30	+5 57.0	29.7	0.06
17	7 57	15 00	22 16	107	111	2 20 42	+10 47.3	29.5	0.12
18	8 20	15 44	23 20	114	118	3 05 54	+15 11.7	29.5	0.18
19	8 45	16 29	-	120	-	3 52 44	+19 00.4	29.5	0.26
20	9 17	17 17	0 24	124	123	4 41 40	+22 03.7	29.6	0.35
21	9 56	18 08	1 25	127	126	5 32 53	+24 11.4	29.8	0.44
22	10 44	19 00	2 23	128	128	6 26 13	+25 13.8	30.1	0.54
23	11 41	19 54	3 14	127	128	7 21 09	+25 02.8	30.5	0.64
24	12 48	20 47	3 58	124	125	8 16 53	+23 33.4	30.9	0.73
25	14 01	21 41	4 35	118	120	9 12 36	+20 45.5	31.4	0.82
26	15 18	22 33	5 06	110	114	10 07 42	+16 44.1	31.9	0.90
27	16 36	23 24	5 33	102	106	11 01 59	+11 40.1	32.4	0.95
28	18 57	-	6 57	92	97	11 55 41	+5 49.2	32.8	0.99
29	20 18	1 16	7 21	82	87	12 49 20	-0 28.2	33.0	1.00
30	21 41	2 08	7 45	73	78	13 43 43	-6 48.7	33.2	0.98
31	23 04	3 02	8 11	64	69	14 39 35	-12 46.6	33.1	0.93

6 марта 3ч 33м - посл. четв.
13 марта 12ч 23м - новолуние
21 марта 16ч 41м - перв. четв.
28 марта 21ч 50м - полнолуние

2 марта 7ч 20м - перигей 365421 км
18 марта 7ч 05м - апогей 405252 км
30 марта 9ч 13м - перигей 360310 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Сатурна	10 марта в 10ч 52м 4.2°
Юпитера	10 марта в 20ч 19м 4.2°
Меркурия	11 марта в 3ч 28м 4.3°
Венеры	13 марта в 4ч 4м 4.4°
Нептуна	13 марта в 7ч 28м 4.8°
Урана	17 марта в 5ч 30м 3.3°
Марса	19 марта в 21ч 49м 2.3°

СОЛНЦЕ. Апрель 2021.

Дата J.D. 2459	Для Одессы						В 0ч земного времени											
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_⊙$		d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	305.5	6	37	13	1	19	25	98	0	42	13.9	+4	32	31	+3	55	12	38	18	32.0
2	306.5	6	35	13	1	19	26	98	0	45	52.7	+4	55	37	+3	38	12	42	15	32.0
3	307.5	6	33	13	0	19	28	99	0	49	31.6	+5	18	38	+3	20	12	46	12	32.0
4	308.5	6	31	13	0	19	29	99	0	53	10.6	+5	41	34	+3	02	12	50	08	32.0
5	309.5	6	29	12	60	19	31	100	0	56	49.8	+6	04	24	+2	45	12	54	05	32.0
6	310.5	6	27	12	60	19	32	100	1	00	29.2	+6	27	08	+2	28	12	58	01	32.0
7	311.5	6	25	12	59	19	33	101	1	04	08.9	+6	49	45	+2	11	13	01	58	32.0
8	312.5	6	23	12	59	19	35	101	1	07	48.8	+7	12	16	+1	54	13	05	54	31.9
9	313.5	6	21	12	59	19	36	102	1	11	28.9	+7	34	39	+1	38	13	09	51	31.9
10	314.5	6	20	12	58	19	37	102	1	15	09.2	+7	56	54	+1	22	13	13	47	31.9
11	315.5	6	18	12	58	19	39	103	1	18	49.9	+8	19	02	+1	06	13	17	44	31.9
12	316.5	6	16	12	58	19	40	104	1	22	30.8	+8	41	01	+0	50	13	21	41	31.9
13	317.5	6	14	12	58	19	41	104	1	26	12.1	+9	02	52	+0	35	13	25	37	31.9
14	318.5	6	12	12	57	19	43	105	1	29	53.7	+9	24	33	+0	20	13	29	34	31.9
15	319.5	6	10	12	57	19	44	105	1	33	35.6	+9	46	05	+0	05	13	33	30	31.9
16	320.5	6	8	12	57	19	45	106	1	37	17.8	+10	07	28	-0	09	13	37	27	31.9
17	321.5	6	7	12	57	19	47	106	1	41	00.4	+10	28	40	-0	23	13	41	23	31.9
18	322.5	6	5	12	56	19	48	107	1	44	43.4	+10	49	42	-0	36	13	45	20	31.9
19	323.5	6	3	12	56	19	49	107	1	48	26.8	+11	10	33	-0	50	13	49	16	31.8
20	324.5	6	1	12	56	19	51	108	1	52	10.5	+11	31	13	-1	02	13	53	13	31.8
21	325.5	5	60	12	56	19	52	108	1	55	54.7	+11	51	41	-1	15	13	57	10	31.8
22	326.5	5	58	12	56	19	53	109	1	59	39.3	+12	11	58	-1	27	14	01	06	31.8
23	327.5	5	56	12	55	19	55	109	2	03	24.3	+12	32	02	-1	38	14	05	03	31.8
24	328.5	5	54	12	55	19	56	110	2	07	09.7	+12	51	54	-1	50	14	08	59	31.8
25	329.5	5	53	12	55	19	57	110	2	10	55.6	+13	11	33	-2	00	14	12	56	31.8
26	330.5	5	51	12	55	19	59	111	2	14	42.0	+13	30	59	-2	10	14	16	52	31.8
27	331.5	5	49	12	55	20	0	111	2	18	28.9	+13	50	11	-2	20	14	20	49	31.8
28	332.5	5	48	12	55	20	1	112	2	22	16.3	+14	09	10	-2	29	14	24	45	31.8
29	333.5	5	46	12	54	20	3	112	2	26	04.2	+14	27	55	-2	38	14	28	42	31.8
30	334.5	5	45	12	54	20	4	113	2	29	52.6	+14	46	26	-2	46	14	32	39	31.8

Планеты: Венера (веч.), Марс (1-я пол.), Сатурн (утр.), Юпитер (утр.).

Яркие звезды: вечером – Альдебаран, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Вега; утром – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

19 апреля 4ч Меркурий в верхнем соединении
25 апреля 20ч Венера проходит в 1.2° от Меркурия
30 апреля 22ч Уран в соединении

Астероиды: Метис.

Метеоры: Лириды (22 апреля, 18-90 метеоров в час).

18 апреля Солнце переходит в созвездие Овна.

ЛУНА. Апрель 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	-	3 58	8 43	-	62	15 37 28	-17 56.7	32.9	0.86
2	0 25	4 56	9 21	58	56	16 37 26	-21 56.1	32.7	0.76
3	1 41	5 56	10 08	53	52	17 38 49	-24 28.1	32.3	0.66
4	2 48	6 56	11 05	51	51	18 40 22	-25 24.4	31.9	0.55
5	3 42	7 54	12 10	52	53	19 40 30	-24 46.6	31.5	0.44
6	4 24	8 49	13 20	56	58	20 37 58	-22 44.5	31.1	0.33
7	4 58	9 40	14 30	61	64	21 32 04	-19 33.4	30.8	0.24
8	5 25	10 27	15 40	68	71	22 22 47	-15 29.8	30.5	0.16
9	5 47	11 12	16 47	75	78	23 10 36	-10 49.6	30.2	0.09
10	6 07	11 54	17 53	82	86	23 56 12	-5 47.3	30.0	0.04
11	6 25	12 35	18 57	90	94	0 40 26	-0 35.3	29.8	0.01
12	6 43	13 16	20 01	98	102	1 24 06	+4 34.8	29.6	0.00
13	7 02	13 57	21 06	105	109	2 07 59	+9 32.4	29.5	0.01
14	7 23	14 40	22 10	112	116	2 52 47	+14 07.4	29.4	0.03
15	7 47	15 25	23 14	118	121	3 39 07	+18 09.4	29.4	0.07
16	8 16	16 12	-	123	-	4 27 24	+21 28.0	29.5	0.13
17	8 52	17 01	0 17	127	126	5 17 46	+23 53.3	29.6	0.20
18	9 35	17 52	1 16	128	128	6 10 04	+25 15.8	29.8	0.28
19	10 28	18 44	2 09	128	129	7 03 48	+25 28.0	30.1	0.37
20	11 30	19 37	2 55	126	127	7 58 15	+24 25.4	30.4	0.47
21	12 39	20 29	3 34	121	123	8 52 41	+22 07.2	30.9	0.57
22	13 52	21 20	4 06	114	117	9 46 34	+18 36.8	31.3	0.68
23	15 08	22 10	4 33	106	110	10 39 44	+14 01.7	31.9	0.77
24	16 26	23 01	4 58	97	102	11 32 26	+8 33.3	32.4	0.86
25	17 47	23 52	5 21	88	92	12 25 14	+2 27.1	32.8	0.93
26	19 09	-	5 44	78	93	13 18 58	-3 56.8	33.2	0.98
27	20 34	0 45	6 09	68	74	14 14 31	-10 14.3	33.4	1.00
28	21 59	1 41	6 38	60	65	15 12 35	-15 57.5	33.4	0.99
29	23 22	2 41	7 13	54	58	16 13 28	-20 38.6	33.3	0.95
30	-	3 42	7 58	-	53	17 16 35	-23 53.4	33.0	0.88

4 апр. 13ч 04м - посл. четв.
12 апр. 5ч 32м - новолуние
20 апр. 10ч 00м - перв. четв.
27 апр. 6ч 33м - полнолуние

14 апр. 20ч 48м - апогей 406119 км
27 апр. 18ч 25м - перигей 357378 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии	
Сатурна	6 апр. в 15ч 28м	4.3°
Юпитера	7 апр. в 15ч 24м	4.6°
Нептуна	9 апр. в 18ч 43м	4.2°
Меркурия	11 апр. в 14ч 54м	3.2°
Венеры	12 апр. в 17ч 30м	2.9°
Урана	13 апр. в 18ч 11м	2.6°
Марса	17 апр. в 14ч 44м	0.6°

СОЛНЦЕ. Май 2021.

Дата J.D. 2459	Для Одессы				В 0ч земного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_\odot$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	335.5	5 43	12 54	20 5	113	2 33 41.6	+15 04 42	-2 54	14 36 35	31.7
2	336.5	5 41	12 54	20 7	114	2 37 31.1	+15 22 43	-3 01	14 40 32	31.7
3	337.5	5 40	12 54	20 8	114	2 41 21.2	+15 40 29	-3 07	14 44 28	31.7
4	338.5	5 38	12 54	20 9	115	2 45 11.8	+15 57 60	-3 13	14 48 25	31.7
5	339.5	5 37	12 54	20 11	115	2 49 03.0	+16 15 14	-3 18	14 52 21	31.7
6	340.5	5 35	12 54	20 12	115	2 52 54.8	+16 32 13	-3 23	14 56 18	31.7
7	341.5	5 34	12 54	20 13	116	2 56 47.2	+16 48 55	-3 27	15 00 14	31.7
8	342.5	5 33	12 54	20 15	116	3 00 40.1	+17 05 21	-3 31	15 04 11	31.7
9	343.5	5 31	12 54	20 16	117	3 04 33.7	+17 21 29	-3 34	15 08 08	31.7
10	344.5	5 30	12 53	20 17	117	3 08 27.8	+17 37 20	-3 36	15 12 04	31.7
11	345.5	5 29	12 53	20 18	117	3 12 22.5	+17 52 54	-3 38	15 16 01	31.7
12	346.5	5 27	12 53	20 20	118	3 16 17.8	+18 08 09	-3 40	15 19 57	31.7
13	347.5	5 26	12 53	20 21	118	3 20 13.6	+18 23 06	-3 40	15 23 54	31.7
14	348.5	5 25	12 53	20 22	119	3 24 10.0	+18 37 45	-3 40	15 27 50	31.6
15	349.5	5 23	12 53	20 23	119	3 28 07.0	+18 52 04	-3 40	15 31 47	31.6
16	350.5	5 22	12 53	20 25	119	3 32 04.5	+19 06 05	-3 39	15 35 43	31.6
17	351.5	5 21	12 53	20 26	120	3 36 02.6	+19 19 46	-3 37	15 39 40	31.6
18	352.5	5 20	12 53	20 27	120	3 40 01.2	+19 33 07	-3 35	15 43 37	31.6
19	353.5	5 19	12 54	20 28	120	3 44 00.4	+19 46 08	-3 33	15 47 33	31.6
20	354.5	5 18	12 54	20 29	121	3 48 00.1	+19 58 49	-3 30	15 51 30	31.6
21	355.5	5 17	12 54	20 30	121	3 52 00.3	+20 11 09	-3 26	15 55 26	31.6
22	356.5	5 16	12 54	20 32	121	3 56 01.0	+20 23 09	-3 22	15 59 23	31.6
23	357.5	5 15	12 54	20 33	122	4 00 02.2	+20 34 47	-3 17	16 03 19	31.6
24	358.5	5 14	12 54	20 34	122	4 04 03.9	+20 46 04	-3 12	16 07 16	31.6
25	359.5	5 13	12 54	20 35	122	4 08 06.1	+20 56 60	-3 06	16 11 12	31.6
26	360.5	5 12	12 54	20 36	123	4 12 08.8	+21 07 34	-3 00	16 15 09	31.6
27	361.5	5 11	12 54	20 37	123	4 16 12.0	+21 17 46	-2 54	16 19 06	31.6
28	362.5	5 11	12 54	20 38	123	4 20 15.7	+21 27 36	-2 46	16 23 02	31.6
29	363.5	5 10	12 54	20 39	123	4 24 19.8	+21 37 04	-2 39	16 26 59	31.6
30	364.5	5 9	12 55	20 40	124	4 28 24.4	+21 46 09	-2 31	16 30 55	31.6
31	365.5	5 9	12 55	20 41	124	4 32 29.4	+21 54 52	-2 22	16 34 52	31.5

Планеты: Венера (веч.), Марс(1-я пол.), Сатурн (2-я пол.), Юпитер (2-я пол.).

Яркие звезды: вечером – Капелла, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Денеб; утром – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

17 мая 8ч Меркурий в наибольшей восточной элонгации (22°)
29 мая 6ч Венера проходит в 0.4° от Меркурия

Метеоры: η-Аквариды (5 мая, 40-85 метеоров в час).

13 мая Солнце переходит в созвездие Тельца.

ЛУНА. Май 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	0 36	4 45	8 53	51	51	18 20 31	-25 27.2	32.6	0.80
2	1 37	5 46	9 58	51	52	19 23 20	-25 17.8	32.1	0.70
3	2 25	6 44	11 08	54	56	20 23 16	-23 35.0	31.6	0.59
4	3 02	7 37	12 20	59	61	21 19 19	-20 35.9	31.1	0.48
5	3 30	8 26	13 31	65	68	22 11 22	-16 39.9	30.7	0.38
6	3 54	9 11	14 39	72	76	22 59 56	-12 04.8	30.3	0.28
7	4 14	9 54	15 45	80	84	23 45 50	-7 05.7	30.0	0.20
8	4 32	10 35	16 49	88	91	0 30 02	-1 55.1	29.8	0.13
9	4 50	11 15	17 53	95	99	1 13 25	+3 16.0	29.6	0.07
10	5 08	11 56	18 57	103	107	1 56 54	+8 17.8	29.5	0.03
11	5 28	12 38	20 01	110	114	2 41 14	+13 00.2	29.4	0.01
12	5 51	13 22	21 06	116	120	3 27 04	+17 13.0	29.4	0.00
13	6 18	14 09	22 10	122	124	4 14 51	+20 45.4	29.4	0.01
14	6 51	14 57	23 10	126	128	5 04 46	+23 26.7	29.5	0.04
15	7 32	15 48	-	128	-	5 56 39	+25 06.9	29.6	0.09
16	8 22	16 39	0 06	129	129	6 49 56	+25 38.3	29.8	0.15
17	9 20	17 31	0 54	127	128	7 43 50	+24 56.2	30.1	0.23
18	10 25	18 22	1 34	123	125	8 37 32	+23 00.4	30.4	0.32
19	11 35	19 12	2 07	117	120	9 30 27	+19 54.5	30.8	0.42
20	12 48	20 01	2 35	110	113	10 22 23	+15 45.4	31.2	0.52
21	14 03	20 50	3 00	102	106	11 13 32	+10 42.8	31.7	0.63
22	15 19	21 39	3 22	93	97	12 04 32	+4 59.0	32.2	0.73
23	16 38	22 30	3 44	83	88	12 56 13	-1 10.7	32.7	0.83
24	18 01	23 23	4 07	73	79	13 49 39	-7 27.1	33.1	0.91
25	19 26	-	4 34	64	70	14 45 47	-13 26.2	33.3	0.97
26	20 51	0 20	5 05	57	61	15 45 19	-18 40.1	33.4	1.00
27	22 12	1 22	5 45	52	55	16 48 13	-22 40.1	33.4	1.00
28	23 22	2 26	6 36	51	51	17 53 24	-25 02.9	33.1	0.96
29	-	3 30	7 38	-	51	18 58 48	-25 36.9	32.7	0.91
30	0 18	4 31	8 49	53	54	20 02 02	-24 25.9	32.3	0.83
31	1 01	5 29	10 04	57	59	21 01 23	-21 46.1	31.7	0.74

3 мая 22ч 51м - посл. четв.
11 мая 22ч 01м - новолуние
19 мая 22ч 13м - перв. четв.
26 мая 14ч 14м - полнолуние

12 мая 0ч 55м - апогей 406511 км
26 мая 4ч 53м - перигей 357309 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Сатурна	3 мая в 20ч 50м 4.5°
Юпитера	5 мая в 1ч 7м 5.2°
Нептуна	6 мая в 23ч 23м 4.7°
Урана	11 мая в 1ч 42м 3.0°
Венеры	13 мая в 1ч 47м 1.5°
Меркурия	13 мая в 22ч 44м 2.7°
Марса	16 мая в 6ч 54м 0.7°
Сатурна	31 мая в 8ч 44м 4.8°

СОЛНЦЕ. Июнь 2021.

Дата	J.D. 2459	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч земного времени α ч м с	δ ° ′ ″	η м с	$S_⊙$ ч м с	d ′
1	366.5	5 8	12 55	20 42	124	4 36 34.9	+22 03 12	-2 14	16 38 48	31.5
2	367.5	5 7	12 55	20 43	124	4 40 40.7	+22 11 09	-2 04	16 42 45	31.5
3	368.5	5 7	12 55	20 43	125	4 44 47.0	+22 18 43	-1 54	16 46 41	31.5
4	369.5	5 6	12 55	20 44	125	4 48 53.6	+22 25 53	-1 44	16 50 38	31.5
5	370.5	5 6	12 56	20 45	125	4 53 00.6	+22 32 40	-1 34	16 54 35	31.5
6	371.5	5 5	12 56	20 46	125	4 57 08.0	+22 39 03	-1 23	16 58 31	31.5
7	372.5	5 5	12 56	20 47	125	5 01 15.6	+22 45 03	-1 12	17 02 28	31.5
8	373.5	5 5	12 56	20 47	125	5 05 23.6	+22 50 38	-1 01	17 06 24	31.5
9	374.5	5 4	12 56	20 48	126	5 09 31.8	+22 55 50	-0 49	17 10 21	31.5
10	375.5	5 4	12 56	20 49	126	5 13 40.3	+23 00 37	-0 37	17 14 17	31.5
11	376.5	5 4	12 57	20 49	126	5 17 49.1	+23 04 60	-0 25	17 18 14	31.5
12	377.5	5 4	12 57	20 50	126	5 21 58.0	+23 08 58	-0 12	17 22 10	31.5
13	378.5	5 4	12 57	20 50	126	5 26 07.1	+23 12 32	+0 00	17 26 07	31.5
14	379.5	5 4	12 57	20 51	126	5 30 16.3	+23 15 42	+0 13	17 30 04	31.5
15	380.5	5 4	12 57	20 51	126	5 34 25.7	+23 18 26	+0 26	17 34 00	31.5
16	381.5	5 4	12 58	20 52	126	5 38 35.2	+23 20 46	+0 38	17 37 57	31.5
17	382.5	5 4	12 58	20 52	126	5 42 44.7	+23 22 42	+0 51	17 41 53	31.5
18	383.5	5 4	12 58	20 53	126	5 46 54.3	+23 24 12	+1 04	17 45 50	31.5
19	384.5	5 4	12 58	20 53	126	5 51 03.9	+23 25 18	+1 18	17 49 46	31.5
20	385.5	5 4	12 59	20 53	126	5 55 13.5	+23 25 58	+1 31	17 53 43	31.5
21	386.5	5 4	12 59	20 53	126	5 59 23.0	+23 26 14	+1 44	17 57 39	31.5
22	387.5	5 4	12 59	20 54	126	6 03 32.6	+23 26 06	+1 57	18 01 36	31.5
23	388.5	5 5	12 59	20 54	126	6 07 42.0	+23 25 32	+2 09	18 05 33	31.5
24	389.5	5 5	12 59	20 54	126	6 11 51.4	+23 24 33	+2 22	18 09 29	31.5
25	390.5	5 5	12 60	20 54	126	6 16 00.7	+23 23 10	+2 35	18 13 26	31.5
26	391.5	5 6	12 60	20 54	126	6 20 09.8	+23 21 23	+2 48	18 17 22	31.5
27	392.5	5 6	13 0	20 54	126	6 24 18.9	+23 19 10	+3 00	18 21 19	31.5
28	393.5	5 7	13 0	20 54	126	6 28 27.7	+23 16 33	+3 12	18 25 15	31.5
29	394.5	5 7	13 0	20 54	126	6 32 36.4	+23 13 32	+3 24	18 29 12	31.5
30	395.5	5 8	13 1	20 54	126	6 36 44.9	+23 10 06	+3 36	18 33 08	31.5

Планеты: Венера (веч.), Марс(1-я пол.), Сатурн (2-я пол.), Юпитер (2-я пол.).

Яркие звезды: вечером – Регул, Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб;
утром – Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб.

11 июня 4ч Меркурий в нижнем соединении

21 июня в 06ч32м – летнее солнцестояние.

Астероиды: Юнона, Авзония.

Метеоры: Боотиды (27 июня, число метеоров в час переменное).

21 июня Солнце переходит в созвездие Близнецов.

ЛУНА. Июнь 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	1 33	6 21	11 17	63	66	21 56 13	-17 59.4	31.2	0.64
2	1 59	7 08	12 28	70	73	22 46 52	-13 27.6	30.7	0.53
3	2 20	7 53	13 36	77	81	23 34 08	-8 28.6	30.3	0.43
4	2 39	8 34	14 41	85	89	0 19 03	-3 16.7	30.0	0.34
5	2 57	9 15	15 45	93	97	1 02 42	+1 56.8	29.7	0.25
6	3 15	9 56	16 49	100	104	1 46 03	+7 02.2	29.6	0.17
7	3 34	10 37	17 53	107	111	2 29 60	+11 50.2	29.5	0.10
8	3 56	11 20	18 57	114	118	3 15 19	+16 11.5	29.4	0.05
9	4 21	12 06	20 02	120	123	4 02 34	+19 55.5	29.4	0.02
10	4 52	12 54	21 04	125	127	4 52 04	+22 51.3	29.5	0.00
11	5 31	13 44	22 01	128	129	5 43 43	+24 48.2	29.6	0.00
12	6 18	14 36	22 52	129	128	6 37 01	+25 37.2	29.8	0.02
13	7 13	15 28	23 35	128	126	7 31 05	+25 12.7	30.0	0.06
14	8 17	16 19	-	125	-	8 24 58	+23 33.9	30.2	0.12
15	9 25	17 09	0 10	119	121	9 17 53	+20 44.5	30.5	0.19
16	10 36	17 57	0 39	113	115	10 09 28	+16 52.4	30.9	0.28
17	11 49	18 45	1 04	105	108	10 59 50	+12 07.8	31.2	0.38
18	13 02	19 32	1 27	96	100	11 49 30	+6 42.4	31.6	0.48
19	14 18	20 20	1 48	87	91	12 39 19	+0 49.7	32.0	0.59
20	15 36	21 10	2 09	78	83	13 30 17	-5 14.5	32.4	0.70
21	16 57	22 04	2 33	69	74	14 23 33	-11 11.3	32.8	0.80
22	18 20	23 02	3 01	61	65	15 20 05	-16 37.5	33.0	0.89
23	19 43	-	3 35	54	58	16 20 26	-21 06.6	33.2	0.95
24	20 59	0 04	4 20	51	53	17 24 14	-24 12.2	33.2	0.99
25	22 03	1 08	5 17	51	51	18 29 56	-25 34.5	33.0	1.00
26	22 53	2 12	6 25	55	52	19 35 09	-25 06.9	32.7	0.98
27	23 31	3 13	7 40	60	56	20 37 32	-22 58.7	32.3	0.93
28	-	4 09	8 56	-	62	21 35 37	-19 30.1	31.8	0.86
29	0 00	5 01	10 11	67	70	22 29 10	-15 05.2	31.3	0.78
30	0 24	5 47	11 21	74	78	23 18 43	-10 05.8	30.8	0.69

2 июня 10ч 26м - посл. четв.
10 июня 13ч 54м - новолуние
18 июня 6ч 54м - перв. четв.
24 июня 21ч 40м - полнолуние

8 июня 5ч 28м - апогей 406228 км
23 июня 12ч 59м - перигей 359959 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Юпитера	1 июня в 15ч 52м 4.7°
Нептуна	3 июня в 10ч 28м 4.6°
Урана	7 июня в 12ч 31м 2.5°
Меркурия	10 июня в 16ч 28м 3.6°
Венеры	12 июня в 8ч 5м 0.9°
Марса	14 июня в 0ч 39м 1.9°
Сатурна	27 июня в 14ч 26м 4.3°
Юпитера	28 июня в 23ч 3м 5.1°
Нептуна	30 июня в 16ч 0м 4.4°

СОЛНЦЕ. Июль 2021.

Дата	J.D. 2459	Для Одессы							В 0ч земного времени											
		$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_\odot$			d
		ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	396.5	5	8	13	1	20	54	126	6	40	53.1	+23	06	16	+3	48	18	37	05	31.5
2	397.5	5	9	13	1	20	53	126	6	45	01.1	+23	02	02	+3	60	18	41	02	31.5
3	398.5	5	9	13	1	20	53	126	6	49	08.9	+22	57	24	+4	11	18	44	58	31.5
4	399.5	5	10	13	1	20	53	125	6	53	16.4	+22	52	21	+4	22	18	48	55	31.5
5	400.5	5	11	13	2	20	53	125	6	57	23.5	+22	46	55	+4	32	18	52	51	31.5
6	401.5	5	11	13	2	20	52	125	7	01	30.4	+22	41	05	+4	43	18	56	48	31.5
7	402.5	5	12	13	2	20	52	125	7	05	36.9	+22	34	51	+4	53	19	00	44	31.5
8	403.5	5	13	13	2	20	51	125	7	09	43.0	+22	28	14	+5	02	19	04	41	31.5
9	404.5	5	14	13	2	20	51	125	7	13	48.8	+22	21	13	+5	11	19	08	37	31.5
10	405.5	5	15	13	2	20	50	124	7	17	54.1	+22	13	49	+5	20	19	12	34	31.5
11	406.5	5	15	13	3	20	50	124	7	21	59.1	+22	06	03	+5	28	19	16	31	31.5
12	407.5	5	16	13	3	20	49	124	7	26	03.5	+21	57	53	+5	36	19	20	27	31.5
13	408.5	5	17	13	3	20	48	124	7	30	07.5	+21	49	21	+5	44	19	24	24	31.5
14	409.5	5	18	13	3	20	48	123	7	34	11.0	+21	40	26	+5	51	19	28	20	31.5
15	410.5	5	19	13	3	20	47	123	7	38	14.0	+21	31	10	+5	57	19	32	17	31.5
16	411.5	5	20	13	3	20	46	123	7	42	16.5	+21	21	31	+6	03	19	36	13	31.5
17	412.5	5	21	13	3	20	45	123	7	46	18.4	+21	11	31	+6	08	19	40	10	31.5
18	413.5	5	22	13	3	20	44	122	7	50	19.8	+21	01	09	+6	13	19	44	06	31.5
19	414.5	5	23	13	3	20	44	122	7	54	20.6	+20	50	25	+6	18	19	48	03	31.5
20	415.5	5	24	13	3	20	43	122	7	58	20.8	+20	39	21	+6	21	19	51	60	31.5
21	416.5	5	25	13	3	20	42	122	8	02	20.5	+20	27	56	+6	24	19	55	56	31.5
22	417.5	5	26	13	4	20	41	121	8	06	19.6	+20	16	10	+6	27	19	59	53	31.5
23	418.5	5	27	13	4	20	40	121	8	10	18.2	+20	04	04	+6	29	20	03	49	31.5
24	419.5	5	29	13	4	20	39	121	8	14	16.1	+19	51	38	+6	30	20	07	46	31.5
25	420.5	5	30	13	4	20	38	120	8	18	13.4	+19	38	53	+6	31	20	11	42	31.5
26	421.5	5	31	13	4	20	36	120	8	22	10.2	+19	25	48	+6	31	20	15	39	31.5
27	422.5	5	32	13	4	20	35	120	8	26	06.3	+19	12	23	+6	31	20	19	35	31.5
28	423.5	5	33	13	4	20	34	119	8	30	01.9	+18	58	40	+6	30	20	23	32	31.5
29	424.5	5	34	13	4	20	33	119	8	33	56.9	+18	44	37	+6	28	20	27	29	31.5
30	425.5	5	35	13	4	20	32	118	8	37	51.3	+18	30	16	+6	26	20	31	25	31.5
31	426.5	5	37	13	3	20	30	118	8	41	45.1	+18	15	37	+6	23	20	35	22	31.5

Планеты: Венера (веч.), Марс (веч.), Сатурн (!), Юпитер (!).

Яркие звезды: вечером – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб; утром – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла.

4 июля 13ч54м – Земля в афелии.

4 июля 23ч Меркурий в наибольшей западной элонгации (22°)

13 июля 17ч Венера проходит в 0.5° от Марса (видно низко над горизонтом после захода Солнца)

Астероиды: Геба, Виктория.

Метеоры: Каприкониды, Южные δ-Акварииды.

20 июля Солнце переходит в созвездие Рака.

ЛУНА. Июль 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	0 44	6 31	12 29	82	86	0 05 16	-4 49.7	30.4	0.59
2	1 03	7 13	13 34	90	94	0 49 54	+0 29.5	30.0	0.49
3	1 21	7 53	14 39	98	102	1 33 42	+5 41.2	29.8	0.39
4	1 39	8 35	15 43	105	109	2 17 38	+10 36.3	29.6	0.30
5	2 00	9 17	16 47	112	116	3 02 36	+15 05.9	29.5	0.22
6	2 24	10 02	17 52	118	121	3 49 19	+19 00.6	29.5	0.15
7	2 53	10 49	18 55	123	126	4 38 14	+22 10.0	29.6	0.09
8	3 29	11 39	19 55	127	128	5 29 28	+24 23.4	29.7	0.04
9	4 13	12 31	20 48	129	129	6 22 40	+25 30.6	29.8	0.01
10	5 07	13 23	21 34	128	127	7 17 02	+25 24.4	30.1	0.00
11	6 09	14 15	22 12	126	123	8 11 34	+24 02.2	30.3	0.01
12	7 16	15 06	22 43	121	117	9 05 17	+21 26.7	30.5	0.04
13	8 27	15 55	23 09	115	110	9 57 35	+17 45.5	30.8	0.09
14	9 40	16 43	23 32	107	103	10 48 21	+13 09.9	31.1	0.16
15	10 52	17 30	23 53	99	94	11 37 57	+7 52.9	31.4	0.24
16	12 06	18 16	-	90	-	12 27 05	+2 08.6	31.7	0.34
17	13 21	19 05	0 14	81	85	13 16 43	-3 47.8	32.0	0.45
18	14 39	19 55	0 36	72	77	14 07 56	-9 39.3	32.3	0.57
19	15 59	20 50	1 01	64	68	15 01 47	-15 06.7	32.5	0.68
20	17 19	21 48	1 31	57	61	15 59 04	-19 47.5	32.7	0.78
21	18 34	22 50	2 10	52	55	16 59 58	-23 18.1	32.8	0.87
22	19 46	23 53	3 00	51	51	18 03 42	-25 17.0	32.8	0.94
23	20 42	-	4 02	53	51	19 08 25	-25 31.3	32.6	0.98
24	21 25	0 56	5 14	57	54	20 11 48	-24 01.4	32.4	1.00
25	21 58	1 54	6 31	63	59	21 11 55	-21 00.8	32.1	0.99
26	22 25	2 48	7 48	71	66	22 07 53	-16 51.5	31.7	0.95
27	22 47	3 38	9 02	79	74	22 59 45	-11 57.0	31.2	0.90
28	23 06	4 24	10 12	87	83	23 48 13	-6 38.1	30.8	0.82
29	23 24	5 07	11 20	95	91	0 34 17	-1 11.5	30.4	0.74
30	23 43	5 49	12 26	102	99	1 18 59	+4 09.7	30.1	0.65
31	-	6 31	13 31	-	107	2 03 20	+9 15.1	29.8	0.55

2 июля 0ч 12м - посл. четв.
10 июля 4ч 17м - новолуние
17 июля 13ч 11м - перв. четв.
24 июля 5ч 37м - полнолуние
31 июля 16ч 18м - посл. четв.

5 июля 17ч 49м - апогей 405341 км
21 июля 13ч 31м - перигей 364519 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Урана	4 июля в 20ч 16м 2.6°
Меркурия	8 июля в 4ч 44м 3.0°
Венеры	12 июля в 13ч 51м 2.8°
Марса	12 июля в 16ч 32м 3.2°
Сатурна	24 июля в 19ч 24м 4.5°
Юпитера	26 июля в 8ч 57м 4.3°
Нептуна	27 июля в 23ч 27м 4.7°

СОЛНЦЕ. Август 2021.

Дата J.D. 2459	Для Одессы							В 0ч земного времени													
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		$S_\odot$			d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	427.5	5	38	13	3	20	29	118	8	45	38.3	+18	00	40	+6	20	20	39	18	31.5
2	428.5	5	39	13	3	20	28	117	8	49	30.9	+17	45	26	+6	16	20	43	15	31.5
3	429.5	5	40	13	3	20	26	117	8	53	22.9	+17	29	53	+6	12	20	47	11	31.5
4	430.5	5	41	13	3	20	25	116	8	57	14.4	+17	14	04	+6	06	20	51	08	31.5
5	431.5	5	43	13	3	20	23	116	9	01	05.3	+16	57	58	+6	01	20	55	04	31.5
6	432.5	5	44	13	3	20	22	116	9	04	55.5	+16	41	36	+5	55	20	59	01	31.5
7	433.5	5	45	13	3	20	21	115	9	08	45.2	+16	24	57	+5	48	21	02	58	31.5
8	434.5	5	46	13	3	20	19	115	9	12	34.3	+16	08	02	+5	40	21	06	54	31.5
9	435.5	5	48	13	3	20	18	114	9	16	22.8	+15	50	52	+5	32	21	10	51	31.5
10	436.5	5	49	13	2	20	16	114	9	20	10.8	+15	33	26	+5	24	21	14	47	31.6
11	437.5	5	50	13	2	20	14	113	9	23	58.1	+15	15	46	+5	14	21	18	44	31.6
12	438.5	5	51	13	2	20	13	113	9	27	44.9	+14	57	51	+5	05	21	22	40	31.6
13	439.5	5	53	13	2	20	11	113	9	31	31.0	+14	39	42	+4	54	21	26	37	31.6
14	440.5	5	54	13	2	20	10	112	9	35	16.7	+14	21	18	+4	43	21	30	33	31.6
15	441.5	5	55	13	2	20	8	112	9	39	01.7	+14	02	41	+4	32	21	34	30	31.6
16	442.5	5	57	13	1	20	6	111	9	42	46.2	+13	43	51	+4	20	21	38	27	31.6
17	443.5	5	58	13	1	20	5	111	9	46	30.2	+13	24	48	+4	07	21	42	23	31.6
18	444.5	5	59	13	1	20	3	110	9	50	13.7	+13	05	32	+3	54	21	46	20	31.6
19	445.5	6	0	13	1	20	1	110	9	53	56.6	+12	46	04	+3	40	21	50	16	31.6
20	446.5	6	2	13	1	19	59	109	9	57	39.0	+12	26	24	+3	26	21	54	13	31.6
21	447.5	6	3	13	0	19	58	109	10	01	21.0	+12	06	32	+3	12	21	58	09	31.6
22	448.5	6	4	13	0	19	56	108	10	05	02.4	+11	46	28	+2	57	22	02	06	31.6
23	449.5	6	5	12	60	19	54	108	10	08	43.4	+11	26	14	+2	41	22	06	02	31.6
24	450.5	6	7	12	59	19	52	107	10	12	24.0	+11	05	49	+2	25	22	09	59	31.6
25	451.5	6	8	12	59	19	50	107	10	16	04.2	+10	45	13	+2	09	22	13	56	31.6
26	452.5	6	9	12	59	19	49	106	10	19	43.9	+10	24	27	+1	52	22	17	52	31.7
27	453.5	6	11	12	59	19	47	106	10	23	23.3	+10	03	31	+1	35	22	21	49	31.7
28	454.5	6	12	12	58	19	45	105	10	27	02.3	+9	42	25	+1	17	22	25	45	31.7
29	455.5	6	13	12	58	19	43	105	10	30	41.0	+9	21	11	+0	59	22	29	42	31.7
30	456.5	6	14	12	58	19	41	104	10	34	19.3	+8	59	47	+0	41	22	33	38	31.7
31	457.5	6	16	12	57	19	39	104	10	37	57.4	+8	38	14	+0	22	22	37	35	31.7

Планеты: Венера (веч.), Марс (веч.), Сатурн (!), Юпитер (!).

Яркие звезды: вечером – Спика, Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб; утром – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Кастор, Поллукс.

1 августа 17ч Меркурий в верхнем соединении
2 августа 9ч Сатурн в противостоянии
19 августа 6ч Марс проходит в 0.1° от Меркурия
20 августа 3ч Юпитер в противостоянии

Астероиды: Сапфо, Ариадна, Юлия.

Кометы: Фая, Чурюмова-Герасименко.

Метеоры: Персеиды (максимум 12 августа).

10 августа Солнце переходит в созвездие Льва.

ЛУНА. Август 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	0 03	7 13	14 36	110	113	2 48 16	+13 55.6	29.6	0.46
2	0 26	7 57	15 40	116	120	3 34 34	+18 02.4	29.6	0.37
3	0 53	8 43	16 44	122	124	4 22 49	+21 25.9	29.6	0.28
4	1 26	9 32	17 45	126	128	5 13 21	+23 56.0	29.7	0.20
5	2 07	10 23	18 41	128	129	6 06 01	+25 22.8	29.8	0.13
6	2 57	11 15	19 30	129	128	7 00 15	+25 37.7	30.1	0.07
7	3 57	12 08	20 11	127	125	7 55 10	+24 35.9	30.3	0.03
8	5 04	13 00	20 45	123	119	8 49 43	+22 17.7	30.6	0.01
9	6 15	13 51	21 13	117	113	9 43 08	+18 49.0	30.9	0.00
10	7 28	14 40	21 37	110	105	10 35 04	+14 20.4	31.2	0.02
11	8 42	15 27	21 58	101	96	11 25 38	+9 05.5	31.5	0.07
12	9 57	16 15	22 19	92	88	12 15 24	+3 20.2	31.7	0.13
13	11 12	17 02	22 41	83	79	13 05 11	-2 38.9	31.9	0.22
14	12 28	17 52	23 04	74	70	13 55 57	-8 34.0	32.1	0.32
15	13 47	18 44	23 32	66	63	14 48 41	-14 06.3	32.2	0.43
16	15 06	19 40	-	58	-	15 44 12	-18 55.4	32.3	0.54
17	16 23	20 39	0 07	53	56	16 42 54	-22 40.3	32.4	0.66
18	17 33	21 41	0 51	51	52	17 44 22	-25 01.6	32.4	0.76
19	18 33	22 42	1 47	51	51	18 47 21	-25 45.5	32.3	0.85
20	19 20	23 41	2 54	55	52	19 49 54	-24 48.4	32.2	0.92
21	19 56	-	4 09	60	57	20 50 11	-22 17.9	31.9	0.97
22	20 25	0 36	5 25	68	63	21 47 01	-18 31.2	31.7	1.00
23	20 48	1 28	6 41	75	71	22 40 07	-13 49.5	31.3	1.00
24	21 09	2 15	7 53	83	79	23 29 52	-8 34.1	31.0	0.97
25	21 27	3 00	9 03	92	87	0 17 04	-3 03.6	30.6	0.93
26	21 46	3 43	10 10	100	96	1 02 39	+2 26.5	30.3	0.87
27	22 05	4 25	11 16	107	104	1 47 32	+7 43.9	30.0	0.80
28	22 27	5 07	12 22	114	111	2 32 38	+12 37.9	29.8	0.71
29	22 52	5 51	13 27	120	118	3 18 44	+16 59.3	29.6	0.62
30	23 22	6 36	14 32	125	123	4 06 27	+20 38.7	29.6	0.53
31	-	7 24	15 34	-	127	4 56 11	+23 26.7	29.6	0.44

8 авг. 16ч 50м - новолуние
15 авг. 18ч 21м - перв. четв.
22 авг. 15ч 02м - полнолуние
30 авг. 10ч 15м - посл. четв.

2 авг. 10ч 36м - апогей 404410 км
17 авг. 12ч 25м - перигей 369126 км
30 авг. 5ч 23м - апогей 404098 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Урана	1 авг. в 5ч 37м 2.3°
Меркурия	9 авг. в 6ч 8м 2.7°
Марса	10 авг. в 4ч 45м 3.4°
Венеры	11 авг. в 13ч 14м 3.5°
Сатурна	21 авг. в 4ч 59м 4.2°
Юпитера	22 авг. в 10ч 51м 4.1°
Нептуна	24 авг. в 9ч 33м 4.0°
Урана	28 авг. в 14ч 5м 2.0°

СОЛНЦЕ. Сентябрь 2021.

Дата J.D. 2459	Для Одессы						В 0ч земного времени											
	$t_в$		$t_к$		$t_з$		A	α			δ			η		S_O		d
	ч	м	ч	м	ч	м	°	ч	м	с	°	′	″	м	с	ч	м	с	′
1	458.5	6	17	12	57	19	37	103	10	41	35.1	+8	16	33	+0	04	22	41	31	31.7
2	459.5	6	18	12	57	19	35	102	10	45	12.5	+7	54	44	-0	15	22	45	28	31.7
3	460.5	6	19	12	56	19	34	102	10	48	49.7	+7	32	47	-0	35	22	49	25	31.7
4	461.5	6	21	12	56	19	32	101	10	52	26.6	+7	10	43	-0	54	22	53	21	31.7
5	462.5	6	22	12	56	19	30	101	10	56	03.3	+6	48	31	-1	14	22	57	18	31.7
6	463.5	6	23	12	55	19	28	100	10	59	39.8	+6	26	13	-1	34	23	01	14	31.7
7	464.5	6	24	12	55	19	26	100	11	03	16.0	+6	03	49	-1	55	23	05	11	31.7
8	465.5	6	26	12	55	19	24	99	11	06	52.1	+5	41	18	-2	15	23	09	07	31.7
9	466.5	6	27	12	54	19	22	99	11	10	28.0	+5	18	42	-2	36	23	13	04	31.8
10	467.5	6	28	12	54	19	20	98	11	14	03.7	+4	56	00	-2	57	23	17	00	31.8
11	468.5	6	30	12	54	19	18	98	11	17	39.3	+4	33	14	-3	18	23	20	57	31.8
12	469.5	6	31	12	53	19	16	97	11	21	14.7	+4	10	22	-3	39	23	24	54	31.8
13	470.5	6	32	12	53	19	14	96	11	24	50.0	+3	47	27	-4	00	23	28	50	31.8
14	471.5	6	33	12	53	19	12	96	11	28	25.3	+3	24	27	-4	21	23	32	47	31.8
15	472.5	6	35	12	52	19	10	95	11	32	00.4	+3	01	24	-4	43	23	36	43	31.8
16	473.5	6	36	12	52	19	8	95	11	35	35.5	+2	38	18	-5	04	23	40	40	31.8
17	474.5	6	37	12	52	19	6	94	11	39	10.6	+2	15	09	-5	26	23	44	36	31.8
18	475.5	6	38	12	51	19	4	94	11	42	45.6	+1	51	57	-5	47	23	48	33	31.8
19	476.5	6	40	12	51	19	2	93	11	46	20.7	+1	28	43	-6	09	23	52	29	31.8
20	477.5	6	41	12	51	19	0	92	11	49	55.8	+1	05	26	-6	30	23	56	26	31.8
21	478.5	6	42	12	50	18	58	92	11	53	31.0	+0	42	09	-6	52	0	00	23	31.9
22	479.5	6	44	12	50	18	56	91	11	57	06.2	+0	18	50	-7	13	0	04	19	31.9
23	480.5	6	45	12	49	18	54	91	12	00	41.5	-0	04	31	-7	34	0	08	16	31.9
24	481.5	6	46	12	49	18	52	90	12	04	17.0	-0	27	52	-7	55	0	12	12	31.9
25	482.5	6	47	12	49	18	50	90	12	07	52.6	-0	51	13	-8	16	0	16	09	31.9
26	483.5	6	49	12	48	18	48	89	12	11	28.5	-1	14	35	-8	37	0	20	05	31.9
27	484.5	6	50	12	48	18	46	89	12	15	04.5	-1	37	56	-8	57	0	24	02	31.9
28	485.5	6	51	12	48	18	44	88	12	18	40.7	-2	01	17	-9	18	0	27	58	31.9
29	486.5	6	53	12	47	18	42	87	12	22	17.2	-2	24	36	-9	38	0	31	55	31.9
30	487.5	6	54	12	47	18	40	87	12	25	53.9	-2	47	55	-9	58	0	35	52	31.9

Планеты: Венера (веч.), Марс (веч.?), Сатурн (!), Юпитер (!).

Яркие звезды: вечером – Арктур, Антарес, Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла; утром – Вега, Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс.

22 сентября в 22ч21м – осеннее равноденствие.

14 сентября 3ч Меркурий в наибольшей восточной элонгации (27°)
14 сентября 12ч Нептун в противостоянии

Астероиды: Паллада.

Кометы: Фая, Чурюмова-Герасименко.

Метеоры: α- и δ-Ауригиды (6 метеоров в час).

16 сентября Солнце переходит в созвездие Девы.

ЛУНА. Сентябрь 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	− °	+ °	ч м с	° ′	′	
1	0 00	8 14	16 32	128	129	5 47 59	+25 14.0	29.7	0.34
2	0 46	9 05	17 24	129	129	6 41 30	+25 52.2	30.0	0.25
3	1 42	9 58	18 07	128	126	7 36 02	+25 15.2	30.2	0.17
4	2 46	10 50	18 44	125	122	8 30 43	+23 21.0	30.6	0.10
5	3 56	11 42	19 14	120	116	9 24 43	+20 12.5	31.0	0.05
6	5 10	12 32	19 39	113	108	10 17 35	+15 57.7	31.3	0.02
7	6 25	13 21	20 02	104	100	11 09 17	+10 48.8	31.7	0.00
8	7 41	14 09	20 23	95	91	12 00 10	+5 01.4	32.0	0.01
9	8 58	14 58	20 45	86	82	12 50 56	-1 06.5	32.2	0.05
10	10 16	15 48	21 08	77	73	13 42 26	-7 15.0	32.4	0.11
11	11 36	16 40	21 34	68	65	14 35 34	-13 03.2	32.4	0.19
12	12 56	17 36	22 07	60	58	15 31 06	-18 09.2	32.4	0.29
13	14 14	18 34	22 48	54	53	16 29 23	-22 11.8	32.4	0.40
14	15 27	19 34	23 40	51	50	17 30 06	-24 52.2	32.2	0.52
15	16 28	20 35	-	51	-	18 32 10	-25 57.6	32.1	0.63
16	17 18	21 33	0 43	53	51	19 33 55	-25 24.0	31.9	0.73
17	17 57	22 29	1 54	58	55	20 33 40	-23 17.4	31.7	0.83
18	18 27	23 20	3 08	65	60	21 30 19	-19 52.4	31.5	0.90
19	18 52	-	4 23	72	68	22 23 29	-15 27.4	31.2	0.95
20	19 12	0 08	5 36	80	76	23 13 29	-10 22.1	30.9	0.99
21	19 31	0 53	6 46	88	84	0 00 59	-4 54.6	30.6	1.00
22	19 50	1 37	7 55	96	92	0 46 50	+0 39.2	30.4	0.99
23	20 08	2 19	9 02	104	101	1 31 54	+6 05.5	30.1	0.96
24	20 29	3 01	10 08	111	108	2 17 02	+11 12.3	29.9	0.91
25	20 52	3 45	11 14	118	115	3 02 58	+15 49.0	29.7	0.85
26	21 20	4 30	12 19	123	121	3 50 18	+19 45.5	29.6	0.78
27	21 54	5 16	13 23	127	126	4 39 24	+22 52.4	29.5	0.69
28	22 36	6 05	14 23	129	129	5 30 23	+25 00.5	29.6	0.60
29	23 27	6 56	15 17	129	130	6 22 59	+26 02.0	29.7	0.51
30	-	7 47	16 03	-	128	7 16 40	+25 50.9	30.0	0.41

7 сент. 3ч 52м - новолуние
13 сент. 23ч 41м - перв. четв.
21 сент. 2ч 54м - полнолуние
29 сент. 4ч 58м - посл. четв.

11 сент. 13ч 07м - перигей 368463 км
27 сент. 0ч 45м - апогей 404639 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Марса	7 сент. в 22ч 32м 3.0°
Меркурия	9 сент. в 2ч 51м 5.3°
Венеры	10 сент. в 6ч 42м 3.3°
Сатурна	17 сент. в 7ч 47м 4.0°
Юпитера	18 сент. в 11ч 34м 4.2°
Нептуна	20 сент. в 14ч 02м 4.3°
Урана	24 сент. в 19ч 41м 2.1°

СОЛНЦЕ. Октябрь 2021.

Дата	J.D. 2459	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м	$t_з$ ч м	A °	В 0ч земного времени α ч м с	δ ° ′ ″	η м с	$S_⊙$ ч м с	d ′
1	488.5	6 55	12 47	18 38	86	12 29 30.9	-3 11 12	-10 17	0 39 48	31.9
2	489.5	6 57	12 46	18 36	86	12 33 08.3	-3 34 27	-10 36	0 43 45	32.0
3	490.5	6 58	12 46	18 34	85	12 36 45.9	-3 57 40	-10 55	0 47 41	32.0
4	491.5	6 59	12 46	18 32	85	12 40 23.9	-4 20 50	-11 14	0 51 38	32.0
5	492.5	7 1	12 46	18 31	84	12 44 02.2	-4 43 57	-11 32	0 55 34	32.0
6	493.5	7 2	12 45	18 29	83	12 47 40.9	-5 07 01	-11 50	0 59 31	32.0
7	494.5	7 3	12 45	18 27	83	12 51 20.0	-5 30 01	-12 07	1 03 27	32.0
8	495.5	7 5	12 45	18 25	82	12 54 59.5	-5 52 56	-12 24	1 07 24	32.0
9	496.5	7 6	12 44	18 23	82	12 58 39.5	-6 15 47	-12 41	1 11 21	32.0
10	497.5	7 7	12 44	18 21	81	13 02 19.8	-6 38 33	-12 57	1 15 17	32.0
11	498.5	7 9	12 44	18 19	81	13 06 00.7	-7 01 14	-13 13	1 19 14	32.0
12	499.5	7 10	12 44	18 17	80	13 09 42.0	-7 23 49	-13 28	1 23 10	32.0
13	500.5	7 11	12 43	18 15	80	13 13 23.7	-7 46 17	-13 43	1 27 07	32.1
14	501.5	7 13	12 43	18 13	79	13 17 06.0	-8 08 40	-13 57	1 31 03	32.1
15	502.5	7 14	12 43	18 12	78	13 20 48.8	-8 30 55	-14 11	1 34 60	32.1
16	503.5	7 15	12 43	18 10	78	13 24 32.1	-8 53 02	-14 24	1 38 56	32.1
17	504.5	7 17	12 42	18 8	77	13 28 16.0	-9 15 03	-14 37	1 42 53	32.1
18	505.5	7 18	12 42	18 6	77	13 32 00.5	-9 36 54	-14 49	1 46 50	32.1
19	506.5	7 20	12 42	18 4	76	13 35 45.6	-9 58 38	-15 01	1 50 46	32.1
20	507.5	7 21	12 42	18 3	76	13 39 31.3	-10 20 13	-15 11	1 54 43	32.1
21	508.5	7 22	12 42	18 1	75	13 43 17.6	-10 41 38	-15 22	1 58 39	32.1
22	509.5	7 24	12 42	17 59	75	13 47 04.6	-11 02 55	-15 31	2 02 36	32.1
23	510.5	7 25	12 41	17 58	74	13 50 52.3	-11 24 01	-15 40	2 06 32	32.1
24	511.5	7 27	12 41	17 56	74	13 54 40.7	-11 44 57	-15 48	2 10 29	32.2
25	512.5	7 28	12 41	17 54	73	13 58 29.8	-12 05 42	-15 56	2 14 25	32.2
26	513.5	7 30	12 41	17 53	73	14 02 19.6	-12 26 17	-16 02	2 18 22	32.2
27	514.5	7 31	12 41	17 51	72	14 06 10.2	-12 46 40	-16 08	2 22 19	32.2
28	515.5	7 32	12 41	17 49	72	14 10 01.5	-13 06 51	-16 14	2 26 15	32.2
29	516.5	7 34	12 41	17 48	71	14 13 53.6	-13 26 50	-16 18	2 30 12	32.2
30	517.5	7 35	12 41	17 46	71	14 17 46.5	-13 46 37	-16 22	2 34 08	32.2
31	518.5	7 37	12 41	17 45	70	14 21 40.1	-14 06 10	-16 25	2 38 05	32.2

Планеты: Венера (веч.), Сатурн (1-я пол.), Юпитер (1-я пол.).

Яркие звезды: вечером – Арктур, Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Капелла; утром – Денеб, Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул.

31 октября в 04ч 00м – переход на зимнее время.
8 октября 6ч Марс в соединении
9 октября 19ч Меркурий в нижнем соединении
10 октября 8ч Марс проходит в 2.4° от Меркурия
25 октября 8ч Меркурий в наибольшей западной элонгации (18°)
29 октября 21ч Венера в наибольшей восточной элонгации (47°)

Астероиды: Гармония, Фокая.

Кометы: Фая, Чурюмова-Герасименко.

Метеоры: Драконииды (максимум 8 октября), Орионииды (максимум 21 октября).

30 октября Солнце переходит в созвездие Весов.

ЛУНА. Октябрь 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	−°	+°	ч м с	° ′	′	
1	0 28	8 39	16 41	127	124	8 10 39	+24 24.4	30.3	0.32
2	1 35	9 30	17 13	123	119	9 04 16	+21 43.4	30.7	0.23
3	2 47	10 21	17 40	116	112	9 57 03	+17 53.0	31.1	0.15
4	4 01	11 10	18 04	109	104	10 48 55	+13 02.3	31.6	0.08
5	5 18	11 59	18 25	100	95	11 40 10	+7 23.8	32.0	0.03
6	6 35	12 48	18 47	90	86	12 31 27	+1 14.0	32.4	0.00
7	7 55	13 39	19 09	80	76	13 23 34	-5 07.5	32.7	0.00
8	9 17	14 31	19 35	71	67	14 17 25	-11 17.7	32.9	0.03
9	10 40	15 27	20 06	62	60	15 13 46	-16 51.7	32.9	0.09
10	12 02	16 26	20 44	56	54	16 12 58	-21 24.4	32.8	0.17
11	13 19	17 28	21 34	51	50	17 14 41	-24 33.7	32.6	0.26
12	14 25	18 29	22 34	50	50	18 17 43	-26 04.7	32.3	0.37
13	15 19	19 29	23 43	52	53	19 20 17	-25 52.9	32.0	0.49
14	16 00	20 25	-	56	-	20 20 38	-24 05.3	31.7	0.60
15	16 32	21 17	0 57	62	58	21 17 35	-20 56.6	31.4	0.70
16	16 57	22 05	2 11	69	65	22 10 50	-16 45.7	31.1	0.79
17	17 18	22 50	3 24	77	73	23 00 43	-11 51.4	30.8	0.87
18	17 37	23 34	4 34	85	81	23 48 00	-6 31.0	30.5	0.93
19	17 55	-	5 42	93	89	0 33 34	-0 59.6	30.3	0.97
20	18 13	0 16	6 49	101	98	1 18 18	+4 29.5	30.0	1.00
21	18 32	0 58	7 55	109	106	2 03 04	+9 44.1	29.8	1.00
22	18 54	1 40	9 01	116	113	2 48 36	+14 32.9	29.7	0.98
23	19 20	2 24	10 07	122	119	3 35 29	+18 45.0	29.6	0.95
24	19 51	3 11	11 12	126	125	4 24 06	+22 09.9	29.5	0.90
25	20 30	3 59	12 14	129	128	5 14 32	+24 38.0	29.5	0.84
26	21 17	4 48	13 10	130	130	6 06 31	+26 01.1	29.5	0.76
27	22 13	5 39	13 59	129	129	6 59 29	+26 13.5	29.7	0.68
28	23 17	6 30	14 40	125	127	7 52 41	+25 12.5	29.9	0.58
29	-	7 21	15 13	-	122	8 45 28	+22 59.0	30.2	0.49
30	0 25	8 10	15 41	120	116	9 37 22	+19 37.0	30.6	0.39
31	1 37	7 58	15 05	113	108	10 28 20	+15 13.5	31.1	0.29

6 окт. 14ч 05м - новолуние
13 окт. 6ч 27м - перв. четв.
20 окт. 17ч 57м - полнолуние
28 окт. 23ч 06м - посл. четв.

8 окт. 20ч 29м - перигей 363387 км
24 окт. 18ч 31м - апогей 405614 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Марса	6 окт. в 16ч 4м 2.3°
Меркурия	7 окт. в 0ч 21м 5.3°
Венеры	9 окт. в 23ч 24м 2.0°
Сатурна	14 окт. в 10ч 24м 4.4°
Юпитера	15 окт. в 13ч 38м 4.7°
Нептуна	17 окт. в 22ч 03м 4.6°
Урана	22 окт. в 2ч 48м 1.6°

СОЛНЦЕ. Ноябрь 2021.

Дата J.D. 2459	Для Одессы				В 0ч земного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	A	α	δ	η	$S_\odot$	d
	ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1 519.5	6 38	11 41	16 43	70	14 25 34.6	-14 25 30	-16 27	2 42 01	32.2
2 520.5	6 40	11 41	16 42	69	14 29 29.9	-14 44 36	-16 28	2 45 58	32.2
3 521.5	6 41	11 41	16 40	69	14 33 26.0	-15 03 28	-16 28	2 49 54	32.2
4 522.5	6 43	11 41	16 39	68	14 37 22.9	-15 22 06	-16 28	2 53 51	32.2
5 523.5	6 44	11 41	16 37	68	14 41 20.7	-15 40 28	-16 27	2 57 48	32.3
6 524.5	6 45	11 41	16 36	67	14 45 19.3	-15 58 35	-16 25	3 01 44	32.3
7 525.5	6 47	11 41	16 35	67	14 49 18.7	-16 16 25	-16 22	3 05 41	32.3
8 526.5	6 48	11 41	16 33	67	14 53 19.0	-16 33 60	-16 18	3 09 37	32.3
9 527.5	6 50	11 41	16 32	66	14 57 20.1	-16 51 17	-16 14	3 13 34	32.3
10 528.5	6 51	11 41	16 31	66	15 01 22.0	-17 08 17	-16 08	3 17 30	32.3
11 529.5	6 53	11 41	16 29	65	15 05 24.7	-17 25 00	-16 02	3 21 27	32.3
12 530.5	6 54	11 41	16 28	65	15 09 28.3	-17 41 25	-15 55	3 25 23	32.3
13 531.5	6 56	11 41	16 27	64	15 13 32.7	-17 57 31	-15 47	3 29 20	32.3
14 532.5	6 57	11 41	16 26	64	15 17 37.9	-18 13 18	-15 39	3 33 17	32.3
15 533.5	6 58	11 42	16 25	64	15 21 43.9	-18 28 46	-15 29	3 37 13	32.3
16 534.5	6 60	11 42	16 24	63	15 25 50.8	-18 43 54	-15 19	3 41 10	32.3
17 535.5	7 1	11 42	16 23	63	15 29 58.5	-18 58 43	-15 08	3 45 06	32.4
18 536.5	7 3	11 42	16 22	62	15 34 07.1	-19 13 11	-14 56	3 49 03	32.4
19 537.5	7 4	11 42	16 21	62	15 38 16.4	-19 27 18	-14 43	3 52 59	32.4
20 538.5	7 5	11 43	16 20	62	15 42 26.6	-19 41 05	-14 29	3 56 56	32.4
21 539.5	7 7	11 43	16 19	61	15 46 37.6	-19 54 30	-14 15	4 00 52	32.4
22 540.5	7 8	11 43	16 18	61	15 50 49.4	-20 07 33	-13 60	4 04 49	32.4
23 541.5	7 9	11 43	16 17	61	15 55 02.1	-20 20 14	-13 43	4 08 46	32.4
24 542.5	7 11	11 44	16 16	60	15 59 15.5	-20 32 33	-13 27	4 12 42	32.4
25 543.5	7 12	11 44	16 16	60	16 03 29.7	-20 44 29	-13 09	4 16 39	32.4
26 544.5	7 13	11 44	16 15	60	16 07 44.6	-20 56 03	-12 51	4 20 35	32.4
27 545.5	7 15	11 45	16 14	60	16 12 00.3	-21 07 12	-12 31	4 24 32	32.4
28 546.5	7 16	11 45	16 14	59	16 16 16.8	-21 17 58	-12 12	4 28 28	32.4
29 547.5	7 17	11 45	16 13	59	16 20 34.0	-21 28 20	-11 51	4 32 25	32.4
30 548.5	7 18	11 46	16 13	59	16 24 51.9	-21 38 18	-11 30	4 36 21	32.4

Планеты: Венера (веч.), Сатурн (веч.), Юпитер (веч.).

Яркие звезды: вечером – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Альдебаран, Капелла; утром – Альдебаран, Ригель, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур.

5 ноября 1ч Уран в противостоянии
10 ноября 17ч Марс проходит в 1.0° от Меркурия
29 ноября 2ч Меркурий в верхнем соединении

Астероиды: Церера.

Кометы: Фая, Чурюмова-Герасименко.

14-21 ноября – метеорный поток Леонид (максимум 18 ноября).

23 ноября Солнце переходит в созвездие Скорпиона.

30 ноября Солнце переходит в созвездие Змееносца.

ЛУНА. Ноябрь 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
	ч м	ч м	ч м	− °	+ °	ч м с	° ′	′	
1	1 51	8 46	15 27	104	100	11 18 41	+9 58.0	31.6	0.20
2	3 07	9 35	15 48	95	90	12 09 04	+4 02.8	32.1	0.11
3	4 25	10 24	16 09	86	81	13 00 22	-2 16.0	32.6	0.05
4	5 46	11 16	16 33	76	72	13 53 34	-8 38.3	33.0	0.01
5	7 11	12 12	17 02	66	63	14 49 37	-14 38.9	33.2	0.00
6	8 37	13 11	17 37	58	56	15 49 08	-19 49.4	33.3	0.02
7	10 00	14 14	18 23	53	51	16 52 01	-23 41.6	33.2	0.07
8	11 14	15 18	19 22	50	50	17 57 04	-25 53.2	33.0	0.14
9	12 15	16 21	20 31	51	51	19 02 12	-26 14.5	32.6	0.23
10	13 01	17 20	21 45	54	56	20 05 07	-24 50.0	32.2	0.33
11	13 36	18 14	23 01	60	62	21 04 13	-21 56.4	31.8	0.44
12	14 03	19 04	-	67	-	21 58 57	-17 55.2	31.3	0.55
13	14 25	19 50	0 14	75	70	22 49 42	-13 07.7	30.9	0.65
14	14 45	20 33	1 25	83	78	23 37 17	-7 52.3	30.6	0.75
15	15 02	21 15	2 33	91	87	0 22 45	-2 24.0	30.3	0.83
16	15 20	21 56	3 39	99	95	1 07 06	+3 04.5	30.0	0.90
17	15 38	22 38	4 45	106	103	1 51 19	+8 22.0	29.8	0.95
18	15 59	23 21	5 51	113	111	2 36 13	+13 17.6	29.6	0.98
19	16 23	-	6 57	102	117	3 22 29	+17 40.6	29.5	1.00
20	16 52	0 07	8 02	125	123	4 10 33	+21 20.1	29.4	1.00
21	17 28	0 54	9 06	128	127	5 00 32	+24 05.6	29.4	0.98
22	18 12	1 43	10 04	130	130	5 52 13	+25 47.9	29.4	0.94
23	19 05	2 34	10 55	129	130	6 44 57	+26 20.4	29.5	0.89
24	20 05	3 25	11 39	127	128	7 37 54	+25 40.2	29.7	0.82
25	21 11	4 15	12 14	122	124	8 30 18	+23 48.2	29.9	0.74
26	22 20	5 04	12 43	116	118	9 21 33	+20 49.2	30.2	0.65
27	23 31	5 51	13 08	108	111	10 11 33	+16 50.1	30.5	0.55
28	-	6 37	13 30	-	104	11 00 34	+11 59.8	31.0	0.45
29	0 43	7 24	13 50	100	95	11 49 14	+6 28.4	31.5	0.35
30	1 58	8 11	14 10	91	86	12 38 28	+0 28.0	32.0	0.25

4 нояб. 23ч 15м - новолуние
11 нояб. 14ч 48м - перв. четв.
19 нояб. 10ч 59м - полнолуние
27 нояб. 14ч 29м - посл. четв.

6 нояб. 0ч 24м - перигей 358844 км
21 нояб. 4ч 15м - апогей 406275 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Меркурия	3 нояб. в 21ч 27м 0° (покрытие)
Марса	4 нояб. в 7ч 6м 1.7°
Венеры	8 нояб. в 6ч 34м 0° (покрытие)
Сатурна	10 нояб. в 20ч 33м 4.8°
Юпитера	12 нояб. в 0ч 9м 4.6°
Нептуна	14 нояб. в 1ч 58м 4.2°
Урана	18 нояб. в 6ч 13м 1.8°

СОЛНЦЕ. Декабрь 2021.

Дата	J.D. 2459	Для Одессы $t_в$	$t_к$	$t_з$	A	В 0ч земного времени α	δ	η	$S_\odot$	d
		ч м	ч м	ч м	°	ч м с	° ′ ″	м с	ч м с	′
1	549.5	7 20	11 46	16 12	58	16 29 10.4	-21 47 50	-11 08	4 40 18	32.4
2	550.5	7 21	11 46	16 12	58	16 33 29.7	-21 56 58	-10 45	4 44 15	32.4
3	551.5	7 22	11 47	16 11	58	16 37 49.6	-22 05 41	-10 22	4 48 11	32.4
4	552.5	7 23	11 47	16 11	58	16 42 10.1	-22 13 58	-9 58	4 52 08	32.5
5	553.5	7 24	11 48	16 11	58	16 46 31.2	-22 21 49	-9 33	4 56 04	32.5
6	554.5	7 25	11 48	16 11	57	16 50 52.8	-22 29 14	-9 08	5 00 01	32.5
7	555.5	7 26	11 48	16 10	57	16 55 15.0	-22 36 13	-8 42	5 03 57	32.5
8	556.5	7 27	11 49	16 10	57	16 59 37.6	-22 42 45	-8 16	5 07 54	32.5
9	557.5	7 28	11 49	16 10	57	17 04 00.7	-22 48 51	-7 50	5 11 50	32.5
10	558.5	7 29	11 50	16 10	57	17 08 24.2	-22 54 29	-7 23	5 15 47	32.5
11	559.5	7 30	11 50	16 10	57	17 12 48.1	-22 59 40	-6 55	5 19 44	32.5
12	560.5	7 31	11 51	16 10	56	17 17 12.4	-23 04 24	-6 28	5 23 40	32.5
13	561.5	7 32	11 51	16 10	56	17 21 37.0	-23 08 41	-5 60	5 27 37	32.5
14	562.5	7 33	11 52	16 10	56	17 26 01.9	-23 12 29	-5 31	5 31 33	32.5
15	563.5	7 34	11 52	16 10	56	17 30 27.1	-23 15 50	-5 03	5 35 30	32.5
16	564.5	7 34	11 53	16 11	56	17 34 52.5	-23 18 43	-4 34	5 39 26	32.5
17	565.5	7 35	11 53	16 11	56	17 39 18.2	-23 21 09	-4 05	5 43 23	32.5
18	566.5	7 36	11 53	16 11	56	17 43 44.0	-23 23 06	-3 35	5 47 19	32.5
19	567.5	7 36	11 54	16 12	56	17 48 10.0	-23 24 35	-3 06	5 51 16	32.5
20	568.5	7 37	11 54	16 12	56	17 52 36.2	-23 25 36	-2 36	5 55 13	32.5
21	569.5	7 38	11 55	16 12	56	17 57 02.4	-23 26 09	-2 07	5 59 09	32.5
22	570.5	7 38	11 55	16 13	56	18 01 28.7	-23 26 13	-1 37	6 03 06	32.5
23	571.5	7 38	11 56	16 13	56	18 05 55.0	-23 25 50	-1 07	6 07 02	32.5
24	572.5	7 39	11 56	16 14	56	18 10 21.3	-23 24 58	-0 37	6 10 59	32.5
25	573.5	7 39	11 57	16 15	56	18 14 47.6	-23 23 38	-0 08	6 14 55	32.5
26	574.5	7 40	11 57	16 15	56	18 19 13.9	-23 21 50	+0 22	6 18 52	32.5
27	575.5	7 40	11 58	16 16	56	18 23 40.0	-23 19 34	+0 52	6 22 48	32.5
28	576.5	7 40	11 58	16 17	56	18 28 06.0	-23 16 49	+1 21	6 26 45	32.5
29	577.5	7 40	11 59	16 18	56	18 32 31.9	-23 13 37	+1 50	6 30 42	32.5
30	578.5	7 40	11 59	16 18	56	18 36 57.6	-23 09 57	+2 19	6 34 38	32.5
31	579.5	7 41	11 60	16 19	56	18 41 23.0	-23 05 49	+2 48	6 38 35	32.5

Планеты: Венера (веч.), Марс (утр.), Сатурн (веч.), Юпитер (веч.).

Яркие звезды: вечером – Вега, Альтаир, Денеб, Фомальгаут, Альдебаран, Капелла, Ригель, Бетельгейзе, Кастор, Поллукс; утром – Альдебаран, Капелла, Бетельгейзе, Сириус, Кастор, Процион, Поллукс, Регул, Спика, Арктур, Вега.

21 декабря 17ч59м – зимнее солнцестояние.

29 декабря 8ч Венера проходит в 4.2° от Меркурия

Астероиды: Ниса, Каллиопа.

Кометы: Фая, Чурюмова-Герасименко.

7-17 декабря – метеорный поток Геминид (максимум 14 декабря).

18 декабря Солнце переходит в созвездие Стрельца.

ЛУНА. Декабрь 2021.

Дата	Для Одессы					В 0ч всемирного времени			
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	$A_в$	$A_з$	α	δ	d	Фаза
ч м	ч м	ч м	− о	+ °ч	м с	° ′	′		
1	3 15	9 00	14 32	81	77	13 29 20	-5 46.1	32.5	0.16
2	4 36	9 52	14 57	71	68	14 22 60	-11 54.0	33.0	0.08
3	6 01	10 50	15 28	63	60	15 20 28	-17 30.0	33.3	0.03
4	7 28	11 52	16 09	55	53	16 22 15	-22 04.4	33.5	0.00
5	8 49	12 57	17 02	51	50	17 27 44	-25 07.8	33.5	0.01
6	9 59	14 03	18 09	50	50	18 35 02	-26 19.2	33.3	0.04
7	10 54	15 07	19 25	52	54	19 41 22	-25 34.2	32.9	0.11
8	11 35	16 05	20 44	57	60	20 44 16	-23 05.2	32.5	0.19
9	12 06	16 59	22 01	64	67	21 42 25	-19 15.8	31.9	0.29
10	12 31	17 47	23 14	72	75	22 35 46	-14 31.7	31.4	0.39
11	12 51	18 32	-	80	-	23 25 08	-9 15.5	30.9	0.49
12	13 09	19 14	0 24	88	84	0 11 36	-3 45.0	30.5	0.60
13	13 27	19 55	1 31	96	92	0 56 21	+1 46.2	30.2	0.69
14	13 45	20 37	2 37	104	100	1 40 29	+7 07.0	29.9	0.78
15	14 04	21 20	3 42	111	108	2 24 57	+12 07.5	29.7	0.85
16	14 27	22 04	4 48	118	115	3 10 36	+16 38.0	29.5	0.91
17	14 54	22 51	5 53	123	121	3 57 60	+20 28.3	29.4	0.96
18	15 28	23 39	6 57	127	126	4 47 26	+23 27.9	29.4	0.99
19	16 09	-	7 58	130	129	5 38 47	+25 26.7	29.4	1.00
20	17 00	0 30	8 52	130	310	6 31 30	+26 16.9	29.5	0.99
21	17 58	1 21	9 38	128	129	7 24 42	+25 54.2	29.6	0.97
22	19 02	2 11	10 16	124	125	8 17 25	+24 18.7	29.8	0.93
23	20 10	3 00	10 47	118	120	9 08 54	+21 35.1	30.0	0.87
24	21 19	3 48	11 12	111	114	9 58 49	+17 51.4	30.2	0.80
25	22 29	4 34	11 34	103	106	10 47 18	+13 17.2	30.5	0.71
26	23 40	5 19	11 54	94	98	11 34 51	+8 03.3	30.9	0.62
27	-	6 04	12 13	-	90	12 22 20	+2 20.8	31.3	0.51
28	0 54	6 50	12 33	85	81	13 10 46	-3 37.6	31.8	0.40
29	2 10	7 39	12 56	76	72	14 01 21	-9 36.4	32.3	0.30
30	3 30	8 32	13 23	67	64	14 55 16	-15 16.0	32.7	0.20
31	4 53	9 29	13 57	59	56	15 53 30	-20 11.7	33.1	0.11

4 дек. 9ч 44м - новолуние
11 дек. 3ч 37м - перв. четв.
19 дек. 6ч 37м - полнолуние
27 дек. 4ч 26м - посл. четв.

4 дек. 12ч 02м - перигей 356793 км
18 дек. 4ч 18м - апогей 406321 км

Луна проходит

вблизи	на угловом расстоянии
Марса	3 дек. в 1ч 46м 0° (покрытие)
Меркурия	4 дек. в 15ч 34м 0° (покрытие)
Венеры	7 дек. в 3ч 0м 2.2°
Сатурна	8 дек. в 4ч 44м 4.5°
Юпитера	9 дек. в 9ч 9м 5.0°
Нептуна	11 дек. в 5ч 49м 4.4°
Урана	15 дек. в 9ч 14м 2.2°
Марса	31 дек. в 21ч 55м 1.3°

НАЧАЛО И ОКОНЧАНИЕ СУМЕРЕК

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2021.

	Январь								Февраль							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	7	6	16	55	6	28	17	33	5	51	18	10	6	49	17	33	6	12	18	9	5	37	18	44
2	7	6	16	56	6	28	17	34	5	51	18	11	6	47	17	34	6	11	18	10	5	36	18	45
3	7	6	16	57	6	28	17	35	5	51	18	11	6	46	17	35	6	10	18	11	5	35	18	47
4	7	6	16	58	6	28	17	36	5	51	18	12	6	45	17	37	6	9	18	13	5	34	18	48
5	7	6	16	59	6	28	17	37	5	51	18	13	6	44	17	38	6	8	18	14	5	33	18	49
6	7	6	17	0	6	28	17	38	5	51	18	14	6	42	17	40	6	7	18	15	5	32	18	51
7	7	6	17	1	6	28	17	39	5	51	18	15	6	41	17	41	6	5	18	17	5	30	18	52
8	7	5	17	2	6	28	17	40	5	51	18	16	6	40	17	43	6	4	18	18	5	29	18	53
9	7	5	17	3	6	27	17	41	5	51	18	17	6	38	17	44	6	3	18	20	5	28	18	55
10	7	5	17	4	6	27	17	42	5	51	18	18	6	37	17	45	6	2	18	21	5	27	18	56
11	7	5	17	5	6	27	17	43	5	51	18	19	6	36	17	47	6	0	18	22	5	25	18	57
12	7	4	17	6	6	27	17	44	5	50	18	20	6	34	17	48	5	59	18	24	5	24	18	59
13	7	4	17	7	6	26	17	45	5	50	18	21	6	33	17	50	5	57	18	25	5	22	19	0
14	7	3	17	9	6	26	17	46	5	50	18	22	6	31	17	51	5	56	18	26	5	21	19	1
15	7	3	17	10	6	25	17	47	5	49	18	23	6	30	17	53	5	54	18	28	5	20	19	3
16	7	2	17	11	6	25	17	48	5	49	18	25	6	28	17	54	5	53	18	29	5	18	19	4
17	7	2	17	12	6	24	17	50	5	48	18	26	6	27	17	55	5	51	18	31	5	17	19	5
18	7	1	17	14	6	24	17	51	5	48	18	27	6	25	17	57	5	50	18	32	5	15	19	7
19	7	0	17	15	6	23	17	52	5	47	18	28	6	24	17	58	5	48	18	33	5	14	19	8
20	7	0	17	16	6	23	17	53	5	47	18	29	6	22	18	0	5	47	18	35	5	12	19	10
21	6	59	17	18	6	22	17	55	5	46	18	30	6	20	18	1	5	45	18	36	5	10	19	11
22	6	58	17	19	6	21	17	56	5	46	18	32	6	19	18	3	5	44	18	38	5	9	19	12
23	6	57	17	20	6	21	17	57	5	45	18	33	6	17	18	4	5	42	18	39	5	7	19	14
24	6	57	17	22	6	20	17	58	5	44	18	34	6	15	18	5	5	40	18	40	5	5	19	15
25	6	56	17	23	6	19	18	0	5	43	18	35	6	13	18	7	5	39	18	42	5	4	19	17
26	6	55	17	24	6	18	18	1	5	43	18	36	6	12	18	8	5	37	18	43	5	2	19	18
27	6	54	17	26	6	17	18	2	5	42	18	38	6	10	18	10	5	35	18	44	5	0	19	19
28	6	53	17	27	6	16	18	3	5	41	18	39	6	8	18	11	5	33	18	46	4	58	19	21
29	6	52	17	28	6	15	18	5	5	40	18	40												
30	6	51	17	30	6	14	18	6	5	39	18	41												
31	6	50	17	31	6	13	18	7	5	38	18	43												

Физические

Скорость света в вакууме $c = 2.99792 \cdot 10^8$ м/с

Гравитационная постоянная (сила притяжения двух точечных масс по 1 кг на расстоянии 1 м) $G = 6.673 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2

Постоянная Планка (квант действия, граница применимости понятий классической физики) $h = 6.6262 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Постоянная Больцмана (изменение средней энергии частицы при изменении температуры на 1 К) $k = 1.38066 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Число Авогадро (количество молекул, атомов, ионов в 1 моле, то есть в массе вещества в граммах, численно равной атомной массе молекулы, атома) $N_A = 6.0222 \cdot 10^{23}$ 1/моль

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2021.

	Март								Апрель							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские				Навигационные		Астрономические	
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	6	6	18	12	5	32	18	47	4	57	19	22	6	6	19	56	5	30	20	32	4	52	21	10
2	6	5	18	14	5	30	18	49	4	55	19	24	6	4	19	57	5	28	20	33	4	50	21	12
3	6	3	18	15	5	28	18	50	4	53	19	25	6	2	19	58	5	26	20	35	4	47	21	13
4	6	1	18	17	5	26	18	51	4	51	19	27	6	0	20	0	5	24	20	36	4	45	21	15
5	5	59	18	18	5	24	18	53	4	49	19	28	5	58	20	1	5	22	20	38	4	43	21	17
6	5	57	18	19	5	22	18	54	4	47	19	29	5	56	20	3	5	19	20	40	4	40	21	19
7	5	55	18	21	5	21	18	56	4	45	19	31	5	54	20	4	5	17	20	41	4	38	21	20
8	5	54	18	22	5	19	18	57	4	43	19	32	5	52	20	5	5	15	20	43	4	36	21	22
9	5	52	18	24	5	17	18	58	4	41	19	34	5	51	20	7	5	13	20	44	4	33	21	24
10	5	50	18	25	5	15	19	0	4	39	19	35	5	49	20	8	5	11	20	46	4	31	21	26
11	5	48	18	26	5	13	19	1	4	37	19	37	5	47	20	10	5	9	20	47	4	29	21	28
12	5	46	18	28	5	11	19	3	4	35	19	38	5	45	20	11	5	7	20	49	4	26	21	30
13	5	44	18	29	5	9	19	4	4	33	19	40	5	43	20	13	5	5	20	51	4	24	21	31
14	5	42	18	31	5	7	19	6	4	31	19	41	5	41	20	14	5	3	20	52	4	21	21	33
15	5	40	18	32	5	5	19	7	4	29	19	43	5	39	20	15	5	0	20	54	4	19	21	35
16	5	38	18	33	5	3	19	8	4	27	19	44	5	37	20	17	4	58	20	55	4	17	21	37
17	5	36	18	35	5	1	19	10	4	25	19	46	5	35	20	18	4	56	20	57	4	14	21	39
18	5	34	18	36	4	59	19	11	4	23	19	47	5	33	20	20	4	54	20	59	4	12	21	41
19	5	32	18	37	4	57	19	13	4	21	19	49	5	31	20	21	4	52	21	0	4	9	21	43
20	5	30	18	39	4	55	19	14	4	19	19	50	5	29	20	23	4	50	21	2	4	7	21	45
21	5	28	18	40	4	53	19	16	4	17	19	52	5	27	20	24	4	48	21	4	4	5	21	47
22	5	26	18	42	4	51	19	17	4	14	19	54	5	26	20	26	4	46	21	5	4	2	21	49
23	5	24	18	43	4	49	19	19	4	12	19	55	5	24	20	27	4	44	21	7	4	0	21	51
24	5	22	18	44	4	47	19	20	4	10	19	57	5	22	20	29	4	42	21	9	3	57	21	53
25	5	20	18	46	4	45	19	21	4	8	19	58	5	20	20	30	4	40	21	10	3	55	21	55
26	5	18	18	47	4	43	19	23	4	6	20	0	5	18	20	31	4	38	21	12	3	53	21	57
27	5	16	18	49	4	41	19	24	4	3	20	2	5	17	20	33	4	36	21	14	3	50	21	59
28	6	14	19	50	5	38	20	26	5	1	21	3	5	15	20	34	4	34	21	15	3	48	22	1
29	6	12	19	51	5	36	20	27	4	59	21	5	5	13	20	36	4	32	21	17	3	45	22	4
30	6	10	19	53	5	34	20	29	4	57	21	7	5	11	20	37	4	30	21	19	3	43	22	6
31	6	8	19	54	5	32	20	30	4	54	21	8												

постоянные

Постоянная Стефана-Больцмана (коэффициент пропорциональности, связывающий светимость (мощность) единицы излучающей поверхности черного тела с его температурой в законе Стефана-Больцмана $F = \sigma T^4$) $\sigma = 5.6703 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м^{2}сек^2)
Заряд электрона $e = -1.60219 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона $m_e = 9.10953 \cdot 10^{-31}$ кг
Масса покоя протона $m_p = 1.67265 \cdot 10^{-27}$ кг
Масса покоя нейтрона $m_n = 1.67495 \cdot 10^{-27}$ кг
Электрон-вольт 1 эВ = $1.60219 \cdot 10^{-19}$ Дж
Секунда 1 с = 9 192 631 770 периодов электромагнитных колебаний при переходе между сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия (Cs)

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2021.

	Май								Июнь							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	5	10	20	39	4	28	21	21	3	40	22	8	4	30	21	20	3	40	22	10	2	33	23	17
2	5	8	20	40	4	26	21	22	3	38	22	10	4	29	21	21	3	39	22	11	2	31	23	19
3	5	6	20	42	4	24	21	24	3	36	22	12	4	29	21	21	3	38	22	12	2	29	23	21
4	5	5	20	43	4	22	21	26	3	33	22	14	4	28	21	22	3	37	22	14	2	28	23	23
5	5	3	20	45	4	20	21	27	3	31	22	17	4	28	21	23	3	36	22	15	2	26	23	25
6	5	1	20	46	4	18	21	29	3	28	22	19	4	27	21	24	3	36	22	16	2	25	23	27
7	5	0	20	47	4	16	21	31	3	26	22	21	4	27	21	25	3	35	22	17	2	23	23	28
8	4	58	20	49	4	15	21	33	3	24	22	23	4	26	21	26	3	34	22	18	2	22	23	30
9	4	57	20	50	4	13	21	34	3	21	22	26	4	26	21	27	3	34	22	19	2	21	23	32
10	4	55	20	52	4	11	21	36	3	19	22	28	4	26	21	27	3	33	22	20	2	20	23	33
11	4	54	20	53	4	9	21	38	3	17	22	30	4	25	21	28	3	33	22	20	2	19	23	34
12	4	52	20	55	4	7	21	39	3	14	22	32	4	25	21	29	3	32	22	21	2	18	23	36
13	4	51	20	56	4	6	21	41	3	12	22	35	4	25	21	29	3	32	22	22	2	17	23	37
14	4	49	20	57	4	4	21	43	3	10	22	37	4	25	21	30	3	32	22	23	2	17	23	38
15	4	48	20	59	4	2	21	44	3	7	22	39	4	25	21	30	3	32	22	23	2	16	23	39
16	4	47	21	0	4	1	21	46	3	5	22	42	4	25	21	31	3	32	22	24	2	15	23	40
17	4	45	21	1	3	59	21	48	3	3	22	44	4	25	21	31	3	31	22	24	2	15	23	41
18	4	44	21	3	3	58	21	49	3	1	22	46	4	25	21	32	3	31	22	25	2	15	23	41
19	4	43	21	4	3	56	21	51	2	58	22	49	4	25	21	32	3	32	22	25	2	15	23	42
20	4	42	21	5	3	55	21	53	2	56	22	51	4	25	21	32	3	32	22	26	2	15	23	42
21	4	41	21	7	3	53	21	54	2	54	22	53	4	25	21	33	3	32	22	26	2	15	23	43
22	4	39	21	8	3	52	21	56	2	52	22	55	4	25	21	33	3	32	22	26	2	15	23	43
23	4	38	21	9	3	50	21	57	2	50	22	58	4	26	21	33	3	32	22	26	2	16	23	43
24	4	37	21	10	3	49	21	59	2	48	23	0	4	26	21	33	3	33	22	26	2	16	23	43
25	4	36	21	12	3	48	22	0	2	46	23	2	4	26	21	33	3	33	22	26	2	17	23	43
26	4	35	21	13	3	46	22	2	2	44	23	4	4	27	21	33	3	34	22	26	2	17	23	42
27	4	34	21	14	3	45	22	3	2	42	23	7	4	27	21	33	3	34	22	26	2	18	23	42
28	4	33	21	15	3	44	22	5	2	40	23	9	4	28	21	33	3	35	22	26	2	19	23	41
29	4	33	21	16	3	43	22	6	2	38	23	11	4	28	21	33	3	35	22	26	2	20	23	41
30	4	32	21	17	3	42	22	7	2	36	23	13	4	29	21	33	3	36	22	25	2	22	23	40
31	4	31	21	18	3	41	22	9	2	34	23	15												

Электромагнитный спектр

Диапазон	Приблизительные границы диапазонов		
	По длинам волн	По частотам	По энергии кванта
Гамма-излучение	0.01 нм	$3 \cdot 10^{19}$ Гц	120 кэВ
Рентгеновское излучение	10 нм	$3 \cdot 10^{16}$ Гц	120 эВ
Ультрафиолетовое излучение	380 нм	$8 \cdot 10^{14}$ Гц	3.3 эВ
Видимый свет	760 нм	$4 \cdot 10^{14}$ Гц	1.7 эВ
Инфракрасное излучение	1 мм	$3 \cdot 10^{11}$ Гц	0.001 эВ
Радиоволны			

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2021.

Да-	Июль										Август									
	Гражданские				Навигационные				Астрономические			Гражданские				Навигационные			Астрономические		
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч м
1	4	29	21	32	3	37	22	25	2	23	23 39	5	3	21	4	4	18	21	48	3	25	22 41
2	4	30	21	32	3	38	22	24	2	24	23 38	5	4	21	2	4	20	21	47	3	28	22 39
3	4	31	21	32	3	39	22	24	2	26	23 37	5	6	21	1	4	22	21	45	3	30	22 37
4	4	31	21	31	3	39	22	23	2	27	23 36	5	7	20	59	4	23	21	43	3	32	22 34
5	4	32	21	31	3	40	22	23	2	29	23 35	5	8	20	58	4	25	21	41	3	34	22 32
6	4	33	21	31	3	41	22	22	2	30	23 33	5	10	20	56	4	27	21	39	3	36	22 29
7	4	34	21	30	3	42	22	21	2	32	23 32	5	11	20	55	4	28	21	38	3	39	22 27
8	4	35	21	29	3	44	22	21	2	34	23 30	5	13	20	53	4	30	21	36	3	41	22 25
9	4	36	21	29	3	45	22	20	2	36	23 29	5	14	20	51	4	31	21	34	3	43	22 22
10	4	37	21	28	3	46	22	19	2	38	23 27	5	15	20	50	4	33	21	32	3	45	22 20
11	4	38	21	28	3	47	22	18	2	40	23 25	5	17	20	48	4	35	21	30	3	47	22 17
12	4	39	21	27	3	48	22	17	2	42	23 24	5	18	20	46	4	36	21	28	3	49	22 15
13	4	40	21	26	3	50	22	16	2	44	23 22	5	20	20	44	4	38	21	26	3	51	22 13
14	4	41	21	25	3	51	22	15	2	46	23 20	5	21	20	43	4	40	21	24	3	53	22 10
15	4	42	21	24	3	52	22	14	2	48	23 18	5	22	20	41	4	41	21	22	3	55	22 8
16	4	43	21	23	3	54	22	13	2	50	23 16	5	24	20	39	4	43	21	20	3	57	22 5
17	4	44	21	22	3	55	22	11	2	52	23 14	5	25	20	37	4	45	21	18	3	60	22 3
18	4	45	21	21	3	56	22	10	2	54	23 12	5	27	20	35	4	46	21	16	4	2	22 0
19	4	46	21	20	3	58	22	9	2	56	23 10	5	28	20	34	4	48	21	14	4	4	21 58
20	4	47	21	19	3	59	22	7	2	59	23 8	5	29	20	32	4	49	21	12	4	5	21 56
21	4	49	21	18	4	1	22	6	3	1	23 6	5	31	20	30	4	51	21	10	4	7	21 53
22	4	50	21	17	4	2	22	5	3	3	23 4	5	32	20	28	4	53	21	7	4	9	21 51
23	4	51	21	16	4	4	22	3	3	5	23 2	5	33	20	26	4	54	21	5	4	11	21 48
24	4	52	21	15	4	5	22	2	3	8	23 0	5	35	20	24	4	56	21	3	4	13	21 46
25	4	54	21	13	4	7	22	0	3	10	22 57	5	36	20	22	4	57	21	1	4	15	21 43
26	4	55	21	12	4	9	21	59	3	12	22 55	5	38	20	20	4	59	20	59	4	17	21 41
27	4	56	21	11	4	10	21	57	3	14	22 53	5	39	20	18	5	0	20	57	4	19	21 39
28	4	58	21	10	4	12	21	55	3	17	22 51	5	40	20	16	5	2	20	55	4	21	21 36
29	4	59	21	8	4	13	21	54	3	19	22 48	5	42	20	14	5	3	20	53	4	22	21 34
30	5	0	21	7	4	15	21	52	3	21	22 46	5	43	20	12	5	5	20	50	4	24	21 31
31	5	2	21	5	4	17	21	50	3	23	22 44	5	44	20	10	5	7	20	48	4	26	21 29

Данные о Земле

Среднее расстояние от Солнца	149597870 км
Период обращения вокруг Солнца (сидерический год)	365.2564 сут
Средняя скорость движения по орбите вокруг Солнца	29.79 км/с
Средний радиус	6371 км
Масса	$5.974 \cdot 10^{24}$ кг
Средняя плотность	5.517 г/см^3
Среднее ускорение свободного падения на поверхности	9.806 м/с^2
Сидерический период вращения вокруг оси (звездные сутки)	23ч56м04с
Средний наклон экватора к орбите	23.44°

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2021.

	Сентябрь								Октябрь							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	5	46	20	9	5	8	20	46	4	28	21	26	6	25	19	8	5	50	19	43	5	15	20	19
2	5	47	20	7	5	10	20	44	4	30	21	24	6	27	19	6	5	52	19	41	5	16	20	17
3	5	48	20	5	5	11	20	42	4	31	21	22	6	28	19	4	5	53	19	39	5	18	20	15
4	5	50	20	3	5	13	20	40	4	33	21	19	6	29	19	2	5	54	19	37	5	19	20	13
5	5	51	20	1	5	14	20	38	4	35	21	17	6	31	19	0	5	56	19	35	5	20	20	11
6	5	52	19	59	5	16	20	35	4	36	21	15	6	32	18	59	5	57	19	33	5	22	20	9
7	5	54	19	56	5	17	20	33	4	38	21	12	6	33	18	57	5	58	19	32	5	23	20	7
8	5	55	19	54	5	18	20	31	4	40	21	10	6	35	18	55	6	0	19	30	5	25	20	5
9	5	56	19	52	5	20	20	29	4	41	21	8	6	36	18	53	6	1	19	28	5	26	20	3
10	5	58	19	50	5	21	20	27	4	43	21	5	6	37	18	51	6	2	19	26	5	27	20	1
11	5	59	19	48	5	23	20	25	4	45	21	3	6	39	18	49	6	4	19	24	5	29	19	59
12	6	0	19	46	5	24	20	23	4	46	21	1	6	40	18	47	6	5	19	22	5	30	19	57
13	6	2	19	44	5	26	20	20	4	48	20	58	6	41	18	46	6	6	19	20	5	31	19	55
14	6	3	19	42	5	27	20	18	4	49	20	56	6	42	18	44	6	8	19	19	5	33	19	54
15	6	4	19	40	5	28	20	16	4	51	20	54	6	44	18	42	6	9	19	17	5	34	19	52
16	6	6	19	38	5	30	20	14	4	53	20	51	6	45	18	40	6	10	19	15	5	35	19	50
17	6	7	19	36	5	31	20	12	4	54	20	49	6	47	18	38	6	12	19	13	5	37	19	48
18	6	8	19	34	5	33	20	10	4	56	20	47	6	48	18	37	6	13	19	12	5	38	19	47
19	6	10	19	32	5	34	20	8	4	57	20	45	6	49	18	35	6	14	19	10	5	39	19	45
20	6	11	19	30	5	35	20	6	4	59	20	42	6	51	18	33	6	15	19	8	5	41	19	43
21	6	12	19	28	5	37	20	4	5	0	20	40	6	52	18	32	6	17	19	7	5	42	19	41
22	6	14	19	26	5	38	20	2	5	2	20	38	6	53	18	30	6	18	19	5	5	43	19	40
23	6	15	19	24	5	40	19	59	5	3	20	36	6	55	18	28	6	19	19	3	5	45	19	38
24	6	16	19	22	5	41	19	57	5	5	20	34	6	56	18	27	6	21	19	2	5	46	19	37
25	6	18	19	20	5	42	19	55	5	6	20	31	6	57	18	25	6	22	19	0	5	47	19	35
26	6	19	19	18	5	44	19	53	5	8	20	29	6	59	18	23	6	23	18	59	5	48	19	34
27	6	20	19	16	5	45	19	51	5	9	20	27	7	0	18	22	6	25	18	57	5	50	19	32
28	6	21	19	14	5	46	19	49	5	11	20	25	7	1	18	20	6	26	18	56	5	51	19	31
29	6	23	19	12	5	48	19	47	5	12	20	23	7	3	18	19	6	27	18	54	5	52	19	29
30	6	24	19	10	5	49	19	45	5	13	20	21	7	4	18	17	6	29	18	53	5	54	19	28
31													6	5	17	16	5	30	17	51	4	55	18	26

Данные о Луне

Среднее расстояние от Земли	384400 км
Период обращения вокруг Земли (сидерический месяц)	27.3217 сут
Средняя скорость движения по орбите вокруг Земли	1.023 км/с
Средний радиус	1738 км
Масса	$7.348 \cdot 10^{22}$ кг
Средняя плотность	3.343 г/см^3
Среднее ускорение свободного падения на поверхности	1.622 м/с^2
Средний период полной смены фаз (синодический месяц)	29.5306 сут
Средний наклон экватора к орбите	6.68°

СУМЕРКИ ДЛЯ ОДЕССЫ. 2021.

	Ноябрь								Декабрь							
Да-	Гражданские		Навигационные		Астрономические				Гражданские		Навигационные		Астрономические			
та	Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец		Начало		Конец	
	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м
1	6	7	17	14	5	31	17	50	4	56	18	25	6	46	16	46	6	8	17	24	5	32	18	0
2	6	8	17	13	5	33	17	49	4	58	18	24	6	47	16	46	6	9	17	24	5	33	18	0
3	6	10	17	12	5	34	17	47	4	59	18	22	6	48	16	46	6	10	17	23	5	34	18	0
4	6	11	17	10	5	35	17	46	5	0	18	21	6	49	16	45	6	11	17	23	5	35	18	0
5	6	12	17	9	5	36	17	45	5	1	18	20	6	50	16	45	6	12	17	23	5	36	17	59
6	6	14	17	8	5	38	17	44	5	3	18	19	6	51	16	45	6	13	17	23	5	37	17	59
7	6	15	17	6	5	39	17	42	5	4	18	18	6	52	16	45	6	14	17	23	5	37	17	59
8	6	16	17	5	5	40	17	41	5	5	18	16	6	53	16	45	6	15	17	23	5	38	17	59
9	6	18	17	4	5	42	17	40	5	6	18	15	6	54	16	45	6	16	17	23	5	39	17	59
10	6	19	17	3	5	43	17	39	5	8	18	14	6	55	16	45	6	17	17	23	5	40	17	59
11	6	20	17	2	5	44	17	38	5	9	18	13	6	56	16	45	6	17	17	23	5	41	17	59
12	6	22	17	1	5	45	17	37	5	10	18	12	6	56	16	45	6	18	17	23	5	42	18	0
13	6	23	16	59	5	47	17	36	5	11	18	11	6	57	16	45	6	19	17	23	5	42	18	0
14	6	24	16	58	5	48	17	35	5	13	18	10	6	58	16	45	6	20	17	23	5	43	18	0
15	6	26	16	57	5	49	17	34	5	14	18	9	6	59	16	45	6	21	17	24	5	44	18	0
16	6	27	16	56	5	51	17	33	5	15	18	9	7	0	16	45	6	21	17	24	5	44	18	1
17	6	28	16	55	5	52	17	32	5	16	18	8	7	0	16	46	6	22	17	24	5	45	18	1
18	6	30	16	55	5	53	17	31	5	17	18	7	7	1	16	46	6	22	17	24	5	46	18	1
19	6	31	16	54	5	54	17	31	5	18	18	6	7	1	16	46	6	23	17	25	5	46	18	2
20	6	32	16	53	5	55	17	30	5	20	18	6	7	2	16	47	6	24	17	25	5	47	18	2
21	6	34	16	52	5	57	17	29	5	21	18	5	7	3	16	47	6	24	17	26	5	47	18	2
22	6	35	16	51	5	58	17	28	5	22	18	4	7	3	16	48	6	25	17	26	5	48	18	3
23	6	36	16	51	5	59	17	28	5	23	18	4	7	4	16	48	6	25	17	27	5	48	18	3
24	6	37	16	50	6	0	17	27	5	24	18	3	7	4	16	49	6	26	17	27	5	49	18	4
25	6	39	16	49	6	1	17	27	5	25	18	3	7	4	16	50	6	26	17	28	5	49	18	5
26	6	40	16	49	6	2	17	26	5	26	18	2	7	5	16	50	6	26	17	29	5	50	18	5
27	6	41	16	48	6	4	17	26	5	27	18	2	7	5	16	51	6	27	17	29	5	50	18	6
28	6	42	16	48	6	5	17	25	5	29	18	1	7	5	16	52	6	27	17	30	5	50	18	7
29	6	43	16	47	6	6	17	25	5	30	18	1	7	6	16	52	6	27	17	31	5	51	18	7
30	6	44	16	47	6	7	17	24	5	31	18	1	7	6	16	53	6	27	17	31	5	51	18	8
31													7	6	16	54	6	28	17	32	5	51	18	9

Данные о Солнце

Средний радиус фотосферы	$696 \cdot 10^3$ км
Масса	$1.989 \cdot 10^{30}$ кг
Средняя плотность	1.409 г/см^3
Среднее ускорение свободного падения на поверхности	273.98 м/с^2
Сидерический период вращения вокруг оси	25.38 сут
Наклон экватора к орбите Земли	7.25°
Температура на поверхности	5500°C

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА И ЛУНЫ

При астрофизических наблюдениях поверхностей Солнца и Луны определяются положения деталей на видимом диске данного небесного тела. Для определения положений этих деталей на поверхности небесного тела необходимо знать ориентацию данного тела и связанной с ним системы сферических координат по отношению к наблюдателю, т.е. физическую эфемериду данного тела Солнечной системы.

В физических эфемеридах Солнца приведены: позиционный угол P проекции оси вращения Солнца на картинную плоскость, гелиографическая широта B_o центра солнечного диска и долгота L_o центрального меридиана (т.е. меридиана, проходящего через центр видимого диска), отсчитываемая от начального меридиана Кэррингтона. Позиционный угол P отсчитывается от северной точки солнечного диска и считается положительным к востоку и отрицательным к западу. Гелиографическая широта B_o центра солнечного диска положительна, если северный полюс Солнца обращен к Земле, и отрицательна, если северный полюс Солнца с Земли не виден. Долгота L_o центрального меридиана отсчитывается к западу, т.е. в направлении видимого вращения Солнца. Долгота L_o за сутки уменьшается на 13.2°.

Поскольку значения долгот L_o для Солнца даны через 4 суток, то вычисление положений его центрального меридиана на различные моменты промежуточных дат производится с помощью таблицы средних уменьшений гелиографической долготы.

Таблица средних уменьшений гелиографической долготы

Интервалы		Интервалы		Интервалы		Интервалы		Интервалы		Интервалы	
Минуты	°	Часы	°	Часы	°	Часы	°	Часы	°	Сутки	°
10	0.1	1	0.6	7	3.8	13	7.1	19	10.4	1	13.2
20	0.2	2	1.1	8	4.4	14	7.7	20	11.0	2	26.4
30	0.3	3	1.6	9	4.9	15	8.2	21	11.5	3	39.6
40	0.4	4	2.2	10	5.5	16	8.8	22	12.1	4	52.8
50	0.5	5	2.7	11	6.0	17	9.3	23	12.6	5	66.0
60	0.6	6	3.3	12	6.6	18	9.9	24	13.2	6	79.2

Вращение Солнца вокруг оси относительно звезд происходит с периодом 25.38 суток (сидерический период). Относительно Земли Солнце совершает полный оборот за 27.275 суток (синодический период). В астрономии принята нумерация синодических оборотов Солнца, которая отсчитывается от 9 ноября 1853 года. За начало синодического оборота Солнца принимается момент прохождения меридиана Кэррингтона через центр солнечного диска, когда долгота L_o принимает значение 0°. Моменты начала синодических оборотов Солнца по киевскому времени приведены в отдельной таблице.

Синодические обороты Солнца. 2021.

№ оборота	Начало оборота	№ оборота	Начало оборота	№ оборота	Начало оборота
2240	22 янв. 8ч35м	2245	7 июня 19ч26м	2250	21 окт. 23ч59м
2241	18 февр. 16ч46м	2246	5 июля 0ч10м	2251	18 нояб. 6ч15м
2242	18 марта 0ч35м	2247	1 авг. 5ч10м	2252	15 дек. 13ч52м
2243	14 апр. 8ч31м	2248	28 авг. 10ч48м		
2244	11 мая 14ч23м	2249	24 сент. 17ч07м		

СОЛНЦЕ

Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_o	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_o	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_o
Январь				Май				Сентябрь			
1	+2.0	-3.0	280.1	1	-24.1	-4.2	138.5	2	+21.3	+7.2	298.2
5	+0.0	-3.5	227.5	5	-23.3	-3.8	85.6	6	+22.3	+7.2	245.4
9	-1.9	-3.9	174.8	9	-22.4	-3.3	32.7	10	+23.1	+7.2	192.6
13	-3.8	-4.4	122.1	13	-21.4	-2.9	339.8	14	+23.9	+7.2	139.8
17	-5.7	-4.8	69.4	17	-20.3	-2.4	286.9	18	+24.5	+7.2	87.0
21	-7.5	-5.1	16.8	21	-19.1	-2.0	234.0	22	+25.1	+7.1	34.2
25	-9.3	-5.5	324.1	25	-17.8	-1.5	181.1	26	+25.5	+6.9	341.4
29	-11.0	-5.8	271.4	29	-16.5	-1.0	128.2	30	+25.9	+6.8	288.6
Февраль				Июнь				Октябрь			
2	-12.6	-6.1	218.8	2	-15.0	-0.5	75.2	4	+26.1	+6.6	235.8
6	-14.2	-6.4	166.1	6	-13.4	-0.1	22.3	8	+26.2	+6.3	183.0
10	-15.7	-6.6	113.5	10	-11.8	+0.4	329.4	12	+26.2	+6.1	130.3
14	-17.1	-6.8	60.8	14	-10.1	+0.9	276.4	16	+26.1	+5.8	77.5
18	-18.4	-6.9	8.1	18	-8.4	+1.4	223.5	20	+25.9	+5.5	24.7
22	-19.6	-7.1	315.4	22	-6.7	+1.8	170.5	24	+25.5	+5.1	332.0
26	-20.8	-7.2	262.8	26	-4.9	+2.3	117.6	28	+25.1	+4.8	279.2
Март				30	-3.1	+2.8	64.6	Ноябрь			
2	-21.8	-7.2	210.1	Июль				1	+24.5	+4.4	226.5
6	-22.7	-7.2	157.4	4	-1.3	+3.2	11.7	5	+23.7	+4.0	173.7
10	-23.6	-7.2	104.7	8	+0.6	+3.6	318.7	9	+22.9	+3.5	121.0
14	-24.3	-7.2	51.9	12	+2.4	+4.0	265.8	13	+21.9	+3.1	68.3
18	-24.9	-7.1	359.2	16	+4.1	+4.4	212.9	17	+20.8	+2.6	15.5
22	-25.4	-7.0	306.5	20	+5.9	+4.8	159.9	21	+19.6	+2.1	322.8
26	-25.8	-6.8	253.7	24	+7.6	+5.1	107.0	25	+18.2	+1.6	270.1
30	-26.0	-6.6	201.0	28	+9.3	+5.5	54.1	29	+16.8	+1.1	217.4
Апрель				Август				Декабрь			
3	-26.2	-6.4	148.2	1	+10.9	+5.8	1.2	3	+15.2	+0.6	164.6
7	-26.3	-6.2	95.4	5	+12.4	+6.1	308.3	7	+13.6	+0.1	111.9
11	-26.2	-5.9	42.6	9	+13.9	+6.3	255.4	11	+11.9	-0.4	59.2
15	-26.0	-5.6	349.8	13	+15.3	+6.5	202.5	15	+10.1	-0.9	6.5
19	-25.7	-5.3	297.0	17	+16.7	+6.7	149.7	19	+8.3	-1.4	313.8
23	-25.3	-4.9	244.2	21	+18.0	+6.9	96.8	23	+6.4	-1.9	261.1
27	-24.7	-4.6	191.3	25	+19.2	+7.0	43.9	27	+4.5	-2.4	208.4
				29	+20.3	+7.1	351.1	31	+2.6	-2.9	155.7

В физических эфемеридах Луны приводятся селенографические координаты: долгота λ_o и широта β_o центра лунного диска по отношению к геоцентрическому наблюдателю. Эти координаты также называются оптической либрацией Луны по долготе и широте. Селенографическая долгота λ_o считается положительной к востоку и отрицательной к западу. Селенографическая широта β_o считается положительной к северу и отрицательной к югу. Угол P положения оси вращения Луны отсчитывается от северной точки лунного диска против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°. Значения угла P для Луны, близкие к 360°, аналогичны отрицательным значениям P для Солнца. Угол Q положения точки наименьшей освещенности видимого диска Луны (середины дуги темной части окружности диска) отсчитывается от северной точки лунного диска против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°.

ЛУНА

Дата 2021	В 0ч всемирного времени λ_o	β_o	P_o	Q_o
Январь				
1	-5.1	-4.6	14.6	274.7
3	-4.9	-6.4	21.3	286.2
5	-3.9	-6.7	23.2	291.8
7	-2.2	-5.5	20.3	291.9
9	-0.0	-3.0	12.9	285.9
11	+2.3	+0.3	1.9	273.1
13	+4.3	+3.5	350.0	216.7
15	+5.4	+5.7	341.1	82.2
17	+5.1	+6.7	337.1	71.9
19	+3.5	+6.3	337.5	68.7
21	+1.1	+4.9	341.3	70.1
23	-1.6	+2.6	348.0	75.7
25	-3.8	-0.2	357.3	85.9
27	-5.1	-3.0	8.0	102.3
29	-5.1	-5.3	17.4	227.6
31	-3.9	-6.5	22.5	283.0
Февраль				
2	-2.1	-6.3	22.6	289.8
4	-0.1	-4.5	18.0	288.6
6	+1.7	-1.6	9.2	281.1
8	+3.2	+1.6	357.7	268.1
10	+4.3	+4.4	346.6	249.6
12	+4.7	+6.1	339.3	131.8
14	+4.1	+6.5	336.8	76.7
16	+2.4	+5.7	338.4	71.4
18	-0.1	+3.9	343.2	73.0
20	-2.8	+1.5	350.8	79.2
22	-5.0	-1.3	0.6	89.6
24	-6.2	-3.9	11.1	103.2
26	-5.7	-5.9	19.4	122.7
28	-3.8	-6.5	23.1	263.7
Март				
2	-1.0	-5.6	21.5	286.5
4	+1.7	-3.2	15.1	285.2
6	+3.7	-0.1	4.9	276.5
8	+4.8	+3.0	353.3	263.6
10	+5.1	+5.3	343.5	249.6
12	+4.7	+6.4	338.0	232.2
14	+3.6	+6.3	337.0	102.8
16	+1.6	+5.0	339.7	75.5
18	-1.0	+2.9	345.5	75.9
20	-3.7	+0.2	353.9	82.4
22	-6.0	-2.5	4.0	92.8
24	-7.2	-4.9	14.0	104.9
26	-6.7	-6.3	21.0	116.9
28	-4.3	-6.4	23.1	137.6
30	-0.9	-4.8	19.9	279.2
Апрель				
1	+2.6	-1.9	11.9	282.0
3	+5.1	+1.4	0.6	272.5
5	+6.3	+4.3	349.1	259.8
7	+6.2	+6.1	340.8	248.5
9	+5.3	+6.6	337.2	239.8
11	+3.6	+5.9	337.6	226.8
13	+1.2	+4.2	341.5	88.1
15	-1.5	+1.7	348.2	78.9
17	-4.2	-1.0	357.3	85.2
19	-6.5	-3.6	7.6	95.5
21	-7.8	-5.7	16.6	106.5
23	-7.4	-6.7	22.1	115.4
25	-5.2	-6.2	22.7	121.5
27	-1.5	-4.0	18.1	165.2
29	+2.5	-0.7	8.7	279.2

Дата 2021	В 0ч всемирного времени λ_o	β_o	P_o	Q_o
Май				
1	+5.6	+2.7	356.5	269.5
3	+7.1	+5.3	345.6	257.2
5	+7.1	+6.6	338.9	247.9
7	+5.8	+6.6	336.9	242.6
9	+3.7	+5.4	338.7	240.7
11	+1.1	+3.3	343.7	236.0
13	-1.6	+0.6	351.4	81.9
15	-4.3	-2.1	1.1	87.3
17	-6.4	-4.6	11.2	97.7
19	-7.6	-6.3	19.0	107.7
21	-7.4	-6.8	22.8	114.4
23	-5.5	-5.8	21.9	116.7
25	-2.1	-3.2	16.0	113.8
27	+1.9	+0.3	5.5	279.0
29	+5.3	+3.7	352.9	268.2
31	+7.2	+6.0	342.8	256.0
Июнь				
2	+7.4	+6.8	337.7	248.0
4	+6.0	+6.3	337.2	244.8
6	+3.8	+4.7	340.3	245.9
8	+1.0	+2.3	346.3	251.2
10	-1.7	-0.4	354.9	267.2
12	-4.1	-3.2	5.0	85.8
14	-5.9	-5.4	14.5	98.6
16	-6.8	-6.7	20.9	108.1
18	-6.6	-6.6	23.0	113.3
20	-5.0	-5.0	20.5	113.3
22	-2.2	-2.2	13.3	106.9
24	+1.3	+1.3	2.0	88.2
26	+4.6	+4.5	349.6	271.9
28	+6.6	+6.3	340.7	256.4
30	+6.9	+6.7	337.2	248.9
Июль				
2	+5.7	+5.8	338.0	247.0
4	+3.4	+3.8	342.1	249.5
6	+0.6	+1.3	349.1	256.6
8	-2.0	-1.5	358.5	269.6
10	-4.0	-4.1	8.7	356.6
12	-5.3	-6.0	17.4	95.9
14	-5.6	-6.7	22.2	107.5
16	-5.1	-6.0	22.6	111.8
18	-3.7	-4.0	18.5	110.2
20	-1.4	-0.9	10.0	102.0
22	+1.3	+2.4	358.2	86.2
24	+4.0	+5.1	346.6	7.8
26	+5.8	+6.5	339.2	260.1
28	+6.1	+6.4	337.0	250.7
30	+4.9	+5.0	339.0	249.2
Август				
1	+2.6	+2.8	344.2	252.6
3	-0.1	+0.1	352.1	260.5
5	-2.6	-2.6	2.0	272.8
7	-4.3	-4.9	12.1	291.9
9	-4.9	-6.3	19.6	66.1
11	-4.5	-6.5	22.9	104.7
13	-3.3	-5.2	21.5	109.8
15	-1.7	-2.6	15.7	106.9
17	+0.2	+0.6	6.0	97.4
19	+2.2	+3.6	354.0	82.6
21	+4.1	+5.8	343.7	61.9
23	+5.2	+6.5	338.0	286.4
25	+5.2	+5.9	337.3	254.1
27	+3.9	+4.1	340.4	251.5
29	+1.6	+1.6	346.6	255.4
31	-1.2	-1.1	355.2	263.8

Дата 2021	В 0ч всемирного времени λ_o	β_o	P_o	Q_o
Сентябрь				
2	-3.6	-3.6	5.4	275.7
4	-5.0	-5.6	14.9	289.7
6	-5.1	-6.5	21.2	311.6
8	-3.9	-6.0	22.8	93.5
10	-1.9	-4.1	19.8	107.2
12	+0.2	-1.1	12.4	103.5
14	+2.2	+2.1	1.5	92.9
16	+3.8	+4.8	349.8	78.9
18	+4.8	+6.3	341.1	65.0
20	+5.2	+6.5	337.3	44.9
22	+4.6	+5.3	338.0	265.6
24	+3.0	+3.1	342.2	254.2
26	+0.6	+0.5	349.2	257.9
28	-2.2	-2.2	358.5	266.7
30	-4.6	-4.6	8.6	278.2
Октябрь				
2	-6.0	-6.2	17.2	289.8
4	-5.9	-6.6	22.1	300.3
6	-4.2	-5.5	22.4	327.5
8	-1.4	-3.0	17.8	103.2
10	+1.6	+0.3	8.8	100.5
12	+4.0	+3.5	356.9	89.0
14	+5.5	+5.8	345.9	75.9
16	+6.0	+6.7	339.2	65.5
18	+5.6	+6.2	337.2	58.3
20	+4.4	+4.6	339.1	41.7
22	+2.4	+2.1	344.3	258.7
24	-0.2	-0.7	352.2	260.0
26	-3.0	-3.3	2.0	269.1
28	-5.4	-5.4	11.8	280.2
30	-6.9	-6.6	19.2	290.2
Ноябрь				
1	-6.9	-6.6	22.7	297.1
3	-5.1	-5.0	21.6	300.5
5	-1.8	-2.1	15.6	62.7
7	+1.9	+1.5	5.2	98.7
9	+5.0	+4.6	352.7	86.2
11	+6.8	+6.4	342.8	73.9
13	+7.2	+6.8	337.9	65.9
15	+6.3	+5.8	337.5	62.7
17	+4.5	+3.7	340.7	63.5
19	+2.1	+1.1	346.9	64.0
21	-0.6	-1.7	355.6	259.9
23	-3.3	-4.2	5.7	270.4
25	-5.7	-6.1	14.8	281.5
27	-7.2	-6.8	20.8	290.3
29	-7.5	-6.3	22.8	295.1
Декабрь				
1	-6.0	-4.3	20.4	294.8
3	-2.8	-1.1	13.3	287.3
5	+1.2	+2.5	1.8	104.2
7	+4.9	+5.3	349.2	85.5
9	+7.3	+6.7	340.6	73.2
11	+7.8	+6.5	337.3	66.8
13	+6.8	+5.0	338.4	65.6
15	+4.6	+2.7	342.7	69.2
17	+2.0	-0.0	349.9	78.3
19	-0.8	-2.7	359.3	133.3
21	-3.3	-5.0	9.3	267.7
23	-5.4	-6.4	17.4	281.5
25	-6.8	-6.7	22.0	289.9
27	-7.2	-5.6	22.4	293.3
29	-6.1	-3.3	18.7	291.2
31	-3.6	-0.0	10.5	282.1

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ

В 2021 году будет 4 затмения – 2 солнечных и 2 лунных. Только одно из этих затмений видимо с территории Украины.

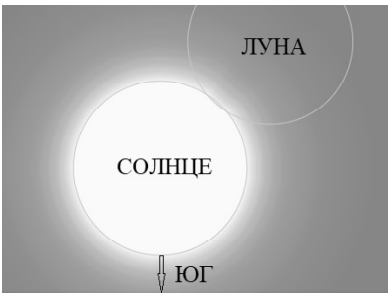
Первое затмение будет **лунным**. Оно произойдет **26 мая**, спустя всего 10 часов после прохождения Луной перигея. Напомним, что если полнолуние происходит вблизи точки перигея лунной орбиты, то его иногда называют суперлунием. В эту ночь видимый диск яркой полной Луны имеет наибольшие возможные угловые размеры. Затмение 26 мая будет в ночь суперлуния.

Обстоятельства затмения:

Начало полутеневого затмения	11 ч 48 м
Начало теневого затмения	12 ч 45 м
Начало полного затмения	14 ч 11 м
Наибольшая фаза затмения (1,009)	14 ч 19 м
Конец полного затмения	14 ч 26 м
Конец теневого затмения	15 ч 52 м
Конец полутеневого затмения	16 ч 50 м.

Продолжительность затмения 5 ч 2 минуты. Продолжительность частных фаз теневого затмения 2 часа 53 минуты, а полного затмения всего 14 минут. Все фазы затмения можно наблюдать в Австралии, Новой Зеландии и Тихом океане. В Украине затмение *не видно*.

10 июня произойдет **солнечное кольцеобразное затмение.** Сутками ранее Луна пройдет апогей своей орбиты, поэтому ее угловые размеры близки к минимально возможным. Полоса кольцеобразной фазы пройдет по северной части Северной Америки, Северному Ледовитому океану и северо-восточной части Азии. В середине полосы затмения у северо-западных берегов Гренландии продолжительность кольцеобразной фазы 3 минуты 51 секунда, максимальная фаза 0.943.



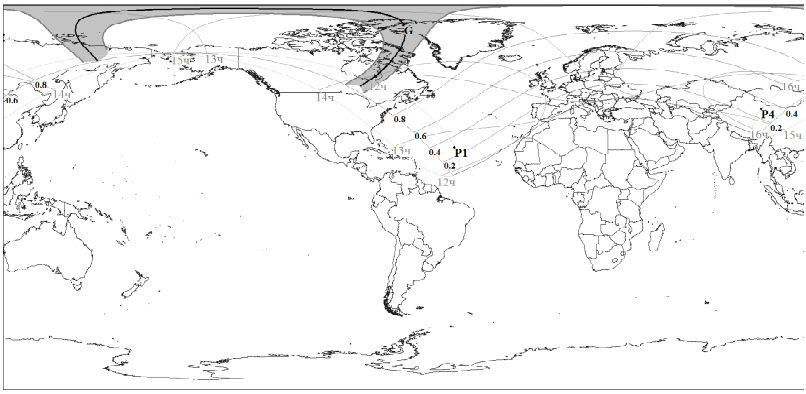
Наибольшая фаза солнечного затмения 10 июня 2021 года, видимая в Одессе

Частные фазы затмения будут видны в северной части Атлантического океана и Северной Америки, в Европе, кроме ее крайней юго-восточной части, в северной и центральной Азии.

Обстоятельства затмения в целом для Земли:

Начало частного затмения	11 ч 12 м
Начало полного затмения	12 ч 50 м
Наибольшая фаза затмения (0,943)	13 ч 42 м
Конец полного затмения	14 ч 34 м
Конец частного затмения	16 ч 11 м.

Наиболее благоприятные условия для наблюдений этого затмения с территории Украины – в северной ее части. На севере Волынской, Ровенской, Черниговской и Сумской областей продолжительность частного затмения 1 час 50 минут, наибольшая фаза 0.17.



Карта солнечного затмения 10 июня.
Полоса видимости кольцеобразных фаз отмечена серым цветом. Точка G соответствует наибольшей продолжительности затмения. Точки P1 и P4 отмечают первый и последний контакт лунной тени с поверхностью Земли.

В Одессе частное солнечное затмение начнется в 13 часов 59 минут, достигнет наибольшей фазы 0.014 в 14 часов 17 минут и закончится в 14 часов 34 минуты. Лунный диск коснется северо-западной части солнечного лимба. Высота Солнца над горизонтом в это время 62 градуса.

19 ноября будет **частное лунное затмение.**

Обстоятельства затмения:

Начало полутеневого затмения	8 ч 02 м
Начало теневого затмения	9 ч 19 м
Наибольшая фаза затмения (0.974)	11 ч 03 м
Конец теневого затмения	12 ч 47 м
Конец полутеневого затмения	14 ч 04 м.

Продолжительность затмения 6 ч 2 минуты. Продолжительность частных фаз теневого затмения 3 часа 28 минут. Все фазы затмения можно наблюдать в восточной части Азии, Австралии, Тихом океане, Северной и Южной Америке, северной части Атлантического океана. В Украине затмение *не видно*.

4 декабря произойдет **полное солнечное затмение.** Оно будет наблюдаться в южной части Тихого, Атлантического и Индийского океанов и в Антарктиде, где в это время года полярный день. Небольшие фазы частного затмения будут видны на юге Африки и юге Австралии. Полоса полной фазы пройдет по южной части акватории Тихого и Атлантического океанов и Антарктиде.

Обстоятельства затмения в целом для Земли:

Начало частного затмения	7 ч 29 м
Начало полного затмения	9 ч 00 м
Наибольшая фаза затмения (1,037)	9 ч 33 м
Конец полного затмения	10 ч 07 м
Конец частного затмения	11 ч 37 м.

Наибольшая продолжительность полной фазы затмения 1 минута 54 секунды будет наблюдаться на Антарктическом побережье. Ширина полосы полной фазы 419 км. В Украине затмение *не видно*.

ПОКРЫТИЕ ЗВЕЗД АСТЕРОИДАМИ

Малые планеты, размеры которых составляют десятки и сотни километров, в своем движении по небу иногда затмевают звезды. Диаметры последних измеряются сотнями тысяч и миллионами километров, но из-за разницы в расстояниях до Земли видимые угловые размеры астероидов (десятые и сотые доли угловой секунды), как правило, превосходят поперечники звезд. В зависимости от размера астероида и его видимой скорости движения по орбите длительность покрытия может составлять от секунд до десятков секунд. Измерив этот интервал времени и зная скорость движения астероида на фоне звезд, можно определить поперечник небесного тела.

Покрытия звёзд астероидами используются для: уточнения орбиты астероида; уточнения размеров и формы астероида; обнаружения кратности астероида (спутники и кольца астероидов); определения угловых размеров покрываемой звезды; исследования атмосферы звёзд; обнаружения кратности звёзд.

Наблюдение покрытий звезд астероидами – одна из областей астрономии, в которую любители даже со скромным оборудованием могут внести научный вклад.

В таблице ниже приведены обстоятельства лучшего для наблюдений покрытия звезды ярким астероидом на 2021 год и приняты такие обозначения: T – момент явления по киевскому времени; Δm – максимальное изменение блеска звезды во время явления в звездных величинах; m – звездная величина звезды из каталога Hipparcos; m_A – звездная величина астероида; $\alpha_{J2000.0}$, $\delta_{J2000.0}$ – прямое восхождение и склонение звезды.

Таблица

Дата 2021	T ч м	Δm	Звезда №	m	$\alpha_{J2000.0}$ ч м с	$\delta_{J2000.0}$ ° ′ ″	Астероид №	название	диаметр км	″	m_A
XII.28	20 00.5	3.0	HIP 533	8.9	00 06 27.0859	-16 44 15.590	532	Herculina	200	0.083	11.8

Следует заметить, что рассчитанные обстоятельства явления могут изменяться, если до момента наблюдения будут уточнены элементы орбиты указанных астероидов. Более подробную информацию можно получить на сайте «Астероидного отделения Международной ассоциации координации покрытий» (International Occultation Timing Association).

ДИАГРАММА ВИДИМОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

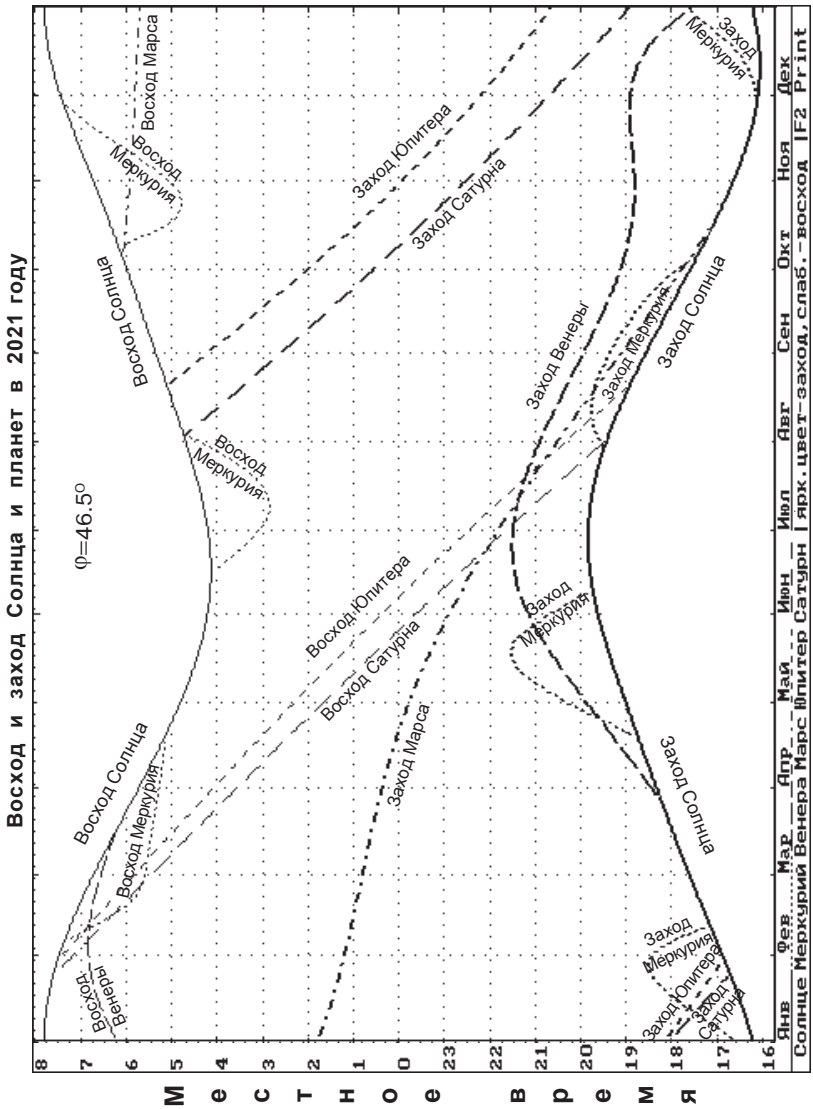
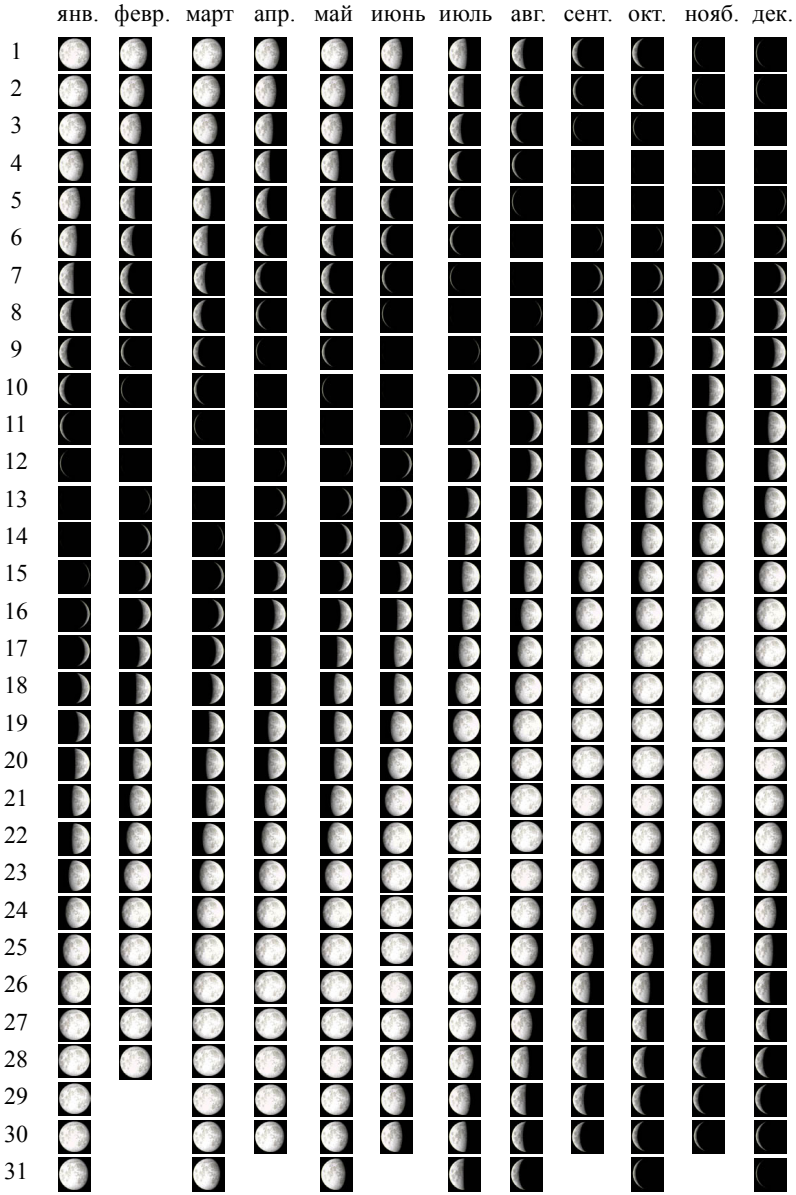


График восхода и захода Солнца и планет в 2021 году.
Линии восхода и захода Солнца даны для Одессы (φ=46.5°).

ФАЗЫ ЛУНЫ В 2021 ГОДУ



БОЛЬШИЕ ПЛАНЕТЫ

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий. В 2021 году будут четыре периода вечерней видимости и три периода утренней видимости Меркурия. Планета всегда видна низко над горизонтом, на фоне вечерней или утренней зари.

Первый период вечерней видимости начнется в начале января и продлится месяц. С 5 по 7 января в созвездии Стрельца, а затем Козерога, можно попытаться увидеть Меркурий сразу после захода Солнца. 10-11 января Меркурий будет вблизи Сатурна и Юпитера, а 14-го – рядом (менее 4°) с лунным серпом. 24 января планета достигнет максимальной вечерней (восточной) элонгации. В этот период блеск планеты будет постепенно уменьшаться от -0,9^m до +3,6^m, но видимый диаметр увеличиваться от 5" до 8". Максимальная продолжительность видимости составит чуть боле часа. 30 января произойдет смена движения планеты от прямого к попятному. В начале февраля планета скроется в лучах заходящего Солнца. Пройдя нижнее соединение с Солнцем 8 февраля, Меркурий перейдет уже на утреннее небо. 11 февраля наступит первый в этом году период утренней видимости, в течение которого планета побывает в созвездиях Водолея и Козерога. Блеск Меркурия в этот период будет меняться в пределах от +3,8^m до -0,1^m, продолжительность видимости не более 36 минут. Перемещаясь по небу и сближаясь с Марсом, Юпитером и Сатурном в середине февраля, 5 марта (!) Меркурий будет рядом с Юпитером (20'), а максимальной элонгации достигнет 6 марта. Угловой диаметр уменьшится с 10 до 5 угловых секунд. Очередная вечерняя видимость (начнется в конце апреля) будет самой благоприятной в 2021г. В этот период планета побывает в созвездиях Овна и Тельца, блеск будет постепенно уменьшаться от -1,8^m до +3,6^m. Максимальная продолжительность наблюдений составит почти 1,5 часа. Вечером 25 апреля Меркурий пройдет вблизи (1,1°) Венеры. 3-4 мая планета будет проходить рядом с Плеядами. 13 мая произойдет красивое соединение с Луной (менее 3°) и Венерой (9°). Максимальная элонгация (22°) наступит 17 мая. 28 мая Меркурий снова рядом (36') с Венерой. 30 мая Меркурий пройдет точку стояния с переходом к попятному движению.

11 июня Меркурий пройдет нижнее соединение с Солнцем и в конце июня выйдет очередной раз на утреннее небо. 22 июня планета сменит движение с попятного на прямое. Максимальная элонгация (4 июля) составит 22°. Этот период видимости продлится с конца июня до конца июля. Планета побывает в созвездиях Тельца, Ориона и Близнецов. Максимальная продолжительность видимости в этот период составит 43 минуты, а блеск будет меняться от+2,0^m до -1,7^m. 8 июля Меркурий будет недалеко (3°) от лунного серпа. 1 августа пройдя верхнее соединение с Солнцем, Меркурий очередной раз выйдет на вечернее небо. Период этой видимости начнется 15 августа и будет самым неблагоприятным в этом году. Блеск планеты будет постепенно уменьшаться от -0,9^m до +0,3^m. В течение всего этого времени планета будет наблюдаться лишь считанные минуты на фоне вечерней зари западного горизонта в созвездиях Льва и Девы. 18-19 августа Меркурий пройдет рядом с Марсом. Восточная элонгация (27°) произойдет 14 сентября. 9 октября Меркурий пройдет нижнее соединение с Солнцем и выйдет последний раз в этом году на утреннее небо. 13 октября начнется его утренняя видимость. Эта утренняя видимость наиболее благоприятна за весь год, планета побывает в созвездиях Девы и Весов. Максимальная продолжительность видимости – более часа, с блеском от

+3,4^{m} до -1,0^{m}. 18 октября планета сменит движение с попятного на прямое, а 25 октября достигнет максимальной элонгации 18°. 3 ноября недалеко от Меркурия на небе будет Луна. 10-11 ноября планета будет наблюдаться вблизи (1°) Марса. К концу ноября Меркурий скроется в лучах восходящего Солнца. Пройдя по созвездиям Весов, Скорпиона и Змееносца, Меркурий перейдет 11 декабря в созвездие Стрельца и закончит свой путь по небу в 2021 году. Последний период вечерний видимости наступит 19 декабря. Блеск планеты будет -0,7^{m}, продолжительность видимости к концу года составит 43 минуты.

Венера. За исключением февраля, марта и двух первых декад апреля, Венера наблюдается весь год. Наибольшую продолжительность времени Венера будет иметь в конце ноября – начале декабря и она составит более 2-х часов.

В начале года планета видна на утреннем небе. 11 января Венера будет сиять относительно недалеко (в 7,5°) от Луны. Планета сближается с Солнцем, и 31 января ее видимость закончится. Пройдя 26 марта нижнее соединение, в апреле Венера перейдет уже на вечернее небо. Вечером 22 апреля начнется ее вечерняя видимость, как раз тогда когда она будет рядом с Ураном. 25 апреля планета уже будет рядом с Меркурием. 13 мая Венера будет иметь красивый вид недалеко (в 7,5°) от Луны и Меркурия (9°). Почти всю весну, лето и осень Венера будет наблюдаться низко над горизонтом на фоне вечерней зари, но планету можно наблюдать и днем, даже невооруженным глазом. Дневные наблюдения в это время, возможно, будут даже предпочтительнее, чем во время сумерек. Вечером 28 мая Венера будет всего в 36' от Меркурия. 12 июня планета будет менее чем в 5° от серпа Луны. 12 июля будет, красивое зрелище: от Венеры, на расстоянии 4° будет лунный серп, а рядом, всего в 40', Марс! Вечером 13 июля Венера будет совсем рядом (в 29') от Марса. 21 июля Венера, на расстоянии чуть больше 1 градуса, пройдет от Регула (α Льва). 11 августа менее чем в 5° от Венеры будет молодой месяц. 5 сентября на расстоянии 1,5° от Венеры будет светить Спика (α Девы). 9 и 10 сентября, примерно на равноудаленных расстояниях от Венеры, будет наблюдаться молодой месяц Луны. 9 октября, всего в 3° от Венеры будет сиять Луна.

29 октября Венера достигнет максимальной (47°) вечерней элонгации – блеск планеты составит -4,6^{m}, а диаметр 37". Вечером 8 ноября Луна будет на дистанции почти 6° от Венеры. 6 и 7 декабря лунный месяц, будет примерно равноудален от Венеры. 19 декабря Венера достигнет стояния и перейдет от прямого движения к попятному. Вечером 29 декабря можно будет наблюдать сближение (4°17') с Меркурием.

Марс. Этот год весьма неблагоприятный для наблюдения «красной» планеты. После противостояния Марса в 2020 г., с начала 2021 года планета будет постепенно сближаться с Солнцем, уменьшая при этом видимый диаметр и блеск. Для наблюдений в телескоп Марс будет представлять интерес лишь до конца февраля. Впоследствии видимые размеры будут довольно малые, и разглядеть на его поверхности можно будет лишь самые крупные детали. В первую половину года Марс движется по созвездиям Рыб, Овна, Тельца, Близнецов и Рака, являясь малопривлекательной звездой первой величины на ночном и утреннем небе. 21 января Марс будет недалеко от Луны (6°) и Урана (1°40'). 19 февраля Марс вместе Луной и Плеядами составит красивый треугольник на небе. 4 марта Марс подойдет на ближайшее расстояние к Плеядам. 19 марта произойдет еще одно красивое сближение небесных тел. Южнее и недалеко (1°51') от Марса будет от Луна (Ф=0,33), еще южнее Альдебаран, а

западнее Плеяды. 17 апреля, меньше чем в 2° от Марса, будет сиять Луна. В июне блеск Марса снизится почти до $+2^m$, а видимый диаметр достигнет практически минимального значения – менее 4 угловых секунд. С этого времени начинается самый неблагоприятный период наблюдений планеты. Вечером 12 июля будет красивое зрелище: вблизи Марса, всего в 40' Венера, а на расстоянии 4° будет молодой месяц! 18-19 августа, почти над самым горизонтом, рядом с Марсом будет Меркурий. Марс будет иметь утреннюю видимость, двигаясь в одном направлении с Солнцем по созвездию Рака и Льва очень невысоко над горизонтом. С конца августа, практически до ноября месяца Марс виден не будет. 4 ноября, над самым горизонтом, можно попытаться увидеть Марс недалеко (в 2°) от экстремально малого (Ф=0,01) месяца! 10-11 ноября планета Марс будет наблюдаться вблизи (1°) Меркурия. Лишь в конце года, когда Марс достаточно отдалится от Солнца, его можно нормально увидеть на утреннем небе в созвездии Змееносца, севернее Антареса.

Юпитер. 2021 год не слишком благоприятен для наблюдений этой планеты. Юпитер будет невысоко над горизонтом, находясь в созвездиях Козерога и Водолея. В начале года Юпитер будет на вечернем небе, постепенно уменьшая период видимости, достигая соединения с Солнцем 29 января. После соединения Юпитер выйдет на утреннее небо, постепенно увеличивая угловое удаление от Солнца. 5 марта Юпитер будет рядом (!) с Меркурием (20'). 5 мая недалеко (5.5°) от Юпитера красиво сияет Луна. Планета Юпитер перемещается в одном направлении с Солнцем до 20 июня, а затем меняет движение на попятное, описывает петлю на фоне звезд. Противостояние Юпитера в 2021 году наступит 20 августа, тогда его максимальный диаметр составит 49.1", блеск -2.9^m, а наибольшая высота над горизонтом составит не более 30°.

11 ноября недалеко (5.5°) от Юпитера вновь будет красиво сиять Луна. Видимый диаметр Юпитера к концу года уменьшится до 36 секунд дуги, а блеск уменьшается до -2^m.

Сатурн. 2021 год не будет слишком благоприятен для наблюдений, планета весь год будет в созвездии Козерога. В начале года Сатурн заканчивает вечернюю видимость и скрывается в лучах заходящего Солнца. 24 января планета достигает соединения с Солнцем и выходит на утреннее небо. Кольца Сатурна, в течение 2021 г. для земного наблюдателя будут с углом раскрытия от 21 до 17 градусов. Всю весну Сатурн будет на утреннем небе. 3 мая планета будет расположена между Юпитером и старой Луной. 23 мая планета достигнет стояния и поменяет движение на попятное. Противостояние наступит 2 августа, тогда диаметр достигнет 18.7", блеск $+0{,}2^m$, а наибольшая высота над горизонтом составит 25°. 10 октября Сатурн сменит движение с прямого на попятное. 10 ноября Луна будет располагаться от Сатурна на расстоянии менее 5°.

Уран. В 2021 году будет относительно благоприятное время для наблюдений этой планеты. В этом году Уран пройдет по созвездию Овна. С начала года виден вечером. До 14 января планета перемещается попятно, а затем проходит стояние и начнется прямое движение. 21 января Уран будет недалеко от Луны (5°) и Марса (1°40'). 17 февраля в 20:14 Луна (Ф=0,31) 2°47' южнее Урана. 13 апреля Луна (Ф=0,02) снова (~3°) вблизи планеты. Вечерний период видимости планеты Уран продлится до середины апреля, затем Уран скроется в лучах зари. На утреннем небе планету Уран можно будет наблюдать с конца мая. 7 июня Уран в 4° от серпа Луны. Утром 1 августа Луна вновь в ~2° от Урана. После 20

августа планета сменит прямое движение на попятное. С октября по декабрь – самое лучшее время для наблюдений планеты. Противостояние произойдет 5 ноября, когда будет наибольший блеск и диаметр диска. Хорошим ориентиром для поиска Урана вблизи противостояния в бинокль или даже невооруженным глазом, может быть звезда 31Ari (+5.7^m). Блеск во время противостояния Урана составит +5.5^m, диметр диска 3.8", а высота над горизонтом почти 59°.

Нептун. Нептун можно найти только в бинокль или телескоп, так как он невооруженным глазом не виден. Блеск планеты составляет около 8^m, и для его поиска необходимы хорошие карты (атлас) звездного неба. Лучшее время для наблюдений – с августа по ноябрь. Весь год Нептун находится в созвездии Водолея, ближайшая яркая звезда-ориентир для поисков: φ Aqr,+4.2^m. В начале года планета видна по вечерам, исчезая в светлых сумерках во второй половине февраля. После соединения с Солнцем (11марта) планету можно будет отыскать на утреннем небе уже в апреле. В мае и июне Нептун наблюдается, 25 июня после стояния Нептун сменит движение на попятное. В июле продолжительность видимости планеты начинает быстро увеличиваться. Противостояние наступит 14 сентября. К этому времени видимый диаметр и блеск возрастут до максимума: 2,6" и +7,8^m. Наибольшая высота над горизонтом составит 39°. 1 декабря Нептун поменяет движение с попятного на прямое.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ПЛАНЕТ (ДЛЯ ОДЕССЫ)

Дата 2021	Меркурий ч м	Венера ч м	Марс ч м	Юпитер ч м	Сатурн ч м	Уран ч м	Нептун ч м
Янв. 17	0 50 в	0 23 у	8 12 вн	0 11 в	-	8 18 вн	3 56 в
Февр. 2	0 37 в	-	7 33 вн	-	-	6 54 в	2 34 в
Февр. 18	0 29 у	-	6 56 в	0 03 у	0 22 у	5 26 в	1 11 в
Март 6	0 28 у	-	6 20 в	0 29 у	0 53 у	4 04 в	-
Март 22	0 05 у	-	5 44 в	0 53 у	1 21 у	2 43 в	-
Апр. 7	-	-	5 06 в	1 16 у	1 48 у	1 22 в	0 15 у
Апр. 23	-	0 04 в	4 25 в	1 41 у	2 17 у	-	0 46 у
Май 9	1 21 в	0 26 в	3 39 в	2 11 у	2 51 у	-	1 21 у
Май 25	1 03 в	0 44 в	2 51 в	2 49 у	3 32 у	0 21 у	2 02 у
Июнь 10	-	0 54 в	2 02 в	3 38 у	4 24 у	1 11 у	2 53 у
Июнь 26	0 09 у	0 55 в	1 21 в	4 45 у	5 33 ну	2 12 у	3 56 у
Июль 12	0 43 у	0 51 в	0 49 в	6 00 ну	6 50 ну	3 25 у	5 15 у
Июль 28	-	0 47 в	0 26 в	7 25 ну	7 46 н*	4 46 у	6 37 ну
Авг. 13	0 00 в	0 44 в	0 09 в	8 33 н*	8 13 вн	6 14 у	8 02 ну
Авг. 29	0 09 в	0 44 в	-	9 09 вн	7 34 вн	7 39 ну	9 25 н*
Сент. 14	0 04 в	0 48 в	-	8 28 вн	6 59 вн	9 04 ну	10 19 н*
Сент. 30	-	0 56 в	-	7 50 вн	6 26 вн	10 29 ну	10 24 вн
Окт. 16	0 33 у	1 12 в	-	7 15 вн	5 52 вн	11 55 ну	9 49 вн
Нояб. 1	0 58 у	1 34 в	0 09 у	6 39 вн	5 13 вн	12 50 н*	9 10 вн
Нояб. 17	0 03 у	1 58 в	0 35 у	5 58 вн	4 33 в	13 05 вн	8 25 вн
Дек. 3	-	2 07 в	0 58 у	5 16 вн	3 47 в	12 09 вн	7 32 вн
Дек. 19	0 02 в	1 39 в	1 16 у	4 26 в	2 51 в	11 03 вн	6 25 вн
Янв.22 4	0 55 в	0 16 в	1 26 у	3 29 в	1 46 в	9 47 вн	5 13 в

(в - вечерняя видимость, у - утренняя видимость, н - ночная видимость, н - видимость в течение всей ночи)*

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

В эфемеридах планет указаны моменты восхода $t_в$, верхней кульминации $t_к$ и захода $t_з$ по киевскому времени, продолжительность видимости τ, видимые геоцентрические экваториальные координаты (прямое восхождение α и склонение δ, отнесенные к среднему равноденствию даты), видимый диаметр диска d (для Юпитера и Сатурна – экваториальный), фаза и блеск, выраженный в звездных величинах m, приведенные для 0ч всемирного времени.

Видимый полярный диаметр $d_п$ дисков Юпитера и Сатурна может быть найден по формуле $d_п = k \cdot d$, где k – коэффициент, зависящий от величины сжатия планеты у полюсов; d – видимый экваториальный диаметр диска планеты. Для Юпитера $k = 0.935$.

Для Сатурна значение коэффициента k зависит от планетоцентрической широты B_o центра диска планеты и может быть найдено из следующей таблицы:

B_o	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
k	0.892	0.893	0.896	0.900	0.906	0.913	0.920

Планетоцентрическая широта B_o центра диска Сатурна берется из его физических эфемерид (с. 72). Для промежуточных значений B_o коэффициент k определяется с помощью интерполяции.

В эфемериде Меркурия для периодов его видимости указаны моменты $t_в$ восхода планеты в эпохи утренней видимости и $t_з$ захода при вечерней видимости, а также продолжительность видимости τ планеты для Одессы. Под продолжительностью видимости Меркурия понимается интервал времени между его восходом (заходом) и началом (концом) гражданских сумерек. В эфемериде Сатурна приведены видимые угловые размеры колец Сатурна: большой оси a внешнего кольца планеты и его малой оси b.

В нижней части эфемерид приводятся сведения о конфигурациях планет. Эфемерида Меркурия для периодов его видимости дается через 4 суток; эфемериды Венеры и Марса – через 8 суток; для остальных планет – через 16 суток. Этого вполне достаточно для сохранения точности при интерполяции параметров на любой промежуточный момент времени.

При интерполировании эфемеридных данных следует учитывать, что у верхних планет – Марса, Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна на протяжении 16 суток может быть 17 интервалов между последовательными одноименными явлениями, так как эти интервалы несколько меньше 24 часов.

Продолжительность видимости ярких планет (Меркурия, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна) дается по отношению к гражданским сумеркам, а Урана и Нептуна (невидимых невооруженным глазом) – по отношению к навигационным сумеркам.

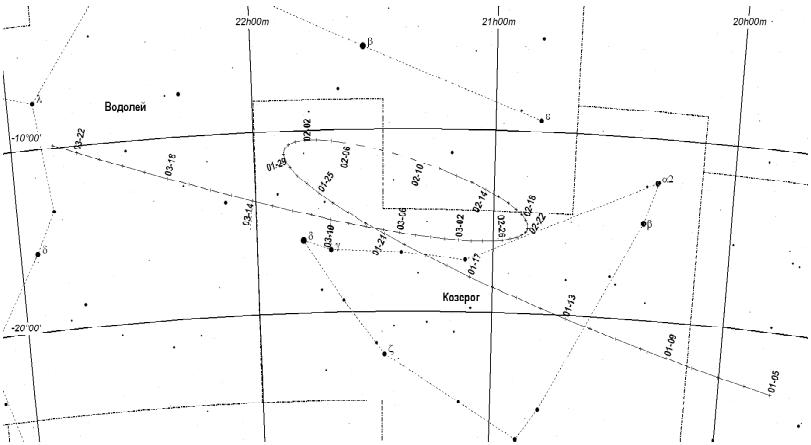
На картах видимого пути планет отмечено положение планет на 0ч всемирного времени соответствующей даты с интервалами: через 4 суток – для Меркурия, через 8 суток – для Венеры и Марса, через 16 суток – для остальных планет. Пунктирная линия означает, что в это время планета не видна.

МЕРКУРИЙ

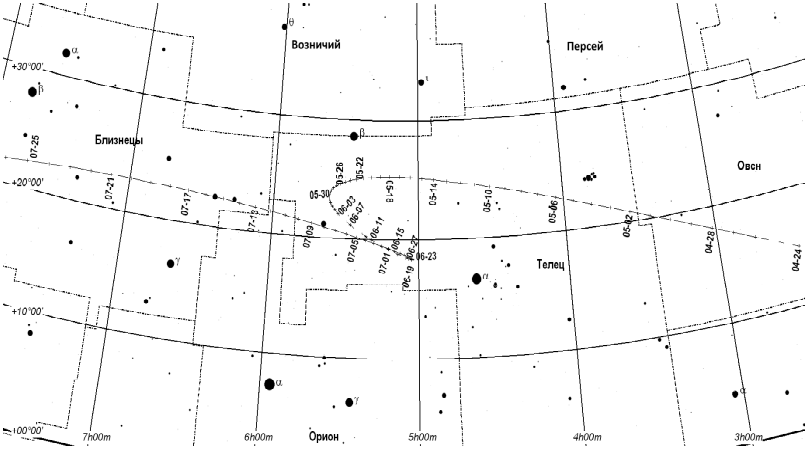
Дата 2021	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_э$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Фаза	Блеск m
			Вечерняя видимость						
Янв. 5	08 29	12 45 38	17 03	00 04	19 46 18	-23 22 11	5,0	0,96	-0.9
9	08 33	12 57 37	17 23	00 20	20 14 06	-21 58 45	5,2	0,93	-0.9
13	08 35	13 08 32	17 43	00 36	20 40 56	-20 11 43	5,5	0,87	-0.9
17	08 33	13 17 29	18 03	00 50	21 05 56	-18 04 33	5,9	0,79	-0.9
21	08 28	13 23 00	18 19	01 02	21 27 43	-15 45 04	6,4	0,68	-0.8
25	08 17	13 22 47	18 29	01 06	21 44 06	-13 28 01	7,1	0,51	-0.5
29	08 01	13 14 00	18 28	00 59	21 52 14	-11 36 18	8,1	0,32	+0.2
Февр. 2	07 38	12 54 26	18 11	00 37	21 49 40	-10 36 33	9,1	0,14	+1.5
6	07 10	12 24 57	17 40		21 36 44	-10 44 34	10,0	0,03	+3.6
			Утренняя видимость						
11	06 34	11 42 36	16 51	00 03	21 13 53	-12 10 17	10,4	0,03	+3.8
15	06 10	11 12 50	16 15	00 20	20 59 05	-13 38 07	10,1	0,11	+2.1
19	05 53	10 50 49	15 48	00 31	20 51 58	-14 52 43	9,5	0,22	+1.2
23	05 43	10 36 34	15 30	00 36	20 52 48	-15 42 31	8,8	0,33	+0.6
27	05 36	10 28 38	15 21	00 35	21 00 08	-16 05 03	8,1	0,43	+0.4
Март 3	05 32	10 25 24	15 19	00 32	21 12 18	-16 01 06	7,6	0,51	+0.2
7	05 30	10 25 31	15 22	00 27	21 27 57	-15 32 06	7,1	0,58	+0.1
11	05 28	10 28 03	15 29	00 21	21 46 04	-14 39 27	6,7	0,63	+0.1
15	05 26	10 32 21	15 39	00 15	22 05 59	-13 24 26	6,3	0,68	+0.0
19	05 25	10 37 58	15 52	00 09	22 27 16	-11 48 07	6,0	0,73	+0.0
23	05 23	10 44 41	16 08	00 03	22 49 39	-09 51 28	5,8	0,77	-0.1
			Вечерняя видимость						
Апр. 24	06 08	13 18 54	20 32	00 03	02 28 54	+14 59 50	5,2	0,97	-1.8
28	06 09	13 35 45	21 05	00 30	03 01 28	+18 10 58	5,4	0,91	-1.4
Май 2	06 12	13 51 47	21 34	00 53	03 33 23	+20 51 24	5,8	0,80	-1.1
6	06 15	14 05 44	21 58	01 12	04 03 22	+22 53 39	6,2	0,68	-0.7
10	06 18	14 16 33	22 16	01 24	04 30 20	+24 16 12	6,8	0,56	-0.3
14	06 21	14 23 25	22 26	01 29	04 53 28	+25 01 47	7,5	0,45	+0.1
18	06 22	14 25 45	22 29	01 26	05 12 08	+25 15 06	8,2	0,35	+0.6
22	06 21	14 23 04	22 24	01 16	05 25 50	+25 01 11	9,1	0,26	+1.1
26	06 18	14 15 00	22 12	00 58	05 34 11	+24 24 47	10,0	0,18	+1.7
30	06 10	14 01 26	21 52	00 34	05 36 60	+23 30 25	10,8	0,11	+2.4
Июнь 3	05 58	13 42 47	21 27	00 05	05 34 35	+22 23 06	11,6	0,05	+3.4
			Утренняя видимость						
24	04 24	11 48 19	19 13	00 01	05 01 54	+18 18 23	10,4	0,13	+2.1
28	04 10	11 36 58	19 04	00 17	05 05 50	+18 42 29	9,5	0,21	+1.4
Июль 2	04 00	11 30 53	19 03	00 29	05 15 03	+19 26 52	8,6	0,30	+0.8
6	03 54	11 30 04	19 07	00 38	05 29 31	+20 23 42	7,8	0,40	+0.3
10	03 52	11 34 25	19 17	00 43	05 49 11	+21 23 33	7,0	0,51	-0.1
14	03 57	11 43 47	19 32	00 43	06 13 53	+22 15 27	6,4	0,63	-0.5
18	04 07	11 57 47	19 49	00 36	06 43 13	+22 47 12	5,9	0,75	-0.9
22	04 25	12 15 27	20 06	00 23	07 16 18	+22 46 47	5,5	0,87	-1.3
26	04 48	12 35 12	20 21	00 05	07 51 38	+22 05 48	5,2	0,95	-1.6
			Вечерняя видимость						
Авг. 15	07 06	13 55 36	20 43	00 01	10 31 42	+10 40 14	5,1	0,91	-0.7
19	07 29	14 05 05	20 39	00 05	10 57 09	+07 42 14	5,2	0,87	-0.5
23	07 49	14 12 43	20 34	00 07	11 20 45	+04 44 10	5,4	0,83	-0.3
27	08 08	14 18 43	20 28	00 08	11 42 42	+01 49 14	5,6	0,79	-0.2
31	08 24	14 23 14	20 21	00 09	12 03 09	-00 59 54	5,8	0,75	-0.1

Дата 2021		Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_з$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Фаза	Блеск m
Сент.	4	08 39	14 26 18	20 12	00 08	12 22 10	-03 40 49	6,1	0,71	+0.0
	8	08 51	14 27 51	20 03	00 08	12 39 41	-06 10 55	6,4	0,66	+0.1
	12	09 01	14 27 39	19 53	00 06	12 55 29	-08 27 08	6,8	0,60	+0.1
	16	09 07	14 25 15	19 42	00 03	13 09 09	-10 25 22	7,2	0,54	+0.2
	20	09 09	14 19 56	19 30	00 00	13 19 59	-11 59 53	7,7	0,46	+0.3
				Утренняя видимость						
Окт.	13	06 36	12 13 59	17 53	00 03	12 46 31	-05 50 21	9,7	0,04	+3.4
	17	06 05	11 51 38	17 39	00 40	12 38 59	-03 38 44	8,8	0,17	+1.3
	21	05 48	11 39 13	17 30	01 02	12 41 23	-02 52 42	7,8	0,36	+0.1
	25	05 47	11 35 30	17 23	01 09	12 52 46	-03 30 59	6,9	0,55	-0.5
	29	05 56	11 37 42	17 18	01 05	13 10 20	-05 09 40	6,2	0,70	-0.8
Нояб.	2	05 11	10 43 19	16 14	00 55	13 31 29	-07 22 52	5,7	0,81	-0.8
	6	05 29	10 50 46	16 11	00 43	13 54 34	-09 51 10	5,4	0,89	-0.9
	10	05 49	10 59 10	16 08	00 29	14 18 39	-12 22 06	5,1	0,94	-0.9
	14	06 09	11 08 08	16 06	00 14	14 43 21	-14 48 05	4,9	0,97	-0.9
	18	06 29	11 17 33	16 05	00 00	15 08 28	-17 04 30	4,8	0,98	-1.0
				Вечерняя видимость						
Дек.	19	08 39	12 43 55	16 49	00 02	18 36 38	-25 20 11	5,0	0,95	-0.7
	23	08 48	12 55 45	17 04	00 16	19 04 16	-24 50 48	5,2	0,92	-0.7
	27	08 53	13 06 50	17 21	00 30	19 31 13	-23 57 14	5,4	0,87	-0.7
	31	08 56	13 16 21	17 38	00 43	19 56 44	-22 40 38	5,8	0,80	-0.7

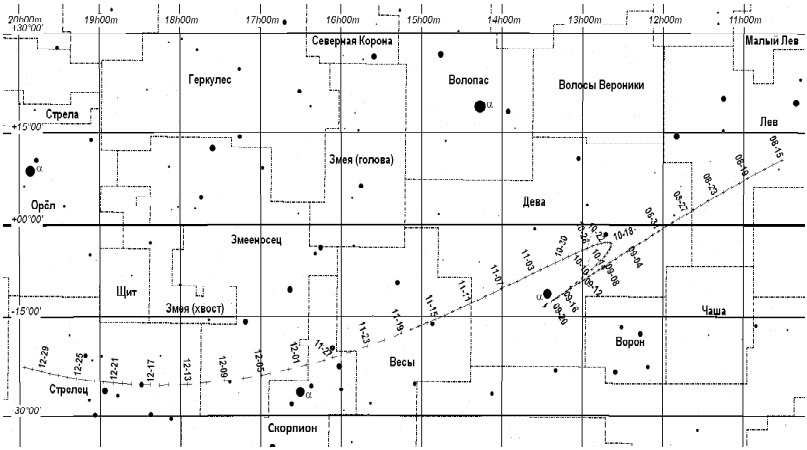
Верхнее соединение с Солнцем: 19.04; 01.08; 29.11.
Вечерняя (восточная) элонгация: 24.01 (18°, -0.6^m); 17.05 (21.6°, +0.4^m); 14.09 (27°, +0.2^m).
Стояние с переходом к попятному движению: 30.01 (эл. 15.7°, +0.6^m); 30.05 (эл. 16°, +2.4^m); 27.09 (эл. 21.5°, +0.8^m).
Нижнее соединение с Солнцем: 08.02; 11.06; 09.10.
Стояние с переходом к прямому движению: 21.02 (эл. 21.6°, +0.8^m); 22.06 (эл.16.1°, +2.3^m); 18.10 (эл. 15°, +0.6^m).
Утренняя (западная) элонгация: 06.03 (27°, +0.2^m); 04.07 (21.6°, +0.4^m); 25.10 (18°, -0.6^m).



Видимый путь Меркурия в январе-марте 2021 года



Видимый путь Меркурия в апреле-июле 2021 года

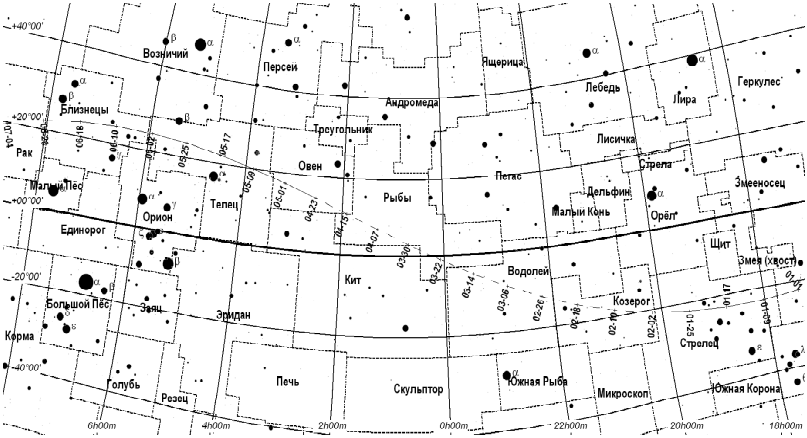


Видимый путь Меркурия в августе-декабре 2021 года

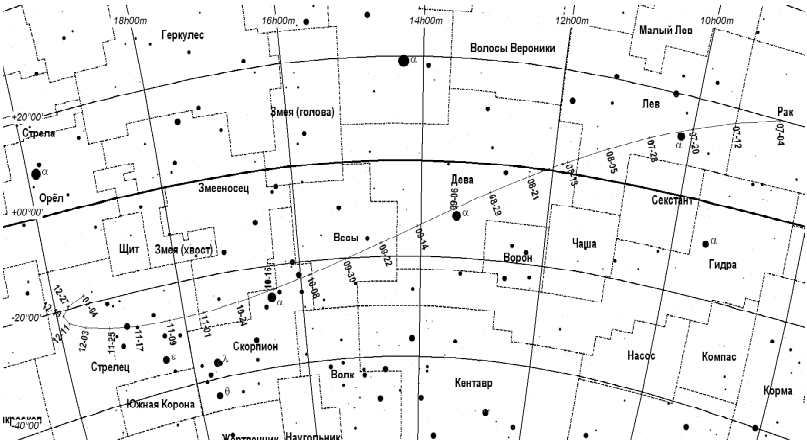
ВЕНЕРА

Дата 2021	Для Одессы				В 0ч всемирного времени				
	$t_в$	$t_к$	$t_з$	τ	α	δ	*d*	Фаза	Блеск
	ч м	ч м с	ч м	ч м	ч м с	° ′ ″	″		*m*
Утренняя видимость									
Янв. 1	06 12	10 32 46	14 53	00 54	17 18 31	-22 26 03	10,7	0,94	-3.9
9	06 27	10 44 40	15 02	00 38	18 01 56	-23 06 55	10,5	0,95	-3.9
17	06 39	10 56 47	15 15	00 23	18 45 35	-23 02 41	10,4	0,96	-3.9
25	06 46	11 08 34	15 31	00 10	19 28 55	-22 13 15	10,2	0,97	-3.9
Февр. 2	06 49	11 19 36	15 51		20 11 31	-20 40 41	10,1	0,98	-3.9
Вечерняя видимость									
Апр. 15	06 28	13 18 07	20 09		01 54 06	+10 43 20	9,7	1,00	-3.9
23	06 18	13 24 29	20 32	00 04	02 31 57	+14 15 32	9,8	0,99	-3.9
Май 1	06 10	13 31 54	20 55	00 15	03 10 51	+17 25 12	9,8	0,99	-3.9
9	06 05	13 40 30	21 17	00 26	03 50 55	+20 06 09	9,9	0,98	-3.9
17	06 04	13 50 15	21 38	00 36	04 32 08	+22 12 26	10,0	0,97	-3.9
25	06 06	14 00 56	21 56	00 44	05 14 18	+23 38 51	10,2	0,96	-3.9
Июнь 2	06 13	14 12 11	22 11	00 50	05 57 04	+24 21 37	10,3	0,95	-3.9
10	06 25	14 23 33	22 22	00 54	06 39 58	+24 18 45	10,5	0,94	-3.9
18	06 41	14 34 30	22 27	00 55	07 22 29	+23 30 21	10,7	0,92	-3.9
26	07 00	14 44 33	22 29	00 55	08 04 08	+21 58 36	11,0	0,91	-3.9
Июль 4	07 20	14 53 22	22 25	00 53	08 44 34	+19 47 28	11,3	0,89	-3.9
12	07 42	15 00 49	22 19	00 51	09 23 38	+17 02 03	11,6	0,87	-3.9
20	08 03	15 06 51	22 09	00 49	10 01 19	+13 48 13	12,0	0,85	-3.9
28	08 25	15 11 37	21 57	00 47	10 37 41	+10 12 09	12,4	0,83	-3.9
Авг. 5	08 45	15 15 21	21 44	00 45	11 13 01	+06 19 53	12,9	0,81	-4.0
13	09 06	15 18 19	21 30	00 44	11 47 34	+02 17 17	13,5	0,79	-4.0
21	09 26	15 20 50	21 15	00 44	12 21 38	-01 49 48	14,1	0,76	-4.0
29	09 45	15 23 12	21 00	00 44	12 55 33	-05 55 38	14,8	0,74	-4.0
Сент. 6	10 05	15 25 45	20 45	00 45	13 29 37	-09 54 44	15,6	0,71	-4.1
14	10 25	15 28 44	20 31	00 48	14 04 06	-13 41 31	16,5	0,68	-4.1
22	10 45	15 32 19	20 19	00 51	14 39 10	-17 10 09	17,5	0,66	-4.1
30	11 05	15 36 34	20 08	00 56	15 14 56	-20 15 04	18,6	0,63	-4.2
Окт. 8	11 23	15 41 29	19 59	01 03	15 51 20	-22 51 05	20,0	0,59	-4.2
16	11 40	15 46 45	19 53	01 12	16 28 08	-24 53 30	21,6	0,56	-4.3
24	11 53	15 51 52	19 50	01 22	17 04 50	-26 18 43	23,4	0,52	-4.4
Нояб. 1	11 02	14 56 10	18 50	01 34	17 40 44	-27 05 01	25,6	0,48	-4.4
9	11 05	14 58 42	18 52	01 47	18 14 58	-27 12 51	28,3	0,44	-4.5
17	11 02	14 58 22	18 55	01 58	18 46 25	-26 44 59	31,5	0,39	-4.6
25	10 52	14 53 48	18 56	02 06	19 13 43	-25 46 39	35,3	0,33	-4.6
Дек. 3	10 34	14 43 31	18 54	02 07	19 35 24	-24 25 06	40,0	0,27	-4.7
11	10 07	14 25 41	18 45	01 59	19 49 38	-22 49 04	45,6	0,20	-4.7
19	09 31	13 58 12	18 26	01 39	19 54 18	-21 07 57	51,9	0,13	-4.6
27	08 44	13 19 41	17 55	01 04	19 47 52	-19 30 34	58,0	0,06	-4.4
Янв.22 4	07 49	12 31 29	17 14	00 16	19 31 28	-18 04 16	62,1	0,01	-4.1

Соединение с Солнцем: 26.03.
Вечерняя (восточная) элонгация: 29.10 (47°, -4.6^m).
Стояние с переходом к попятному движению: 19.12 (эл. 29°, -4.7^m).



Видимый путь Венеры в январе-июле 2021 года

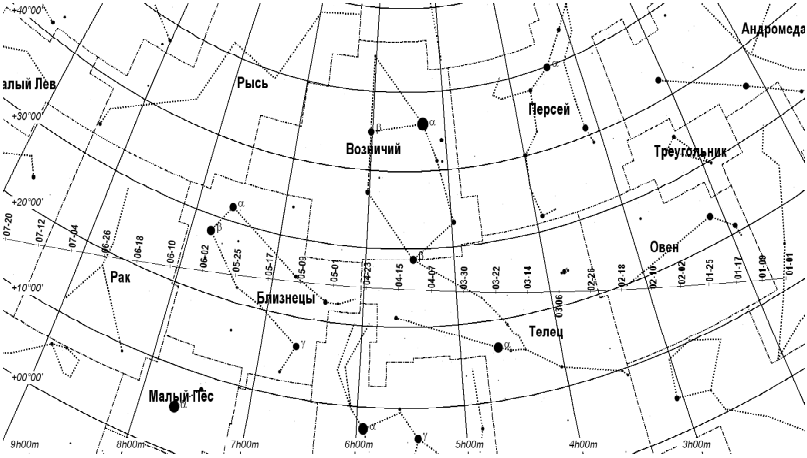


Видимый путь Венеры в июле-декабре 2021 года

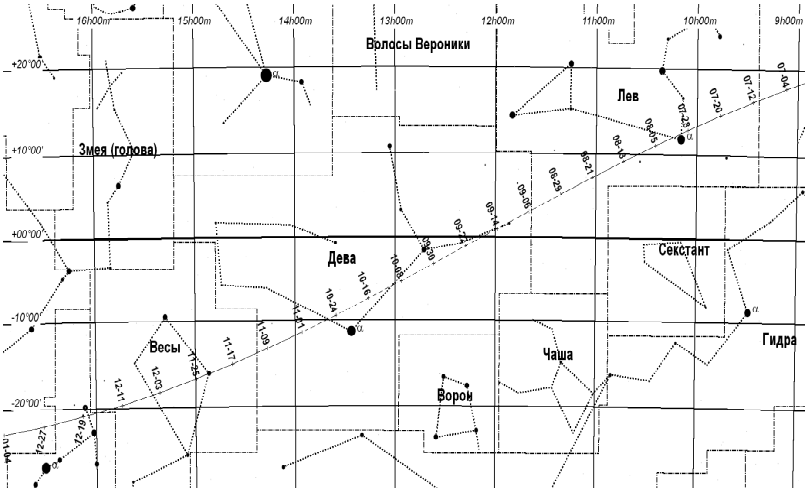
МАРС

Дата 2021	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_з$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Фаза	Блеск m
Янв. 1	12 00	18 52 24	01 46	08 51	01 40 19	+11 20 44	10,4	0,89	-0.2
9	11 36	18 34 33	01 35	08 31	01 53 52	+12 45 20	9,6	0,89	0.0
17	11 13	18 17 50	01 25	08 12	02 08 34	+14 11 07	9,0	0,89	+0.1
25	10 50	18 02 08	01 16	07 52	02 24 18	+15 36 32	8,3	0,89	+0.3
Февр. 2	10 29	17 47 17	01 07	07 33	02 40 55	+16 59 57	7,8	0,89	+0.5
10	10 08	17 33 13	01 00	07 14	02 58 19	+18 19 58	7,3	0,89	+0.6
18	09 48	17 19 52	00 53	06 56	03 16 26	+19 35 25	6,9	0,89	+0.7
26	09 29	17 07 09	00 46	06 38	03 35 11	+20 45 05	6,5	0,89	+0.9
Март 6	09 12	16 54 59	00 40	06 20	03 54 30	+21 47 48	6,2	0,90	+1.0
14	08 55	16 43 19	00 33	06 02	04 14 20	+22 42 41	5,9	0,90	+1.1
22	08 39	16 32 06	00 26	05 44	04 34 37	+23 28 54	5,6	0,91	+1.2
30	09 25	17 21 15	01 19	05 25	04 55 16	+24 05 39	5,4	0,91	+1.3
Апр. 7	09 12	17 10 40	01 11	05 06	05 16 13	+24 32 19	5,2	0,92	+1.4
15	09 00	17 00 20	01 02	04 46	05 37 23	+24 48 30	5,0	0,92	+1.4
23	08 49	16 50 09	00 51	04 25	05 58 43	+24 53 51	4,8	0,93	+1.5
Май 1	08 40	16 40 01	00 40	04 02	06 20 07	+24 48 12	4,6	0,93	+1.6
9	08 31	16 29 52	00 28	03 39	06 41 31	+24 31 32	4,5	0,94	+1.6
17	08 24	16 19 41	00 15	03 15	07 02 51	+24 03 58	4,4	0,95	+1.7
25	08 17	16 09 21	00 01	02 51	07 24 04	+23 25 44	4,3	0,95	+1.7
Июнь 2	08 11	15 58 50	23 46	02 25	07 45 06	+22 37 13	4,1	0,96	+1.7
10	08 06	15 48 06	23 30	02 02	08 05 55	+21 38 50	4,1	0,96	+1.8
18	08 01	15 37 08	23 13	01 40	08 26 30	+20 31 08	4,0	0,96	+1.8
26	07 56	15 25 54	22 55	01 21	08 46 49	+19 14 42	3,9	0,97	+1.8
Июль 4	07 52	15 14 24	22 36	01 04	09 06 52	+17 50 13	3,8	0,97	+1.8
12	07 48	15 02 39	22 17	00 49	09 26 39	+16 18 17	3,8	0,98	+1.8
20	07 44	14 50 40	21 57	00 37	09 46 12	+14 39 38	3,7	0,98	+1.8
28	07 40	14 38 27	21 37	00 26	10 05 31	+12 54 59	3,7	0,98	+1.8
Авг. 5	07 36	14 26 02	21 16	00 17	10 24 40	+11 05 01	3,6	0,99	+1.8
13	07 31	14 13 30	20 55	00 09	10 43 39	+09 10 25	3,6	0,99	+1.8
21	07 27	14 00 50	20 34	00 03	11 02 31	+07 11 58	3,6	0,99	+1.8
29	07 23	13 48 06	20 12		11 21 19	+05 10 24	3,6	1,00	+1.8
Сент. 6	07 20	13 35 23	19 51		11 40 07	+03 06 23	3,6	1,00	+1.8
14	07 16	13 22 42	19 29		11 58 57	+01 00 42	3,6	1,00	+1.7
22	07 12	13 10 06	19 08		12 17 53	-01 05 50	3,6	1,00	+1.7
30	07 08	12 57 39	18 46		12 36 58	-03 12 27	3,6	1,00	+1.7
Окт. 8	07 05	12 45 26	18 25		12 56 15	-05 18 20	3,6	1,00	+1.6
16	07 02	12 33 29	18 04		13 15 49	-07 22 34	3,6	1,00	+1.6
24	06 59	12 21 51	17 44		13 35 41	-09 24 12	3,6	1,00	+1.7
Нояб. 1	05 57	11 10 35	16 24	00 09	13 55 56	-11 22 19	3,6	1,00	+1.7
9	05 54	10 59 46	16 05	00 22	14 16 38	-13 15 53	3,7	1,00	+1.6
17	05 52	10 49 25	15 46	00 35	14 37 47	-15 03 45	3,7	1,00	+1.6
25	05 50	10 39 34	15 29	00 47	14 59 27	-16 44 48	3,7	0,99	+1.6
Дек. 3	05 48	10 30 16	15 12	00 58	15 21 39	-18 17 55	3,8	0,99	+1.6
11	05 47	10 21 31	14 56	01 08	15 44 25	-19 41 52	3,8	0,99	+1.6
19	05 45	10 13 18	14 42	01 16	16 07 42	-20 55 26	3,9	0,98	+1.6
27	05 42	10 05 37	14 29	01 22	16 31 32	-21 57 31	4,0	0,98	+1.6
Янв.22 4	05 40	09 58 25	14 17	01 26	16 55 51	-22 47 02	4,0	0,98	+1.5

Соединение с Солнцем: 08.10.



Видимый путь Марса в январе-июле 2021 года

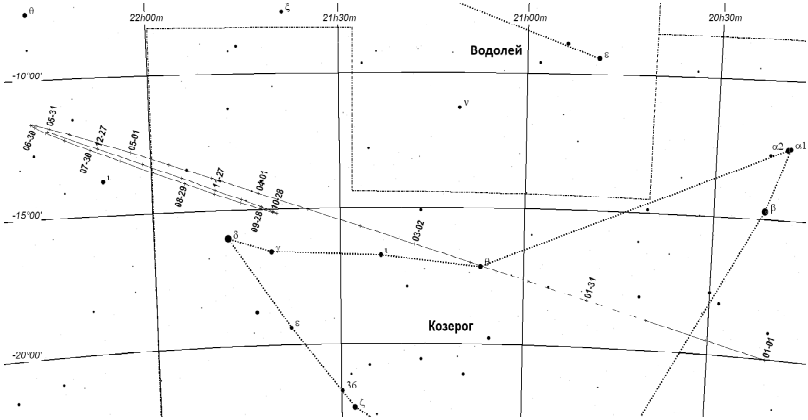


Видимый путь Марса в июле-декабре 2021 года

ЮПИТЕР

Дата 2021		Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_з$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Фаза	Блеск m
Янв.	1	09 00	13 33 04	18 06	01 11	20 20 47	-20 00 35	32,8	1,00	-1,9
	17	08 08	12 45 27	17 23	00 11	20 36 08	-19 08 04	32,5	1,00	-1,9
Февр.	2	07 16	11 57 57	16 40		20 51 37	-18 09 59	32,4	1,00	-1,9
	18	06 23	11 10 12	15 58	00 03	21 06 52	-17 08 00	32,7	1,00	-1,9
Март	6	05 29	10 21 51	15 14	00 29	21 21 31	-16 04 15	33,2	1,00	-1,9
	22	04 35	09 32 34	14 30	00 53	21 35 14	-15 01 06	34,0	1,00	-1,9
Апр.	7	04 40	09 42 00	14 44	01 16	21 47 40	-14 01 22	35,1	0,99	-1,9
	23	03 44	08 49 49	13 56	01 41	21 58 28	-13 07 58	36,6	0,99	-2,0
Май	9	02 46	07 55 38	13 05	02 11	22 07 16	-12 24 02	38,3	0,99	-2,1
	25	01 48	06 59 04	12 11	02 49	22 13 41	-11 52 43	40,2	0,99	-2,2
Июнь	10	00 43	05 59 46	11 12	03 38	22 17 20	-11 36 44	42,4	0,99	-2,3
	26	23 41	04 57 27	10 10	04 45	22 17 57	-11 37 60	44,5	0,99	-2,4
Июль	12	22 37	03 52 04	09 03	06 00	22 15 28	-11 56 36	46,5	1,00	-2,6
	28	21 31	02 43 54	07 52	07 25	22 10 11	-12 30 06	48,1	1,00	-2,7
Авг.	13	20 24	01 33 45	06 39	08 33	22 02 54	-13 12 56	49,0	1,00	-2,8
	29	19 17	00 18 28	05 25	09 09	21 54 53	-13 57 18	48,9	1,00	-2,8
Сент.	14	18 09	23 08 25	04 12	08 28	21 47 38	-14 35 10	48,0	1,00	-2,7
	30	17 03	22 00 32	03 02	07 50	21 42 30	-15 00 14	46,4	1,00	-2,6
Окт.	16	15 59	20 55 38	01 56	07 15	21 40 20	-15 09 10	44,3	0,99	-2,4
Нояб.	1	13 57	18 54 02	23 51	06 35	21 41 30	-15 01 02	42,1	0,99	-2,3
	17	12 56	17 55 37	22 55	05 58	21 45 53	-14 36 27	40,0	0,99	-2,2
Дек.	3	11 58	17 00 01	22 02	05 16	21 53 08	-13 56 51	38,1	0,99	-2,1
	19	11 00	16 06 44	21 13	04 26	22 02 44	-13 03 56	36,5	0,99	-2,0
Янв.22	4	10 04	15 15 16	20 27	03 29	22 14 10	-11 59 37	35,1	0,99	-2,0

Соединение с Солнцем: 29.01.
Стояние с переходом к попятному движению: 20.06 (-2.4^m).
Противостояние: 20.08 (-2.9^m).
Стояние с переходом к прямому движению: 19.10 (эл. 117°, -2.4^m).

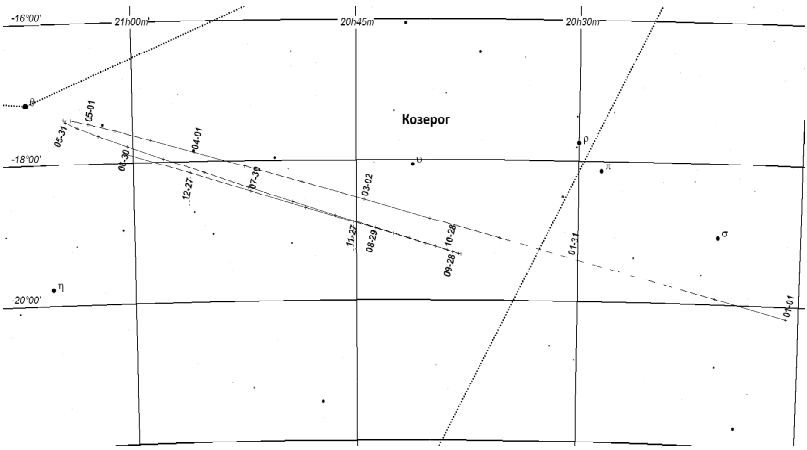


Видимый путь Юпитера в 2021 году

САТУРН

Дата 2021		Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_з$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Блеск m
Янв.	1	08 56	13 27 57	18 00	01 04	20 15 53	-20 10 20	15,2	+0,8
	17	07 59	12 32 46	17 07		20 23 38	-19 45 47	15,1	+0,8
Февр.	2	07 01	11 37 40	16 14		20 31 30	-19 19 39	15,1	+0,8
	18	06 04	10 42 22	15 21	00 22	20 39 08	-18 53 05	15,2	+0,8
Март	6	05 06	09 46 31	14 27	00 53	20 46 15	-18 27 28	15,4	+0,8
	22	04 07	08 49 51	13 33	01 21	20 52 33	-18 04 15	15,7	+0,8
Апр.	7	04 08	08 52 06	13 36	01 48	20 57 46	-17 44 54	16,0	+0,8
	23	03 08	07 53 02	12 38	02 17	21 01 38	-17 30 48	16,4	+0,8
Май	9	02 07	06 52 26	11 38	02 51	21 03 59	-17 23 03	16,8	+0,7
	25	01 04	05 50 13	10 36	03 32	21 04 42	-17 22 22	17,3	+0,6
Июнь	10	00 57	04 46 22	09 32	04 24	21 03 45	-17 28 47	17,7	+0,6
	26	22 53	03 40 58	08 25	05 33	21 01 16	-17 41 37	18,1	+0,5
Июль	12	21 47	02 34 21	07 17	06 50	20 57 31	-17 59 17	18,4	+0,5
	28	20 42	01 26 55	06 08	07 46	20 52 59	-18 19 35	18,5	+0,4
Авг.	13	19 36	00 15 02	04 59	08 13	20 48 12	-18 39 56	18,5	+0,4
	29	18 30	23 07 49	03 50	07 34	20 43 49	-18 57 51	18,3	+0,5
Сент.	14	17 25	22 01 34	02 43	06 59	20 40 24	-19 11 19	18,0	+0,6
	30	16 20	20 56 44	01 37	06 26	20 38 24	-19 19 00	17,6	+0,6
Окт.	16	15 17	19 53 34	00 30	05 52	20 38 04	-19 20 15	17,2	+0,7
Нояб.	1	13 15	17 52 09	22 29	05 13	20 39 29	-19 14 51	16,7	+0,8
	17	12 15	16 52 23	21 30	04 33	20 42 35	-19 03 04	16,3	+0,8
Дек.	3	11 15	15 54 06	20 33	03 47	20 47 11	-18 45 21	15,9	+0,9
	19	10 16	14 57 02	19 38	02 51	20 53 01	-18 22 22	15,6	+0,9
Янв.22	4	09 17	14 00 53	18 44	01 46	20 59 47	-17 55 01	15,4	+0,9

Соединение с Солнцем: 24.01.
Стояние с переходом к попятному движению: 23.05 (эл. 109°, +0.7^m).
Противостояние: 02.08 (+0.2^m).
Стояние с переходом к прямому движению: 10.10 (эл. 109°, +0.7^m).

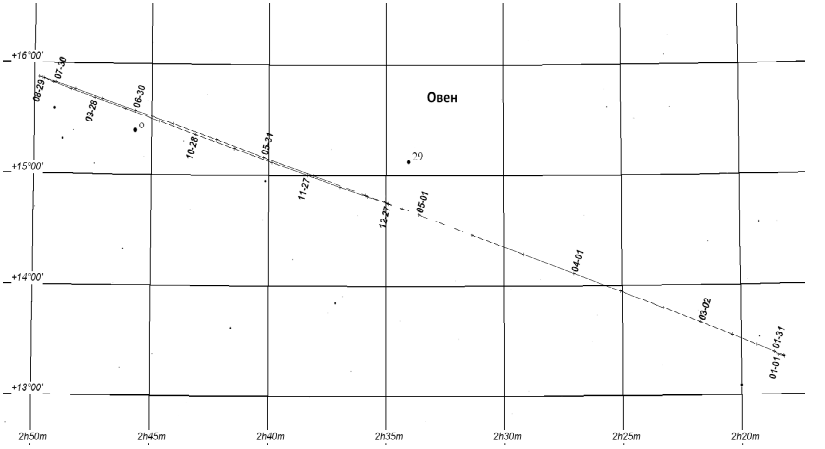


Видимый путь Сатурна в 2021 году

УРАН

Дата 2021		Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_з$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Блеск m
Янв.	1	12 29	19 29 17	02 34	09 38	02 18 28	+13 21 29	3,6	+5,7
	17	11 26	18 26 08	01 30	08 18	02 18 11	+13 20 30	3,6	+5,7
Февр.	2	10 23	17 23 49	00 28	06 54	02 18 45	+13 23 54	3,5	+5,7
	18	09 21	16 22 21	23 24	05 26	02 20 09	+13 31 30	3,5	+5,8
Март	6	08 20	15 21 36	22 24	04 04	02 22 19	+13 42 44	3,4	+5,8
	22	07 18	14 21 29	21 25	02 43	02 25 06	+13 56 52	3,4	+5,8
Апр.	7	07 17	14 21 48	21 26	01 22	02 28 19	+14 12 59	3,4	+5,8
	23	06 17	13 22 23	20 28		02 31 50	+14 30 10	3,4	+5,8
Май	9	05 16	12 23 04	19 30		02 35 27	+14 47 30	3,4	+5,8
	25	04 15	11 23 41	18 32	00 21	02 38 59	+15 04 06	3,4	+5,8
Июнь	10	03 14	10 24 01	17 34	01 11	02 42 16	+15 19 12	3,4	+5,8
	26	02 13	09 23 56	16 35	02 12	02 45 07	+15 32 05	3,4	+5,8
Июль	12	01 12	08 23 17	15 35	03 25	02 47 24	+15 42 11	3,5	+5,8
	28	00 06	07 21 56	14 34	04 46	02 48 58	+15 49 01	3,5	+5,7
Авг.	13	23 04	06 19 48	13 32	06 14	02 49 46	+15 52 18	3,6	+5,7
	29	22 01	05 16 50	12 29	07 39	02 49 42	+15 51 51	3,6	+5,7
Сент.	14	20 57	04 13 03	11 25	09 04	02 48 50	+15 47 47	3,7	+5,6
	30	19 53	03 08 33	10 20	10 29	02 47 14	+15 40 28	3,7	+5,6
Окт.	16	18 49	02 03 28	09 14	11 55	02 45 03	+15 30 35	3,7	+5,6
Нояб.	1	16 44	23 53 57	07 08	12 50	02 42 31	+15 19 09	3,7	+5,5
	17	15 40	22 48 28	06 01	13 05	02 39 56	+15 07 22	3,7	+5,6
Дек.	3	14 35	21 43 13	04 55	12 09	02 37 33	+14 56 36	3,7	+5,6
	19	13 31	20 38 28	03 50	11 03	02 35 40	+14 48 05	3,7	+5,6
Янв.22	4	12 28	19 34 24	02 45	09 47	02 34 28	+14 42 52	3,6	+5,7

Стояние с переходом к прямому движению: 14.01 (эл. 102°, +5.7^m).
Соединение с Солнцем: 30.04.
Стояние с переходом к попятному движению: 20.08 (эл. 102°, +5.7^m).
Противостояние: 05.11 (+5.5^m).

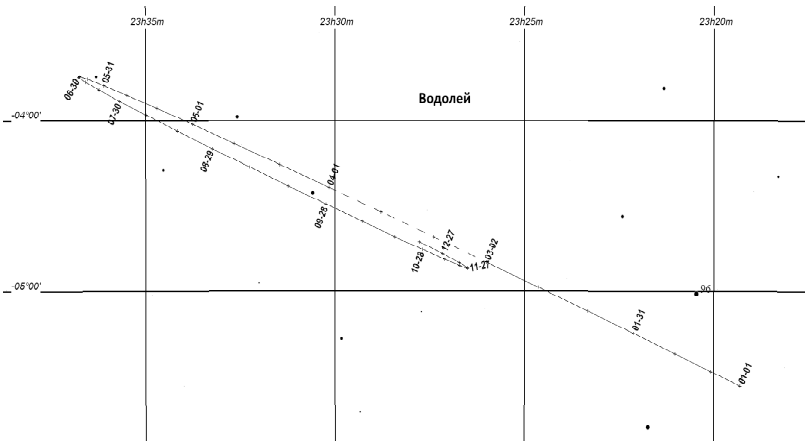


Видимый путь Урана в 2021 году

НЕПТУН

Дата 2021	Для Одессы $t_в$ ч м	$t_к$ ч м с	$t_з$ ч м	τ ч м	В 0ч всемирного времени α ч м с	δ ° ′ ″	d ″	Блеск m
Янв. 1	10 52	16 30 43	22 10	05 14	23 19 20	-05 33 02	2,2	+7,9
17	09 50	15 29 08	21 09	03 56	23 20 39	-05 24 13	2,2	+7,9
Февр. 2	08 48	14 27 57	20 08	02 34	23 22 23	-05 12 56	2,2	+7,9
18	07 46	13 27 04	19 08	01 11	23 24 24	-04 59 53	2,2	+7,9
Март 6	06 44	12 26 21	18 09		23 26 36	-04 45 51	2,2	+7,9
22	05 42	11 25 40	17 09		23 28 50	-04 31 41	2,2	+7,9
Апр. 7	05 41	11 24 53	17 09	00 15	23 30 59	-04 18 12	2,2	+7,9
23	04 39	10 23 55	16 09	00 46	23 32 56	-04 06 10	2,2	+7,9
Май 9	03 37	09 22 37	15 08	01 21	23 34 34	-03 56 16	2,2	+7,9
25	02 35	08 20 56	14 07	02 02	23 35 48	-03 49 03	2,2	+7,9
Июнь 10	01 32	07 18 46	13 05	02 53	23 36 34	-03 44 54	2,2	+7,9
26	00 26	06 16 07	12 03	03 56	23 36 50	-03 44 01	2,3	+7,9
Июль 12	23 23	05 12 58	10 59	05 15	23 36 35	-03 46 24	2,3	+7,9
28	22 19	04 09 20	09 55	06 37	23 35 51	-03 51 47	2,3	+7,8
Авг. 13	21 16	03 05 18	08 51	08 02	23 34 44	-03 59 39	2,3	+7,8
29	20 12	02 00 58	07 46	09 25	23 33 18	-04 09 17	2,3	+7,8
Сент. 14	19 08	00 52 27	06 41	10 19	23 31 42	-04 19 46	2,3	+7,8
30	18 05	23 47 57	05 35	10 24	23 30 06	-04 30 05	2,3	+7,8
Окт. 16	17 01	22 43 37	04 30	09 49	23 28 40	-04 39 14	2,3	+7,8
Нояб. 1	14 57	20 39 35	02 26	09 10	23 27 31	-04 46 17	2,3	+7,8
17	13 54	19 35 58	01 22	08 25	23 26 47	-04 50 30	2,3	+7,9
Дек. 3	12 51	18 32 51	00 19	07 32	23 26 33	-04 51 26	2,3	+7,9
19	11 48	17 30 17	23 12	06 25	23 26 52	-04 48 52	2,2	+7,9
Янв.22 4	10 46	16 28 14	22 11	05 13	23 27 43	-04 42 55	2,2	+7,9

Соединение с Солнцем: 11.03.
Стояние с переходом к попятному движению: 25.06 (эл. 101°, +7.9^m).
Противостояние: 14.09 (+7.8^m).
Стояние с переходом к прямому движению: 01.12 (эл. 101°, +7.9^m).



Видимый путь Нептуна в 2021 году

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФЕМЕРИДЫ МАРСА, ЮПИТЕРА И САТУРНА

При наблюдениях поверхностей Марса, Юпитера и Сатурна определяются положения деталей на видимом диске небесного тела. Для определения положений этих деталей необходимо знать ориентацию данного тела и связанной с ним системы сферических координат по отношению к наблюдателю, то есть физическую эфемериду данного тела.

В физических эфемеридах Марса, Юпитера и Сатурна угол P положения оси вращения и планетоцентрическая широта B_0 имеют тот же смысл, что и для Солнца, но угол P отсчитывается, как и для Луны, против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°.

Для Марса приведен угол Q положения точки наименьшей освещенности его видимого диска, который отсчитывается от северной точки диска планеты против часовой стрелки, к востоку, от 0° до 360°. Планетоцентрическая долгота L_0 центрального меридиана освещенной части видимого диска Марса отсчитывается от его начального (нулевого) меридиана в восточном направлении. Кроме того, для Марса даются моменты T по киевскому времени верхней кульминации Земли на его начальном меридиане, то есть моменты прохождения начального меридиана планеты через центр ее видимого диска. Если значение момента T превосходит 24ч, то это означает, что начальный меридиан Марса проходит через центр видимого диска не в указанную дату, а в следующие сутки.

Для Юпитера долгота центрального меридиана освещенной части его видимого диска приводится в двух системах: L_1 – в системе I для экваториальной зоны с более быстрым вращением и L_2 – во II системе для средних широт с менее быстрым вращением. Долготы L_1 и L_2 отсчитываются от начальных меридианов в восточном направлении.

Для Сатурна долгота L_1 центрального меридиана освещенной части его видимого диска приведена только в системе I, и отсчитывается от начального меридиана в восточном направлении. Приводится также раскрытие колец Сатурна, представляющее собой отношение видимых угловых размеров малой оси b к большой оси a внешнего кольца планеты: b/a. Раскрытие колец положительно, если северный полюс Сатурна обращен к Земле, и отрицательно, если северный полюс Сатурна с Земли не виден.

Значения долготы центрального меридиана освещенной части видимого диска Марса, Юпитера (I и II системы) и Сатурна (I система) приводятся с учетом поправки за фазу. Поскольку значения долгот L_0 для Марса даны через 4 суток, а значения долгот для Юпитера и Сатурна – через 8 суток, вычисление положений центральных меридианов этих планет на промежуточные даты производится с помощью таблицы средних приращений долготы (с. 73).

МАРС

Дата 2021	В 0ч всемирного времени P °	B_o °	Q °	L_o °	T ч м	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P °	B_o °	Q °	L_o °	T ч м
Январь						Июль					
1	323.0	-22.7	69.1	157.2	15 27	4	359.3	+19.2	104.8	182.8	15 02
5	322.6	-22.2	69.4	118.8	18 04	8	0.9	+19.9	105.5	143.9	17 43
9	322.3	-21.8	69.7	80.3	20 42	12	2.5	+20.7	106.0	105.0	20 23
13	322.0	-21.3	70.1	41.9	23 20	16	4.1	+21.3	106.6	66.0	23 03
17	321.7	-20.7	70.5	3.4	1 19	20	5.6	+22.0	107.1	27.1	1 04
21	321.5	-20.1	70.9	324.8	3 58	24	7.2	+22.5	107.5	348.1	3 45
25	321.3	-19.4	71.3	286.3	6 36	28	8.8	+23.1	107.9	309.1	6 26
29	321.2	-18.8	71.8	247.8	9 15	Август					
Февраль						1	10.4	+23.6	108.3	270.0	9 06
2	321.1	-18.0	72.3	209.2	11 54	5	12.0	+24.1	108.6	231.0	11 47
6	321.1	-17.3	72.9	170.7	14 32	9	13.5	+24.5	108.8	191.9	14 29
10	321.2	-16.5	73.4	132.2	17 11	13	15.1	+24.8	109.0	152.7	17 10
14	321.3	-15.6	74.1	93.6	19 50	17	16.6	+25.1	109.1	113.6	19 51
18	321.5	-14.8	74.7	55.1	22 29	21	18.1	+25.4	109.2	74.4	22 32
22	321.7	-13.9	75.4	16.6	0 28	25	19.6	+25.6	109.2	35.2	0 34
26	322.1	-13.0	76.1	338.0	3 07	29	21.0	+25.7	109.1	356.0	3 15
Март						Сентябрь					
2	322.5	-12.0	76.9	299.5	5 46	2	22.5	+25.8	109.0	316.8	5 57
6	322.9	-11.0	77.7	261.0	8 25	6	23.9	+25.8	108.7	277.6	8 38
10	323.5	-10.1	78.5	222.5	11 04	10	25.2	+25.8	108.2	238.3	11 20
14	324.1	-9.1	79.3	184.0	13 43	14	26.5	+25.7	107.6	199.1	14 01
18	324.7	-8.0	80.2	145.4	16 22	18	27.8	+25.6	106.6	159.8	16 43
22	325.4	-7.0	81.1	106.9	19 00	22	29.0	+25.4	105.2	120.5	19 25
26	326.2	-5.9	82.0	68.4	21 39	26	30.1	+25.1	102.8	81.3	22 06
30	327.1	-4.9	83.0	29.9	0 39	30	31.2	+24.8	98.3	42.0	0 07
Апрель						Октябрь					
3	328.0	-3.8	83.9	351.4	3 17	4	32.3	+24.5	86.5	2.7	2 49
7	329.0	-2.7	84.9	312.9	5 56	8	33.2	+24.0	27.5	323.5	5 30
11	330.0	-1.6	85.9	274.4	8 35	12	34.1	+23.5	318.7	284.2	8 12
15	331.0	-0.6	86.9	235.9	11 14	16	35.0	+23.0	305.0	245.0	10 53
19	332.2	+0.5	87.9	197.3	13 53	20	35.7	+22.4	299.9	205.8	13 34
23	333.3	+1.6	88.9	158.8	16 32	24	36.4	+21.8	297.1	166.6	16 16
27	334.5	+2.7	89.9	120.3	19 11	28	37.0	+21.1	295.2	127.4	18 57
Май						Ноябрь					
1	335.8	+3.8	90.9	81.7	21 50	1	37.4	+20.4	293.7	88.3	20 38
5	337.1	+4.9	91.9	43.2	24 29	5	37.9	+19.6	292.5	49.2	23 19
9	338.4	+5.9	92.9	4.6	2 28	9	38.2	+18.8	291.3	10.1	1 19
13	339.7	+7.0	93.9	326.0	5 07	13	38.4	+17.9	290.3	331.0	4 00
17	341.1	+8.1	94.9	287.4	7 46	17	38.5	+17.0	289.3	291.9	6 41
21	342.5	+9.1	95.9	248.8	10 26	21	38.6	+16.1	288.3	252.9	9 22
25	344.0	+10.1	96.8	210.2	13 05	25	38.5	+15.1	287.3	213.9	12 02
29	345.4	+11.1	97.8	171.5	15 44	29	38.4	+14.0	286.2	174.9	14 43
Июнь						Декабрь					
2	346.9	+12.1	98.7	132.9	18 24	3	38.1	+13.0	285.2	136.0	17 23
6	348.4	+13.1	99.5	94.2	21 03	7	37.8	+11.9	284.1	97.0	20 04
10	349.9	+14.0	100.4	55.5	23 43	11	37.4	+10.8	283.1	58.1	22 44
14	351.5	+15.0	101.2	16.8	1 42	15	36.8	+9.7	281.9	19.2	0 44
18	353.0	+15.9	102.0	338.0	4 22	19	36.2	+8.5	280.8	340.3	3 24
22	354.6	+16.7	102.8	299.2	7 02	23	35.5	+7.3	279.6	301.4	6 05
26	356.1	+17.6	103.5	260.4	9 42	27	34.7	+6.1	278.5	262.6	8 45
30	357.7	+18.4	104.2	221.6	12 22	31	33.8	+4.9	277.2	223.7	11 25

ЮПИТЕР

Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_{1o}	L_{2o}	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_{1o}	L_{2o}	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_{1o}	L_{2o}
Январь					Май					Сентябрь				
1	344.9	-0.8	45.1	175.6	1	337.5	+0.4	251.8	186.7	6	338.2	+0.7	311.9	350.1
9	344.3	-0.7	226.2	295.8	9	337.3	+0.4	74.6	308.4	14	338.4	+0.7	135.6	112.8
17	343.6	-0.7	47.5	55.9	17	337.1	+0.5	257.5	70.3	22	338.5	+0.6	319.2	235.3
25	343.0	-0.6	228.7	176.2	25	337.0	+0.6	80.6	192.4	30	338.7	+0.6	142.5	357.6
Февраль					Июнь					Октябрь				
2	342.3	-0.5	50.0	296.4	2	336.8	+0.6	263.9	314.6	8	338.8	+0.6	325.5	119.6
10	341.7	-0.4	231.4	56.8	10	336.8	+0.7	87.3	77.0	16	338.8	+0.5	148.2	241.3
18	341.1	-0.3	52.9	177.2	18	336.7	+0.7	270.9	199.5	24	338.8	+0.5	330.8	2.8
26	340.6	-0.3	234.5	297.8	26	336.7	+0.8	94.6	322.2	Ноябрь				
Март					Июль					1	338.7	+0.5	153.1	124.0
6	340.1	-0.2	56.2	58.5	4	336.8	+0.8	278.5	85.0	9	338.6	+0.5	335.1	245.1
14	339.6	-0.1	238.1	179.2	12	336.9	+0.8	102.5	208.0	17	338.5	+0.5	157.0	5.9
22	339.2	-0.0	60.0	300.1	20	337.0	+0.8	286.6	331.1	25	338.3	+0.5	338.8	126.6
30	338.7	+0.1	242.1	61.2	28	337.1	+0.8	110.9	94.3	Декабрь				
Апрель					Август					3	338.1	+0.6	160.4	247.2
7	338.4	+0.1	64.3	182.3	5	337.3	+0.8	295.1	217.5	11	337.8	+0.6	341.8	7.6
15	338.0	+0.2	246.7	303.7	13	337.5	+0.8	119.4	340.8	19	337.5	+0.6	163.2	128.0
23	337.8	+0.3	69.2	65.1	21	337.7	+0.8	303.7	104.0	27	337.2	+0.7	344.5	248.2
					29	337.9	+0.7	127.9	227.1	35	336.9	+0.7	165.7	8.4

САТУРН

Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_{1o}	b/a	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_{1o}	b/a	Дата 2021	В 0ч всемирного времени P_o	B_o	L_{1o}	b/a
Январь					Май					Сентябрь				
1	6.8	+20.9	342.4	+0.356	1	6.6	+16.9	131.8	+0.290	6	6.7	+19.1	211.1	+0.327
9	6.8	+20.6	255.7	+0.351	9	6.6	+16.8	46.6	+0.289	14	6.7	+19.2	125.5	+0.329
17	6.8	+20.3	169.0	+0.346	17	6.6	+16.7	321.5	+0.288	22	6.8	+19.3	39.7	+0.331
25	6.8	+19.9	82.4	+0.341	25	6.6	+16.7	236.5	+0.288	30	6.8	+19.4	313.7	+0.332
Февраль					Июнь					Октябрь				
2	6.8	+19.6	355.9	+0.336	2	6.6	+16.8	151.5	+0.289	8	6.8	+19.4	227.6	+0.333
10	6.7	+19.3	269.5	+0.330	10	6.6	+16.9	66.6	+0.290	16	6.8	+19.4	141.4	+0.333
18	6.7	+19.0	183.3	+0.325	18	6.6	+17.0	341.7	+0.292	24	6.8	+19.4	55.0	+0.332
26	6.7	+18.6	97.1	+0.320	26	6.7	+17.2	256.9	+0.295	Ноябрь				
Март					Июль					1	6.8	+19.3	328.5	+0.331
6	6.7	+18.3	11.0	+0.315	4	6.7	+17.3	172.0	+0.298	9	6.7	+19.2	242.0	+0.329
14	6.7	+18.0	285.1	+0.310	12	6.7	+17.6	87.2	+0.302	17	6.7	+19.0	155.3	+0.326
22	6.7	+17.8	199.2	+0.305	20	6.7	+17.8	2.3	+0.305	25	6.7	+18.8	68.6	+0.323
30	6.7	+17.5	113.5	+0.301	28	6.7	+18.0	277.4	+0.309	Декабрь				
Апрель					Август					3	6.7	+18.6	341.9	+0.319
7	6.7	+17.3	27.9	+0.298	5	6.7	+18.3	192.3	+0.313	11	6.7	+18.4	255.1	+0.315
15	6.7	+17.1	302.4	+0.294	13	6.7	+18.5	107.2	+0.317	19	6.7	+18.1	168.3	+0.310
23	6.7	+17.0	217.1	+0.292	21	6.7	+18.7	22.0	+0.321	27	6.7	+17.8	81.5	+0.305
					29	6.7	+18.9	296.6	+0.324	35	6.7	+17.4	354.8	+0.300

ТАБЛИЦА СРЕДНИХ ПРИРАЩЕНИЙ ДОЛГОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО МЕРИДИАНА МАРСА, ЮПИТЕРА (I и II системы) И САТУРНА (I система)

Интервалы	Марс	Юпитер I	Юпитер II	Сатурн I	Интервалы	Марс	Юпитер I	Юпитер II	Сатурн I
	°	°	°	°		°	°	°	°
Сутки					Часы				
1	350.9	157.9	150.3	124.3	1	14.6	36.6	36.3	35.2
2	341.8	315.8	300.5	248.6	2	29.2	73.2	72.5	70.4
3	332.7	113.7	90.8	12.9	3	43.9	109.7	108.8	105.5
4	323.6	271.6	241.0	137.2	4	58.5	146.3	145.1	140.7
5	314.4	69.5	31.3	261.5	5	73.1	182.9	181.3	175.9
6	305.3	227.4	181.6	25.8	6	87.7	219.5	217.6	211.1
7	296.2	25.3	331.8	150.1	7	102.3	256.1	253.8	246.3
8	287.1	183.2	122.1	274.4	8	117.0	292.6	290.1	281.4
Минуты					9	131.6	329.2	326.4	316.6
1	0.2	0.6	0.6	0.6	10	146.2	5.8	2.6	351.8
2	0.5	1.2	1.2	1.2	11	160.8	42.4	38.9	27.0
3	0.7	1.8	1.8	1.8	12	175.4	79.0	75.1	62.1
4	1.0	2.4	2.4	2.3	13	190.1	115.5	111.4	97.3
5	1.2	3.0	3.0	2.9	14	204.7	152.1	147.7	132.5
6	1.5	3.7	3.6	3.5	15	219.3	188.7	183.9	167.7
7	1.7	4.3	4.2	4.1	16	233.9	225.3	220.2	202.9
8	1.9	4.9	4.8	4.7	17	248.5	261.9	256.4	238.0
9	2.2	5.5	5.4	5.3	18	263.2	298.4	292.7	273.2
10	2.4	6.1	6.0	5.9	19	277.8	335.0	329.0	308.4
20	4.9	12.2	12.1	11.7	20	292.4	11.6	5.2	343.6
30	7.3	18.3	18.1	17.6	21	307.0	48.2	41.5	18.8
40	9.7	24.4	24.2	23.5	22	321.6	84.8	77.7	53.9
50	12.2	30.5	30.2	29.3	23	336.3	121.3	114.0	89.1
60	14.6	36.6	36.3	35.2	24	350.9	157.9	150.3	124.3

ХАРАКТЕРИСТИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

Планета	Среднее расстояние от Солнца а.е.	млн км	Сидерич. период обращ. (троп.год)	Период вращ. (сутки)	Масса 10^{24} кг	Средний радиус (км)	Температура (°C) на поверхности
Меркурий	0.387	57.9	0.241	58.65	0.330	2440	+340
Венера	0.723	108.2	0.615	243.0	4.869	6052	+460
Земля	1.000	149.6	1.000	0.997	5.974	6371	+14
Марс	1.524	227.9	1.881	1.026	0.642	3390	-20
Юпитер	5.203	778.3	11.86	0.413	1899	69911	-140
Сатурн	9.555	1429.4	29.42	0.444	568.5	58232	-170
Уран	19.218	2875.0	84.05	0.718	86.63	25362	-210
Нептун	30.110	4504.4	164.5	0.671	102.8	24622	-220

СПУТНИКИ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ

В Солнечной системе естественные спутники имеют следующие планеты: Земля (1), Марс (2), Юпитер (79), Сатурн (82), Уран (27) и Нептун (14). Планеты Меркурий и Венера спутников не имеют.

До последнего времени было известно 205 спутников планет, данные по которым приводятся в таблице.

Кроме Луны, для любительских наблюдений могут быть доступны только некоторые из спутников Юпитера и Сатурна. Все другие спутники очень слабые и могут наблюдаться только в самые крупные телескопы.

Сведения о спутниках планет

Название спутника	Расстояние от планеты (в экваториальных радиусах планеты)	Расстояние от планеты (в тыс. км)	Сидерический период обращения (в сутках)	Диаметр (в км)	Блеск в среднем противостоянии *m*
1	2	3	4	5	6
		Земля			
1 Луна	60.27	384.4	27.322	3474	-12.7
		Марс			
1 Фобос	2.76	9.4	0.319	27	+11.4
2 Деймос	6.91	23.5	1.262	15	+12.5
		Юпитер			
1 Ио	5.91	422	1.769	3630	+5.0
2 Европа	9.40	671	3.551	3138	+5.3
3 Ганимед	14.99	1070	7.155	5262	+4.6
4 Каллисто	26.37	1883	16.689	4806	+5.7
5 Амальтея	2.54	181	0.498	250	+14.1
6 Гималия	160.5	11460	250.6	170	+14.6
7 Элара	164.4	11740	259.6	80	+16.3
8 Пасифе	330.8	23620	743.6	36	+17.0
9 Синопе	335.3	23940	758.9	28	+18.3
10 Лиситея	164.2	11720	259.2	24	+18.4
11 Карме	327.7	23400	734.2	30	+18.0
12 Ананке	298.0	21280	629.8	20	+18.9
13 Леда	156.3	11160	240.9	10	+20.2
14 Теба	3.11	222	0.675	116	+15.7
15 Адрастея	1.81	129	0.298	20	+19.1
16 Метида	1.79	128	0.295	60	+17.5
17 Каллирое	329.1	23498	735.9	10	+20.7
18 Фемисто	103.6	7398	130.0	8	+21.4
19 Мегаклите	328.6	23463	734.3	5	+21.7
20 Тайгете	313.0	22350	682.6	5	+21.9
21 Халдене	314.5	22452	687.3	4	+22.5
22 Гарпалике	291.8	20836	614.5	4	+22.2
23 Калике	316.9	22623	695.2	5	+21.8
24 Иокасте	286.1	20424	596.3	5	+21.8
25 Эриноме	337.0	24062	762.6	3	+22.8
26 Исоное	333.3	23795	749.9	4	+22.5
27 Праксидике	298.9	21342	637.0	7	+21.2
28 Автоное	333.0	23776	752.9	4	+22.0
29 Тионе	291.9	20841	614.7	4	+22.3
30 Гермиппе	298.7	21324	629.8	4	+22.1
31 Этне	327.8	23401	735.5	3	+22.7
32 Эвридоме	326.6	23317	713.1	3	+22.7
33 Эванте	294.1	20997	621.5	3	+22.8
34 Эвпорие	265.8	18978	534.1	2	+23.1
35 Ортозие	291.5	20816	616.7	2	+23.1
36 Спонде	329.4	23515	732.3	2	+23.0

1	2	3	4	5	6
37 Кале	290.1	20712	609.0	2	+23.0
38 Пазите	320.4	22877	715.3	2	+23.2
39 Гегемоне	343.3	24514	781.6	3	+22.8
40 Мнеме	291.3	20800	613.9	2	+23.3
41 Айоде	333.5	23808	748.8	4	+22.5
42 Тельксиное	298.3	21300	635.8	2	+23.5
43 Архе	321.2	22931	732.9	3	+22.8
44 Каллихоре	313.7	22395	683.0	2	+23.7
45 Гелике	293.8	20979	617.3	4	+22.6
46 Карпо	239.5	17100	456.5	3	+23.0
47 Эвкеладе	343.9	24557	781.6	4	+22.6
48 Киллене	336.1	24000	737.8	2	+23.2
49 Коре	350.1	25000	807.8	2	+23.6
50 Герсе	308.1	22000	690.3	2	+23.4
51 S/2010 J1	325.7	23252	723.2	2	+23.3
52 S/2010 J2	283.7	20253	588.1	1	+23.9
53 Дия	169.7	12120	287.0	4	+22.4
54 S/2016 J1	289.2	20651	602.7	1-2	+24.0
55 S/2003 J18	289.9	20700	606.3	2	+23.4
56 S/2011 J2	326.8	23330	726.8	1	+23.6
57 Эйрене	337.3	24084	759.7	4	+22.4
58 Филофросине	308.1	22000	668.4	2	+23.5
59 S/2017 J1	329.8	23547	734.2	2	+23.8
60 Евфеме	256.9	18340	504.0	2	+23.4
61 S/2003 J19	319.3	22800	701.3	2	+23.7
62 Валетудо	266.1	19002	533.3	1	+23.9
63 S/2017 J2					
64 S/2017 J3	290.2	20694			
65 Пандия	161.6	11525		3	
66 S/2017 J5					
67 S/2017 J6					
68 S/2017 J7	289.3	20627			
69 S/2017 J8					
70 S/2017 J9					
71 Эрса	161.0	11483		3	
72 S/2011 J1	281.8	20155	580.7	1	+23.6
73 S/2003 J12	248.8	17740	482.7	1	
74 S/2003 J16	294.1	21000	595.4	2	+23.3
75 S/2003 J10	339.6	24250	767.0	2	+23.6
76 S/2003 J4	325.8	23258	723.2	2	+23.0
77 S/2003 J9	314.3	22442	683.0	1	+23.7
78 S/2003 J2	400.2	28570	982.5	2	+23.2
79 S/2003 J23	336.1	24000	759.7	2	+23.6
		Сатурн			
1 Мимас	3.08	185.6	0.942	397	+12.8
2 Энцелад	3.95	238.1	1.370	500	+11.8
3 Тефия	4.89	294.7	1.888	1060	+10.2
4 Диона	6.26	377.4	2.737	1120	+10.4
5 Рея	8.75	527.1	4.518	1530	+9.6
6 Титан	20.27	1221.9	15.945	5150	+8.4
7 Гиперион	24.29	1464.1	21.277	410	+14.4
8 Япет	59.08	3560.8	79.331	1460	+11.0
9 Феба	214.8	12944.3	548.21	220	+16.4
10 Янус	2.51	151.5	0.695	178	+14.4
11 Эпиметей	2.51	151.4	0.694	120	+15.6
12 Елена	6.26	377.4	2.737	32	+18.4
13 Телесто	4.89	294.7	1.888	24	+18.5
14 Калипсо	4.89	294.7	1.888	19	+18.7
15 Атлас	2.28	137.7	0.602	32	+19.0
16 Прометей	2.31	139.4	0.613	100	+15.8
17 Пандора	2.35	141.7	0.629	84	+16.4
18 Пан	2.22	133.6	0.575	20	+19.4
19 Имир	383.8	23130.0	1315.33	16	+21.8
20 Палиак	252.2	15198.0	686.94	19	+21.4
21 Тарвос	302.6	18239.0	926.13	13	+22.3
22 Иджирак	189.9	11442.0	451.47	10	+22.7
23 Суттунг	323.0	19465.0	1016.51	6	+23.8
24 Кивиок	188.6	11365.0	449.22	14	+22.2
25 Мундилфари	310.6	18722.0	951.56	6	+24.0
26 Альбиорикс	272.0	16394.0	783.47	26	+20.9
27 Скади	259.5	15641.0	728.18	6	+23.7
28 Эррипо	292.1	17604.0	871.25	8	+23.2

1	2	3	4	5	6
29 Сиарнак	301.9	18195.0	895.55	32	+20.1
30 Трюм	335.5	20219.0	1091.76	6	+23.9
31 Нарви	310.6	18719.0	956.19	7	+23.8
32 Метона	3.22	194.0	1.01	3	+25.0
33 Паллена	3.50	211.0	1.14	4	+25.0
34 Полидевк	6.26	377.4	2.74	4	+25.0
35 Дафнис	2.26	136.5	0.594	7	+24.0
36 Эгир	344.0	20735.0	1116.5	6	+24.4
37 Бефинд	284.0	17119.0	834.8	6	+24.1
38 Бергельмир	320.9	19338.0	1005.9	6	+24.2
39 Бестла	334.0	20129.0	1083.6	7	+23.8
40 Фарбаути	338.3	20390.0	1086.1	5	+24.7
41 Фернир	372.6	22453.0	1260.3	4	+25.0
42 Форньот	416.6	25108.0	1490.9	6	+24.6
43 Хати	329.5	19856.0	1038.7	6	+24.4
44 Гирокин	305.9	18437.0	931.8	8	+23.5
45 Кари	367.0	22118.0	1233.6	7	+23.9
46 Логи	382.7	23065.0	1312.0	6	+24.6
47 Сколл	293.1	17665.0	878.3	6	+24.5
48 Сурт	376.8	22707.0	1297.7	6	+24.8
49 Анфа	3.28	197.7	1.037	1	+26.0
50 Ярнсакса	308.6	18600.0	942.0	6	+24.7
51 Грейп	300.4	18105.0	905.0	6	+24.4
52 Таркек	297.3	17920.0	895.0	7	+23.9
53 Эгеон	2.78	167.5	0.808	0.5	?
54 Титус	328.5	19800.0	1103.0	6	+24.5
55 S/2004 S12	326.0	19650.0	1048.0	5	+24.8
56 S/2004 S13	306.1	18450.0	905.85	6	+24.5
57 S/2004 S17	308.6	18600.0	986.0	4	+25.2
58 S/2006 S1	314.9	18981.1	970.0	6	+24.6
59 S/2006 S3	350.6	21132.0	1142.0	6	+24.6
60 S/2007 S2	274.8	16560.0	800.0	6	+24.4
61 S/2007 S3	340.5	20518.5	1100.0	5	+24.9
62 S/2009 S1	1.95	117.0		0.3	?
63 S/2004 S 20	330.0	19 211	990.23	4	?
64 S/2004 S 21	409.0	23 810	1365.1	3	?
65 S/2004 S 22	350.0	20 380	1080.4	3	?
66 S/2004 S 23	368.0	21 427	1164.3	4	?
67 S/2004 S 24	399.0	23 231	1317.6	3	?
68 S/2004 S 25	352.8	20 544	1095.0	3	?
69 S/2004 S 26	459.1	26 738	1624.2	4	?
70 S/2004 S 27	339.6	19 777	1033.0	4	?
71 S/2004 S 28	374.2	21 791	1197.2	4	?
72 S/2004 S 29	300.0	17 471	858.77	4	?
73 S/2004 S 30	350.7	20 424	1084.1	3	?
74 S/2004 S 35	377.0	21 953	1208.1	4	?
75 S/2004 S 31	298.8	17 403	853.80	4	?
76 S/2004 S 32	370.3	21 564	1175.3	4	?
77 S/2004 S 33	408.1	23 765	1361.5	4	?
78 S/2004 S 34	418.3	24 359	1412.5	3	?
79 S/2004 S 38	395.0	23 006	1295.8	4	?
80 S/2004 S 39	391.4	22 790	1277.5	2	?
81 S/2004 S 37	274.8	16 003	752.88	4	?
82 S/2004 S 36	407.0	23 699	1354.2	3	?
		Уран			
1 Ариэль	7.47	190.9	2.520	1158	+14.1
2 Умбриэль	10.41	266.0	4.144	1172	+14.8
3 Титания	17.07	436.3	8.706	1580	+13.8
4 Оберон	22.83	583.5	13.463	1524	+14.0
5 Миранда	5.08	129.9	1.414	480	+16.4
6 Корделия	1.90	49.8	0.336	26	+24.1
7 Офелия	2.05	53.8	0.377	30	+23.8
8 Бианка	2.26	59.1	0.435	42	+23.0
9 Крессида	2.36	61.8	0.464	62	+22.2
10 Дездемона	2.39	62.7	0.474	54	+22.5
11 Джульетта	2.45	64.3	0.494	84	+21.5
12 Порция	2.52	66.1	0.514	108	+21.0
13 Розалинда	2.67	69.9	0.559	54	+22.5
14 Белинда	2.87	75.2	0.624	66	+22.1
15 Пак	3.28	86.0	0.762	154	+20.3
16 Калибан	273.6	7168.9	579	60	+21.1

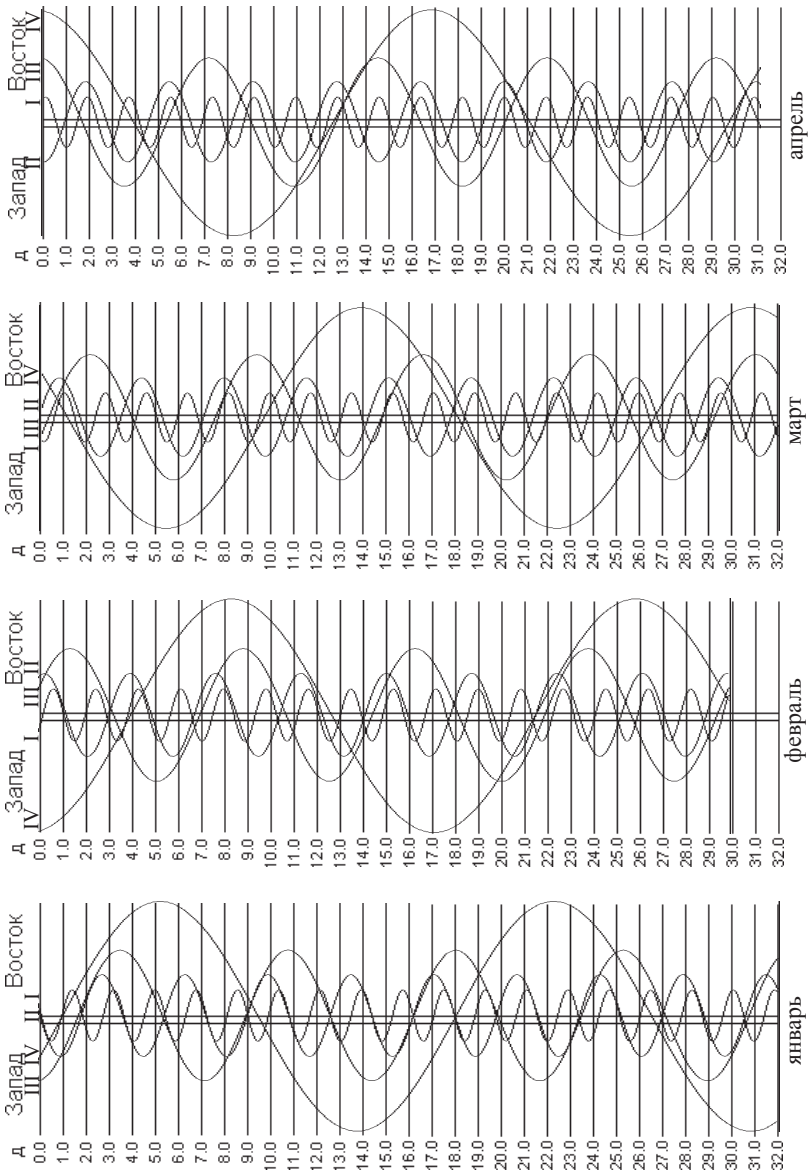
1	2	3	4	5	6
17 Сикоракса	466.2	12213.6	1289	120	+20.6
18 Просперо	615.0	16113.5	1953	30	+22.4
19 Сетебос	694.9	18205.2	2345	30	+22.5
20 Стефано	303.1	7942.5	676	20	+23.5
21 Тринкуло	327.4	8578.0	759.0	10	+25.4
22 Франциско	163.4	4281.0	266.6	12	+25.0
23 Маргарита	560.6	14688.7	1694.8	11	+25.2
24 Фердинанд	801.5	21000.0	2823.4	12	+25.1
25 Пердита	2.92	76.4	0.638	40	+23.6
26 Маб	3.73	97.7	0.922	10	+26.0
27 Купидон	2.86	74.8	0.617	10	+26.0
		Нептун			
1 Тритон	14.06	354.6	5.877	2700	+13.5
2 Нереида	218.5	5511.2	360.13	340	+18.7
3 Наяда	1.91	48.2	0.295	54	+24.7
4 Таласса	1.99	50.1	0.312	80	+23.8
5 Деспина	2.08	52.5	0.335	150	+22.6
6 Галатея	2.46	61.9	0.429	160	+22.3
7 Ларисса	2.92	73.5	0.555	208	+22.0
8 Протей	4.66	117.6	1.123	436	+20.3
9 Галимеда	871.8	21990	2868.23	60	+24.4
10 Псамафа	1853	46738.0	9136.1	40	+25.5
11 Сао	798.9	20151	2515.96	40	+25.7
12 Лаомедея	847.0	21365	2746.72	40	+25.3
13 Несо	1874	47279.7	9007.1	60	+24.6
14 S/2004 N1	4.25	105.3	0.96	18	+26.5

Спутники Юпитера. У Юпитера только 4 наиболее ярких спутника могут наблюдаться в небольшой телескоп или в бинокль. Это Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, открытые в 1610 году Г. Галилеем, называемые галилеевыми спутниками Юпитера, и по традиции нумеруемые I, II, III, IV. Наблюдая с Земли, мы видим орбиты этих спутников под малыми углами к их плоскостям, так что спутники располагаются почти на одной линии, являющейся продолжением экваториальной полосы Юпитера. Остальные спутники Юпитера очень слабые и могут быть видны только в крупнейшие телескопы.

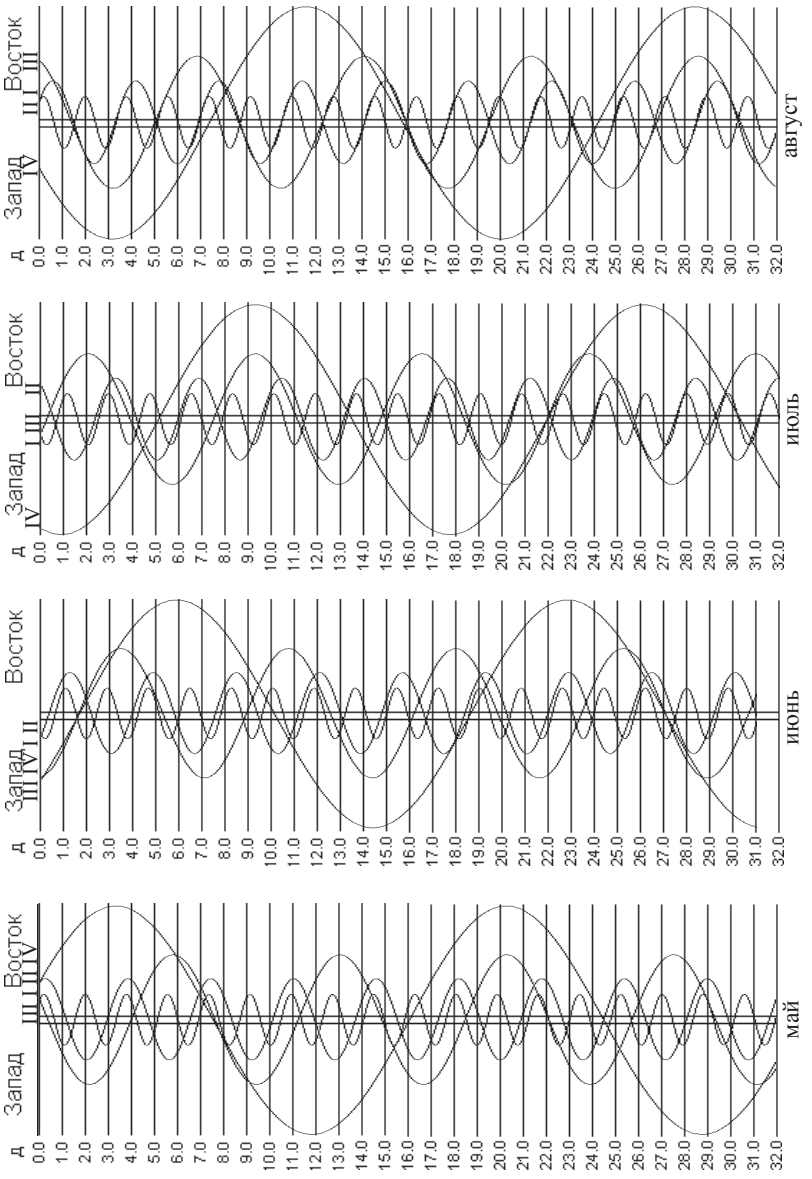
Особенность расположения орбит галилеевых спутников Юпитера относительно орбиты Земли позволяет постоянно наблюдать явления в системе этих спутников. В своем обращении вокруг Юпитера спутники то заходят за планету (происходит покрытие спутника планетой) или скрываются в ее тени (затмение спутника), то проходят перед планетой, проектируясь на диск планеты или отбрасывая на нее свою тень. Явления постоянно наблюдаются для первых трех спутников Юпитера (Ио, Европы и Ганимеда). Для спутника IV (Каллисто) явления наблюдаются не всегда, так как он иногда проходит к северу или к югу от видимого диска или от тени планеты. Тень Каллисто также не всегда попадает на видимый диск Юпитера.

Для определения расположения спутников Юпитера относительно его видимого диска в любой заданный момент времени приведены графики их конфигураций. На графиках центральная двойная полоса изображает диск Юпитера в различные моменты *всемирного времени*. Поперечные линии означают начало календарных суток, т.е. соответствуют 0ч00м по всемирному времени для указанных возле этих линий дат. Положение спутников относительно диска планеты дается кривыми линиями, около которых проставлены номера спутников. Конфигурации спутников даны для наблюдений в телескоп, т.е. перевернутыми, и восток находится справа от диска планеты, а запад – слева от него. Чтобы узнать конфигурацию спутников в заданный момент, нужно провести линию, соответствующую данному моменту времени, которая в пересечении с кривыми линиями даст видимое расположение спутников относительно планеты.

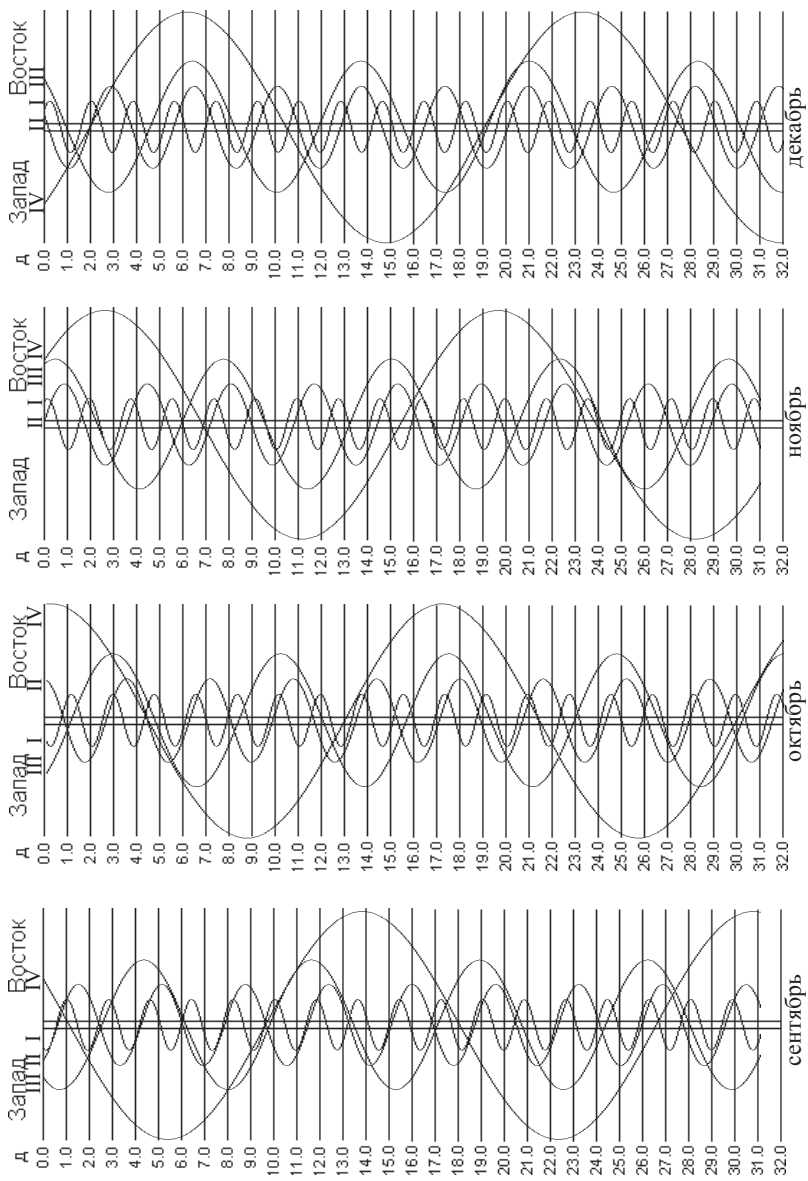
Конфигурации спутников Юпитера в 2021 году



Конфигурации спутников Юпитера в 2021 году



Конфигурации спутников Юпитера в 2021 году



ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М			Д	Ч	М			Д	Ч	М			Д	Ч	М		
Январь					18	0	22	II	НС	3	0	32	II	НЗ	19	3	29	II	СТ
1	4	1	IV	НП	18	0	46	II	ВТ	3	0	56	I	СТ	19	4	15	II	КС
1	4	19	I	НП	18	0	51	IV	НП	3	1	1	I	КС	19	20	54	I	КП
1	20	53	III	НП	18	2	27	I	КС	3	3	35	II	КП	20	18	59	II	НЗ
2	0	0	II	НП	18	2	38	I	СТ	3	4	43	III	ВТ	20	22	39	II	КП
2	1	36	I	НС	18	3	16	II	КС	3	5	5	III	НС	20	23	30	IV	КП
2	2	4	I	ВТ	18	3	40	II	СТ	3	19	54	I	НЗ	21	2	48	III	НЗ
2	2	21	III	КЗ	18	21	25	I	НП	3	20	48	IV	НЗ	24	4	20	I	ВТ
2	3	47	II	КЗ	18	23	54	I	КЗ	3	22	19	I	КП	24	4	48	I	НС
2	3	53	I	КС	19	18	40	I	НС	4	2	35	IV	КП	24	18	36	III	НС
2	4	21	I	СТ	19	18	50	I	ВТ	4	19	20	II	ВТ	24	20	20	III	СТ
2	22	49	I	НП	19	19	3	II	НП	4	19	24	I	СТ	24	22	15	III	КС
3	1	35	I	КЗ	19	20	4	III	НС	4	19	31	I	КС	25	1	38	I	НЗ
3	18	36	II	НС	19	20	43	III	ВТ	4	19	34	II	НС	25	4	25	I	КП
3	19	30	II	ВТ	19	20	57	I	КС	4	22	14	II	СТ	25	22	49	I	ВТ
3	20	6	I	НС	19	21	7	I	СТ	4	22	29	II	КС	25	23	18	I	НС
3	20	32	I	ВТ	19	22	15	II	КЗ	6	18	48	III	НЗ	26	1	6	I	СТ
3	21	30	II	КС	19	23	39	III	КС	6	23	3	III	КП	26	1	35	I	КС
3	22	23	I	КС	20	0	19	III	СТ	9	3	20	I	НЗ	26	3	12	II	ВТ
3	22	24	II	СТ	20	18	23	I	КЗ	9	5	51	I	КП	26	4	12	II	НС
3	22	49	I	СТ	24	4	57	I	НП	10	0	32	I	ВТ	26	20	7	I	НЗ
4	20	4	I	КЗ	25	2	11	I	НС	10	0	45	I	НС	26	22	56	I	КП
9	1	22	III	НП	25	2	16	I	ВТ	10	2	50	I	СТ	27	19	35	I	СТ
9	2	49	II	НП	25	3	15	II	НС	10	3	2	I	КС	27	20	6	I	КС
9	3	37	I	НС	25	3	23	II	ВТ	10	3	7	II	НЗ	27	21	33	II	НЗ
9	3	58	I	ВТ	25	4	28	I	КС	10	21	49	I	НЗ	28	1	28	II	КП
9	5	54	I	КС	25	4	33	I	СТ	11	0	21	I	КП	28	22	27	IV	ВТ
9	6	15	I	СТ	25	6	10	II	КС	11	19	1	I	ВТ	Март				
9	20	46	IV	СТ	25	6	18	II	СТ	11	19	15	I	НС	1	0	0	III	НС
10	0	52	I	НП	25	23	27	I	НП	11	21	18	I	СТ	1	0	0	III	ВТ
10	3	30	I	КЗ	26	1	49	I	КЗ	11	21	33	I	КС	1	0	0	IV	СТ
10	21	29	II	НС	26	20	42	I	НС	11	21	57	II	ВТ	1	0	21	III	СТ
10	22	8	I	НС	26	20	44	I	ВТ	11	22	27	II	НС	1	2	0	III	КП
10	22	8	II	ВТ	26	21	53	II	НП	12	0	52	II	СТ	1	2	0	IV	ВТ
10	22	27	I	ВТ	26	22	59	I	КС	12	1	22	II	КС	1	3	18	IV	СТ
11	0	23	II	КС	26	23	1	I	СТ	12	4	18	IV	ВТ	1	3	35	IV	НС
11	0	25	I	КС	27	0	35	III	НС	12	18	52	I	КП	1	19	25	II	СТ
11	0	44	I	СТ	27	0	43	III	ВТ	13	19	49	II	КП	1	20	33	II	КС
11	1	2	II	СТ	27	0	49	II	КЗ	13	22	49	III	НЗ	3	20	43	III	ВТ
11	19	22	I	НП	27	4	10	III	КС	14	3	34	III	КП	3	23	5	III	НС
11	21	59	I	КЗ	27	4	19	III	СТ	16	5	15	I	НЗ	4	0	21	III	СТ
12	18	55	I	КС	27	20	18	I	КЗ	17	2	26	I	ВТ	4	2	44	III	КС
12	19	7	III	КС	28	19	36	II	КС	17	2	46	I	НС	4	3	33	I	НЗ
12	19	13	I	СТ	28	19	37	II	СТ	17	4	44	I	СТ	5	0	43	I	ВТ
12	19	40	II	КЗ	30	18	31	III	КП	17	5	4	I	КС	5	1	19	I	НС
12	20	19	III	СТ	Февраль					17	5	41	II	НЗ	5	3	0	I	СТ
16	5	39	I	НС	1	4	10	I	ВТ	17	23	44	I	НЗ	5	3	36	I	КС
16	5	39	II	НП	1	4	13	I	НС	18	2	23	I	КП	5	5	49	II	ВТ
16	5	52	III	НП	1	6	1	II	ВТ	18	20	55	I	ВТ	5	22	1	I	НЗ
16	5	53	I	ВТ	1	6	8	II	НС	18	21	17	I	НС	6	0	57	I	КП
17	2	54	I	НП	2	1	26	I	НЗ	18	23	12	I	СТ	6	19	11	I	ВТ
17	5	25	I	КЗ	2	3	48	I	КП	18	23	34	I	КС	6	19	49	I	НС
18	0	10	I	НС	2	22	38	I	ВТ	19	0	35	II	ВТ	6	21	29	I	СТ
18	0	21	I	ВТ	2	22	43	I	НС	19	1	20	II	НС	6	22	7	I	КС

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
7	0	8	II	НЗ
7	4	16	II	КП
7	19	27	I	КП
8	19	8	II	ВТ
8	20	29	II	НС
8	22	2	II	СТ
8	23	23	II	КС
9	20	15	IV	КП
11	0	43	III	ВТ
11	3	33	III	НС
11	4	21	III	СТ
11	5	27	I	НЗ
12	2	37	I	ВТ
12	3	19	I	НС
12	4	54	I	СТ
12	5	37	I	КС
12	23	56	I	НЗ
13	2	58	I	КП
13	21	5	I	ВТ
13	21	49	I	НС
13	23	23	I	СТ
14	0	7	I	КС
14	2	43	II	НЗ
14	18	24	I	НЗ
14	21	28	I	КП
14	21	29	III	КП
15	18	37	I	КС
15	21	44	II	ВТ
15	23	19	II	НС
16	0	39	II	СТ
16	2	13	II	КС
17	20	28	II	КП
17	21	28	IV	СТ
18	0	17	IV	НС
18	4	42	III	ВТ
18	5	11	IV	КС
19	4	31	I	ВТ
19	5	20	I	НС
20	1	50	I	НЗ
20	4	59	I	КП
20	22	59	I	ВТ
20	23	50	I	НС
21	1	17	I	СТ
21	2	7	I	КС
21	5	17	II	НЗ
21	18	48	III	НЗ
21	20	18	I	НЗ
21	23	29	I	КП
22	1	56	III	КП
22	18	20	I	НС
22	19	45	I	СТ
22	20	37	I	КС
23	0	21	II	ВТ
23	2	8	II	НС
23	3	15	II	СТ
23	5	2	II	КС
24	18	35	II	НЗ
24	23	15	II	КП
26	3	10	IV	НЗ
26	18	26	II	КС
27	3	44	I	НЗ
28	0	53	I	ВТ
28	1	49	I	НС
28	4	10	I	СТ
28	5	7	I	КС
28	23	13	I	НЗ
28	23	48	III	НЗ
29	2	29	I	КП
29	3	26	III	КЗ
29	3	40	III	НП
29	20	21	I	ВТ
29	21	19	I	НС
29	22	39	I	СТ
29	23	37	I	КС
30	3	57	II	ВТ
30	20	59	I	КП
31	22	9	II	НЗ
Апрель				
1	1	0	II	КС
1	1	0	II	СТ
1	21	26	III	КС
2	19	19	II	НС
2	20	9	II	СТ
2	22	13	II	КС
3	21	39	IV	НС
4	2	31	IV	КС
4	3	46	I	ВТ
4	4	48	I	НС
5	1	7	I	НЗ
5	3	48	III	НЗ
5	4	28	I	КП
5	22	15	I	ВТ
5	23	18	I	НС
6	0	33	I	СТ
6	1	36	I	КС
6	19	35	I	НЗ
6	22	58	I	КП
7	20	6	I	КС
8	0	44	II	НЗ
8	21	19	III	СТ
8	22	6	III	НС
9	1	46	III	КС
9	19	51	II	ВТ
9	22	5	II	НС
9	22	45	II	СТ
10	0	59	II	КС
11	19	10	II	КП
11	22	18	IV	НЗ
12	3	1	I	НЗ
12	3	8	IV	КЗ
13	0	9	I	ВТ
13	1	17	I	НС
13	2	26	I	СТ
13	3	35	I	КС
13	21	29	I	НЗ
14	0	56	I	КП
14	19	46	I	НС
14	20	55	I	СТ
14	22	4	I	КС
15	3	19	II	НЗ
15	19	26	I	КП
15	21	41	III	ВТ
16	1	20	III	СТ
16	2	26	III	НС
16	22	27	II	ВТ
17	0	50	II	НС
17	1	21	II	СТ
17	3	43	II	КС
18	21	54	II	КП
19	4	55	I	НЗ
19	20	16	III	КП
20	2	2	I	ВТ
20	3	15	I	НС
20	4	20	I	СТ
20	22	21	IV	КС
20	23	23	I	НЗ
21	2	54	I	КП
21	20	31	I	ВТ
21	21	44	I	НС
21	22	49	I	СТ
22	0	2	I	КС
22	21	23	I	КП
23	1	41	III	ВТ
23	18	31	I	КС
24	1	3	II	ВТ
24	3	33	II	НС
24	3	57	II	СТ
25	19	12	II	НЗ
26	0	36	II	КП
26	19	25	III	КЗ
26	20	51	III	НП
27	0	30	III	КП
27	3	56	I	ВТ
27	5	12	I	НС
27	19	46	II	КС
28	1	17	I	НЗ
28	4	51	I	КП
28	21	16	IV	КЗ
28	22	24	I	ВТ
28	23	41	I	НС
29	0	42	I	СТ
29	1	59	I	КС
29	4	28	IV	НП
29	19	45	I	НЗ
29	23	20	I	КП
30	19	11	I	СТ
30	20	28	I	КС
Май				
1	3	38	II	ВТ
2	21	47	II	НЗ
3	3	18	II	КП
3	19	45	III	НЗ
3	23	24	III	КЗ
4	1	2	III	НП
4	4	41	III	КП
4	19	35	II	НС
4	19	50	II	СТ
4	22	27	II	КС
5	3	11	I	НЗ
6	0	18	I	ВТ
6	1	38	I	НС
6	2	36	I	СТ
6	3	55	I	КС
6	21	39	I	НЗ
7	0	4	IV	ВТ
7	1	16	I	КП
7	4	55	IV	СТ
7	18	42	III	КС
7	18	47	I	ВТ
7	20	7	I	НС
7	21	5	I	СТ
7	22	24	I	КС
8	19	45	I	КП
10	0	23	II	НЗ
10	23	45	III	НЗ
11	3	25	III	КЗ
11	5	11	III	НП
11	19	31	II	ВТ
11	22	14	II	НС
11	22	25	II	СТ
12	1	5	II	КС
12	5	4	I	НЗ
13	2	12	I	ВТ
13	3	33	I	НС
13	4	30	I	СТ
13	19	17	II	КП
13	23	33	I	НЗ
14	3	11	I	КП
14	19	10	III	НС
14	20	40	I	ВТ
14	22	2	I	НС
14	22	48	III	КС
14	22	58	I	СТ
15	0	20	I	КС
15	21	40	I	КП
15	23	20	IV	НП
16	4	0	IV	КП
16	18	48	I	КС

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
17	2	58	II	НЗ
18	3	45	III	НЗ
18	22	7	II	ВТ
19	0	50	II	НС
19	0	59	II	СТ
19	3	41	II	КС
20	4	6	I	ВТ
20	21	54	II	КП
21	1	26	I	НЗ
21	5	6	I	КП
21	21	18	III	СТ
21	22	34	I	ВТ
21	23	12	III	НС
21	23	56	I	НС
22	0	52	I	СТ
22	2	14	I	КС
22	2	50	III	КС
22	19	55	I	НЗ
22	23	34	I	КП
23	20	43	I	КС
23	23	4	IV	СТ
26	0	41	II	ВТ
26	3	25	II	НС
26	3	34	II	СТ
28	0	30	II	КП
28	3	20	I	НЗ
28	21	38	III	ВТ
29	0	28	I	ВТ
29	1	18	III	СТ
29	1	50	I	НС
29	2	46	I	СТ
29	3	11	III	НС
29	4	8	I	КС
29	21	49	I	НЗ
30	1	27	I	КП
30	20	18	I	НС
30	21	15	I	СТ
30	22	36	I	КС
Июнь				
1	4	41	IV	НЗ
1	20	47	III	КП
1	21	58	IV	КП
2	3	16	II	ВТ
3	21	27	II	НЗ
4	3	3	II	КП
5	1	39	III	ВТ
5	2	22	I	ВТ
5	3	42	I	НС
5	4	40	I	СТ
5	22	3	II	КС
5	23	42	I	НЗ
6	3	19	I	КП
6	20	50	I	ВТ
6	22	10	I	НС

Д	Ч	М		
6	23	8	I	СТ
7	0	28	I	КС
7	21	47	I	КП
8	21	2	III	НП
9	0	38	III	КП
10	1	3	IV	НС
11	0	4	II	НЗ
12	4	16	I	ВТ
12	21	42	II	НС
12	22	0	II	СТ
13	0	32	II	КС
13	1	36	I	НЗ
13	22	44	I	ВТ
14	0	2	I	НС
14	1	2	I	СТ
14	2	19	I	КС
14	23	37	I	КП
15	20	47	I	КС
15	23	22	III	КЗ
16	0	49	III	НП
16	4	25	III	КП
17	22	50	IV	НЗ
18	2	40	II	НЗ
18	3	37	IV	КЗ
19	21	43	II	ВТ
20	0	9	II	НС
20	0	35	II	СТ
20	2	59	II	КС
20	3	29	I	НЗ
21	0	38	I	ВТ
21	1	52	I	НС
21	2	57	I	СТ
21	4	9	I	КС
21	21	18	II	КП
21	21	58	I	НЗ
22	1	27	I	КП
22	21	25	I	СТ
22	22	37	I	КС
22	23	42	III	НЗ
23	3	21	III	КЗ
23	4	32	III	НП
26	21	56	III	КС
26	22	9	IV	КС
27	0	17	II	ВТ
27	2	34	II	НС
27	3	9	II	СТ
28	2	32	I	ВТ
28	3	41	I	НС
28	4	51	I	СТ
28	23	44	II	КП
28	23	51	I	НЗ
29	3	15	I	КП
29	22	8	I	НС
29	23	19	I	СТ

Д	Ч	М		
30	0	26	I	КС
30	3	43	III	НЗ
30	21	42	I	КП
Июль				
3	21	56	III	НС
4	1	31	III	КС
4	2	52	II	ВТ
4	4	56	II	НС
4	21	44	IV	КЗ
5	2	46	IV	НП
5	4	27	I	ВТ
6	1	45	I	НЗ
6	2	8	II	КП
6	22	55	I	ВТ
6	23	56	I	НС
7	1	13	I	СТ
7	2	13	I	КС
7	23	29	I	КП
10	21	39	III	ВТ
11	1	18	III	СТ
11	1	27	III	НС
12	23	49	II	НЗ
13	0	46	IV	ВТ
13	3	39	I	НЗ
13	4	30	II	КП
14	0	50	I	ВТ
14	1	42	I	НС
14	3	8	I	СТ
14	4	0	I	КС
14	21	34	II	СТ
14	22	7	I	НЗ
14	23	14	II	КС
15	1	15	I	КП
15	21	36	I	СТ
15	22	27	I	КС
18	1	39	III	ВТ
18	4	54	III	НС
20	2	26	II	НЗ
21	2	44	I	ВТ
21	3	28	I	НС
21	22	11	III	КП
21	22	21	IV	КП
21	22	43	II	НС
22	0	1	I	НЗ
22	0	8	II	СТ
22	1	31	II	КС
22	3	0	I	КП
22	21	55	I	НС
22	23	31	I	СТ
23	0	12	I	КС
23	21	27	I	КП
28	4	39	I	ВТ
28	23	52	II	ВТ
29	0	58	II	НС

Д	Ч	М		
29	1	32	III	КП
29	1	55	I	НЗ
29	2	43	II	СТ
29	3	47	II	КС
29	4	45	I	КП
29	23	7	I	ВТ
29	23	39	I	НС
29	23	41	IV	СТ
30	0	13	IV	НС
30	1	25	I	СТ
30	1	57	I	КС
30	4	33	IV	КС
30	22	17	II	КП
30	23	11	I	КП
Август				
4	23	42	III	НЗ
5	2	27	II	ВТ
5	3	13	II	НС
5	3	49	I	НЗ
5	4	51	III	КП
6	1	2	I	ВТ
6	1	24	I	НС
6	3	20	I	СТ
6	3	42	I	КС
6	20	59	II	НЗ
6	22	18	I	НЗ
7	0	33	II	КП
7	0	55	I	КП
7	21	49	I	СТ
7	22	8	I	КС
12	3	43	III	НЗ
13	2	57	I	ВТ
13	3	8	I	НС
13	23	37	II	НЗ
14	0	12	I	НЗ
14	2	38	I	КП
14	2	48	II	КП
14	21	26	I	ВТ
14	21	34	I	НС
14	23	44	I	СТ
14	23	52	I	КС
15	21	4	I	КП
15	21	9	II	СТ
15	21	21	II	КС
15	21	21	III	СТ
15	21	47	III	КС
20	4	52	I	НС
20	4	52	I	ВТ
21	2	5	I	НП
21	2	12	II	НП
21	4	23	I	КЗ
21	23	18	I	НС
21	23	21	I	ВТ
22	1	36	I	КС

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М		
22	1	39	I	СТ
22	21	27	III	НС
22	21	44	III	ВТ
22	22	52	I	КЗ
22	23	34	II	КС
22	23	43	II	СТ
23	1	2	III	КС
23	1	22	III	СТ
23	22	41	IV	НП
24	4	9	IV	КЗ
28	3	48	I	НП
28	4	27	II	НП
29	1	2	I	НС
29	1	16	I	ВТ
29	3	20	I	КС
29	3	34	I	СТ
29	22	14	I	НП
29	22	59	II	НС
29	23	28	II	ВТ
30	0	44	III	НС
30	0	47	I	КЗ
30	1	45	III	ВТ
30	1	47	II	КС
30	2	18	II	СТ
30	4	19	III	КС
30	21	46	I	КС
30	22	3	I	СТ
Сентябрь				
1	4	33	IV	НС
5	2	46	I	НС
5	3	11	I	ВТ
5	23	58	I	НП
6	1	12	II	НС
6	2	3	II	ВТ
6	2	41	I	КЗ
6	4	1	III	НС
6	4	2	II	КС
6	4	53	II	СТ
6	21	12	I	НС
6	21	40	I	ВТ
6	23	30	I	КС
6	23	58	I	СТ
7	21	10	I	КЗ
7	23	43	II	КЗ
9	22	18	IV	КЗ
9	23	23	III	КЗ
12	4	31	I	НС
13	1	43	I	НП
13	3	28	II	НС
13	4	36	I	КЗ
13	4	39	II	ВТ
13	22	58	I	НС
13	23	35	I	ВТ
14	1	16	I	КС
14	1	53	I	СТ
14	22	10	II	НП
14	23	5	I	КЗ
15	2	21	II	КЗ
15	20	22	I	СТ
16	20	46	II	СТ
16	21	2	III	НП
17	3	24	III	КЗ
17	23	29	IV	КС
18	1	43	IV	ВТ
20	3	29	I	НП
21	0	44	I	НС
21	1	31	I	ВТ
21	3	2	I	КС
21	3	49	I	СТ
21	21	55	I	НП
22	0	30	II	НП
22	0	59	I	КЗ
22	4	59	II	КЗ
22	21	29	I	КС
22	22	18	I	СТ
23	20	32	II	ВТ
23	21	43	II	КС
23	23	21	II	СТ
24	0	27	III	НП
26	3	47	IV	НП
27	21	29	III	СТ
28	2	31	I	НС
28	3	26	I	ВТ
28	4	49	I	КС
28	23	42	I	НП
29	2	51	II	НП
29	2	54	I	КЗ
29	20	58	I	НС
29	21	55	I	ВТ
29	23	16	I	КС
30	0	13	I	СТ
30	21	14	II	НС
30	21	23	I	КЗ
30	23	8	II	ВТ
Октябрь				
1	0	3	II	КС
1	1	0	II	КЗ
1	3	57	III	НП
1	18	42	I	СТ
2	20	56	II	КЗ
4	20	0	IV	ВТ
4	21	21	III	КС
4	21	55	III	ВТ
5	0	27	IV	СТ
5	1	30	III	СТ
5	4	20	I	НС
6	1	30	I	НП
6	4	50	I	КЗ
6	22	47	I	НС
6	23	51	I	ВТ
7	1	5	I	КС
7	2	9	I	СТ
7	19	57	I	НП
7	23	18	I	КЗ
7	23	36	II	НС
8	1	44	II	ВТ
8	2	26	II	КС
8	4	33	II	СТ
8	19	32	I	КС
8	20	38	I	СТ
9	23	34	II	КЗ
11	21	20	III	НС
12	0	58	III	КС
12	1	56	III	ВТ
12	19	30	IV	НП
13	0	4	IV	КП
13	3	19	I	НП
14	0	37	I	НС
14	1	47	I	ВТ
14	2	55	I	КС
14	4	4	I	СТ
14	21	47	I	НП
15	1	14	I	КЗ
15	2	0	II	НС
15	4	20	II	ВТ
15	4	51	II	КС
15	19	29	III	КЗ
15	20	16	I	ВТ
15	21	23	I	КС
15	22	33	I	СТ
16	19	42	I	КЗ
16	20	55	II	НП
17	2	12	II	КЗ
18	20	27	II	СТ
19	1	2	III	НС
19	4	39	III	КС
21	2	24	IV	НС
21	2	28	I	НС
21	3	42	I	ВТ
21	4	46	I	КС
21	18	40	IV	СТ
21	23	38	I	НП
22	3	9	I	КЗ
22	4	28	II	НС
22	18	31	III	КП
22	19	56	III	НЗ
22	20	56	I	НС
22	22	11	I	ВТ
22	23	14	I	КС
22	23	30	III	КЗ
23	0	29	I	СТ
23	21	38	I	КЗ
23	23	25	II	НП
24	4	50	II	КЗ
24	18	58	I	СТ
25	20	14	II	ВТ
25	20	33	II	КС
25	23	3	II	СТ
26	4	48	III	НС
28	4	21	I	НС
29	1	30	I	НП
29	5	4	I	КЗ
29	18	42	III	НП
29	22	20	III	КП
29	22	49	I	НС
29	23	57	III	НЗ
30	0	7	I	ВТ
30	0	29	IV	НЗ
30	1	7	I	КС
30	2	25	I	СТ
30	3	31	III	КЗ
30	4	49	IV	КЗ
30	19	58	I	НП
30	23	33	I	КЗ
31	1	57	II	НП
31	18	36	I	ВТ
31	19	35	I	КС
31	20	54	I	СТ
Ноябрь				
1	0	57	II	НП
1	2	0	II	КС
1	19	13	II	НС
1	21	51	II	ВТ
1	22	4	II	КС
2	0	40	II	СТ
3	19	47	II	КЗ
4	5	14	I	НС
5	2	23	I	НП
5	21	35	III	НП
5	23	43	I	НС
6	1	3	I	ВТ
6	1	13	III	КП
6	2	1	I	КС
6	2	59	III	НЗ
6	3	20	I	СТ
6	18	39	IV	НС
6	20	52	I	НП
6	23	17	IV	КС
7	0	29	I	КЗ
7	3	32	II	НП
7	18	11	I	НС
7	19	32	I	ВТ
7	20	29	I	КС
7	21	49	I	СТ
8	18	57	I	КЗ
8	21	46	II	НС
9	0	27	II	ВТ
9	0	37	II	КС

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

Д	Ч	М			Д	Ч	М			Д	Ч	М			Д	Ч	М		
9	3	16	II	СТ	23	23	20	III	КС	6	3	15	I	ВТ	19	2	3	III	КП
9	20	39	III	СТ	24	1	10	III	ВТ	6	4	16	I	КС	19	3	11	III	НЗ
10	22	24	II	КЗ	24	1	54	IV	ВТ	6	5	32	I	СТ	19	19	40	II	НП
12	4	18	I	НП	24	4	42	III	СТ	6	23	6	I	НП	20	0	49	II	КЗ
13	1	33	III	НП	24	22	8	II	НП	7	2	40	I	КЗ	20	5	57	I	НС
13	1	38	I	НС	25	3	39	II	КЗ	7	20	28	I	НС	21	3	5	I	НП
13	2	59	I	ВТ	26	19	0	II	ВТ	7	21	44	I	ВТ	21	6	31	I	КЗ
13	3	56	I	КС	26	19	11	II	КС	7	22	46	I	КС	21	13	52	II	НС
13	5	11	III	КП	26	21	48	II	СТ	8	0	1	I	СТ	21	19	0	II	СТ
13	5	16	I	СТ	27	5	31	I	НС	8	4	4	III	НС	22	0	26	I	НС
13	22	46	I	НП	27	18	38	III	КЗ	8	17	36	I	НП	22	1	35	I	ВТ
14	2	24	I	КЗ	28	2	39	I	НП	8	21	9	I	КЗ	22	2	44	I	КС
14	20	7	I	НС	29	0	0	I	НС	9	3	33	II	НП	22	3	52	I	СТ
14	21	28	I	ВТ	29	1	19	I	ВТ	9	17	15	I	КС	22	17	19	III	ВТ
14	22	25	I	КС	29	2	18	I	КС	9	18	30	I	СТ	22	20	49	III	СТ
14	23	45	I	СТ	29	3	36	I	СТ	10	20	13	IV	ВТ	22	21	35	I	НП
15	4	59	IV	НП	29	21	8	I	НП	10	21	44	II	НС	23	1	0	I	КЗ
15	17	45	IV	НЗ	30	0	44	I	КЗ	11	0	15	II	ВТ	23	18	56	I	НС
15	20	53	I	КЗ	30	5	40	II	НС	11	0	19	IV	СТ	23	20	4	I	ВТ
15	22	0	IV	КЗ	30	18	30	I	НС	11	0	35	II	КС	23	21	14	I	КС
16	0	22	II	НС	30	19	48	I	ВТ	11	3	3	II	СТ	23	22	21	I	СТ
16	3	4	II	ВТ	30	20	47	I	КС	11	18	9	III	НП	24	19	29	I	КЗ
16	3	13	II	КС	30	22	5	I	СТ	11	21	46	III	КП	25	3	15	II	НС
16	18	14	I	СТ	30	23	51	III	НС	11	23	10	III	НЗ	25	5	30	II	ВТ
16	19	16	III	КС	Декабрь					12	2	41	III	КЗ	26	2	45	III	НП
16	21	8	III	ВТ						12	22	12	II	КЗ	26	22	27	II	НП
17	0	41	III	СТ	1	0	0	III	КС	13	3	57	I	НС	27	3	25	II	КЗ
17	19	28	II	НП	1	0	0	IV	НП	13	5	11	I	ВТ	27	3	54	IV	НС
18	1	2	II	КЗ	1	0	50	II	НП	14	1	5	I	НП	27	18	31	IV	СТ
19	19	11	II	СТ	1	2	0	II	КС	14	4	35	I	КЗ	28	5	5	I	НП
20	3	34	I	НС	1	2	0	III	НС	14	22	27	I	НС	28	18	49	II	ВТ
20	4	55	I	ВТ	1	2	0	IV	КП	14	23	40	I	ВТ	28	19	30	II	КС
20	5	36	III	НП	1	3	29	III	КС	15	0	44	I	КС	28	21	37	II	СТ
21	0	42	I	НП	1	5	12	III	ВТ	15	1	56	I	СТ	29	2	27	I	НС
21	4	20	I	КЗ	1	19	13	I	КЗ	15	19	35	I	НП	29	3	31	I	ВТ
21	22	3	I	НС	1	23	39	IV	НП	15	23	4	I	КЗ	29	4	44	I	КС
21	23	24	I	ВТ	2	0	50	II	НП	16	18	8	I	ВТ	29	20	38	III	КС
22	0	21	I	КС	2	4	15	IV	КП	16	19	14	I	КС	29	21	21	III	ВТ
22	1	41	I	СТ	3	19	1	II	НС	16	20	25	I	СТ	29	23	35	I	НП
22	19	11	I	НП	3	21	37	II	ВТ	17	17	33	I	КЗ	30	0	51	III	СТ
22	22	49	I	КЗ	3	21	52	II	КС	18	0	29	II	НС	30	2	56	I	КЗ
23	3	0	II	НС	4	0	26	II	СТ	18	2	52	II	ВТ	30	20	57	I	НС
23	5	42	II	ВТ	4	17	32	III	КП	18	3	20	II	КС	30	21	59	I	ВТ
23	5	51	II	КС	4	19	8	III	НЗ	18	5	40	II	СТ	30	23	14	I	КС
23	17	53	I	ВТ	4	22	39	III	КЗ	18	19	6	IV	НП	31	0	16	I	СТ
23	18	50	I	КС	5	4	37	I	НП	18	22	25	III	НП	31	18	5	I	НП
23	19	42	III	НС	5	19	35	II	КЗ	18	23	40	IV	КП	31	21	24	I	КЗ
23	20	10	I	СТ	6	1	58	I	НС										

Таблица явлений в системе спутников Юпитера содержит сведения только о тех явлениях, которые доступны наблюдениям на территории Украины в темное время суток. Все моменты явлений приведены по киевскому времени *T*. Обозначения явлений в таблице: НЗ – начало затмения спутника; КЗ – конец затмения спутника; НП – начало покрытия спутника диском планеты; КП – конец покрытия спутника диском планеты; ВТ – вступление тени спутника на диск планеты; СТ – схождение тени спутника с диска планеты; НС – начало прохождения спутника перед диском планеты (вступление спутника на диск планеты); КС – конец прохождения спутника перед диском планеты (схождение спутника с диска планеты).

Спутники Сатурна. У Сатурна только три наиболее ярких спутника могут наблюдаться в небольшой телескоп. Это Рея – пятый спутник, открытый Дж. Кассини в 1672 году, Титан – шестой спутник, открытый Х. Гюйгенсом в 1655 году, и Япет – восьмой спутник, открытый Дж. Кассини в 1671 году. Спутники обозначаются римскими цифрами: Рея – V, Титан – VI и Япет – VIII. Орбиты этих спутников наблюдаются с Земли под разными углами к их плоскостям, меняющимися в больших пределах, поэтому спутники могут располагаться в различных положениях относительно видимого диска Сатурна.

Наблюдать Рею, Титан и Япет удобнее всего в периоды их элонгаций, когда они удаляются от планеты на максимальное угловое расстояние (в среднем 1.42' Рея, 3.32' Титан и 9.62' Япет). Периоды, благоприятные для наблюдений спутников, начинаются до момента элонгации и заканчиваются после него приблизительно за 6 часов для Реи, за 1 сутки для Титана и за 5 суток для Япета.

Вблизи эпохи противостояния Сатурна Рея и Титан имеют блеск $+9.9^m$ и $+8.5^m$ соответственно. Блеск Япета максимален в периоды его западных элонгаций и составляет $+9.6^m$. В периоды восточных элонгаций Япет имеет наименьший блеск ($+11.8^m$).

Наиболее яркий спутник Сатурна – Титан доступен наблюдениям в телескоп с диаметром объектива не менее 60 мм, Рея – в телескоп с диаметром объектива не менее 90 мм. Чтобы наблюдать Япет в периоды его западных элонгаций, необходим телескоп с диаметром объектива не менее 80 мм.

В таблице моментов элонгаций приводятся моменты *по всемирному времени* элонгаций Реи и Титана, а также западных элонгаций Япета.

МОМЕНТЫ ЭЛОНГАЦИЙ СПУТНИКОВ САТУРНА В 2021 ГОДУ

ТИТАН

Западная элонгация				Западная элонгация			
Дата	ч	м		Дата	ч	м	
Янв. 3	20	8		Июль 14	14	40	
19	20	56		30	12	5	
Февр. 4	21	44		Авг. 15	9	29	
20	22	28		31	7	00	
Март 8	23	0		Сент. 16	4	49	
24	23	18		....			
Апр. 9	23	17		Окт. 2	3	1	
25	22	54		18	1	42	
Май 11	22	5		Нояб. 3	0	51	
27	20	50		19	0	27	
Июнь 12	19	9		Дек. 5	0	27	
28	17	4		21	0	46	

Восточная элонгация				Восточная элонгация			
Дата	ч	м		Дата	ч	м	
Янв. 11	17	52		Июль 6	12	57	
27	18	37		22	10	28	
Февр. 12	19	19		Авг. 7	7	54	
28	19	53		23	5	23	
Март 16	20	16		Сент. 8	3	4	
....				24	1	5	
Апр. 1	20	22		Окт. 9	23	32	
17	20	9		25	22	27	
Май 3	19	32		Нояб. 10	21	49	
19	18	30		26	21	35	
Июнь 4	17	2		Дек. 12	21	42	
20	15	10		28	22	5	

РЕЯ

Западная элонгация						Восточная элонгация					
Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв. 1	16	49	Июль 1	12	34	Янв. 3	23	5	Июль 3	18	44
6	5	24	6	0	55	8	11	40	8	7	4
10	17	59	10	13	15	13	0	15	12	19	23
15	6	34	15	1	34	17	12	50	17	7	43
19	19	9	19	13	54	22	1	26	21	20	3
24	7	44	24	2	13	26	14	1	26	8	22
28	20	19	28	14	32	31	2	35	30	20	41
Февр. 2	8	54	Авг. 2	2	51	Февр. 4	15	10	Авг. 4	9	0
6	21	28	6	15	11	9	3	45	8	21	20
11	10	3	11	3	30	13	16	19	13	9	39
15	22	38	15	15	50	18	4	54	17	21	59
20	11	12	20	4	9	22	17	28	22	10	19
24	23	45	24	16	29	27	6	1	26	22	39
Март 1	12	19	29	4	50	Март 3	18	35	31	10	59
6	0	53	Сент. 2	17	10	8	7	8	Сент. 4	23	20
10	13	26	7	5	32	12	19	41	9	11	42
15	1	58	11	17	53	17	8	14	14	0	3
19	14	31	16	6	15	21	20	46	18	12	26
24	3	3	20	18	38	26	9	17	23	0	49
28	15	34	25	7	2	30	21	49	27	13	12
Апр. 2	4	5	29	19	25	Апр. 4	10	19	Окт. 2	1	37
6	16	36	Окт. 4	7	50	8	22	50	6	14	2
11	5	6	8	20	15	13	11	20	11	2	27
15	17	35	13	8	41	17	23	49	15	14	53
20	6	4	17	21	7	22	12	17	20	3	20
24	18	33	22	9	34	27	0	46	24	15	47
29	7	1	26	22	2	Май 1	13	14	29	4	15
Май 3	19	28	31	10	30	6	1	41	Нояб. 2	16	44
8	7	55	Нояб. 4	22	59	10	14	7	7	5	13
12	20	21	9	11	28	15	2	33	11	17	42
17	8	47	13	23	59	19	14	59	16	6	13
21	21	12	18	12	29	24	3	23	20	18	44
26	9	37	23	1	0	28	15	48	25	7	15
30	22	1	27	13	32	Июнь 2	4	12	29	19	46
Июнь 4	10	24	Дек. 2	2	3	6	16	35	Дек. 4	8	19
8	22	47	6	14	36	11	4	57	8	20	51
13	11	9	11	3	8	15	17	20	13	9	24
17	23	31	15	15	42	20	5	41	17	21	57
22	11	53	20	4	15	24	18	2	22	10	31
27	0	14	24	16	49	29	6	23	26	23	5
			29	5	23				31	11	39

ЯПЕТ

Западная элонгация

Дата	ч	м	Дата	ч	м
Янв. 25	7	26	Сент. 20	16	25
Апр. 16	14	52	Дек. 9	13	25
Июль 4	19	3			

начало на стр. 8-13.

Рис. 6. Празднование Нового года в Пизе

переходом на григорианский календарь начало нового года было перенесено на 1 января. Это не очень обрадовало жителей Пизы, но только в 1980 году пизанцам "вернули" их праздник в марте. Традиции сохранились и теперь, помимо падающей башни, весенние торжества в Пизе привлекают множество туристов (рис.6).

Кстати, начинать год не с 1 января было обычным делом в средневековье; в Англии год начинался 25 марта до 1752 года; в Венеции – 1 марта до 1522 года; а во Франции в день Пасхи до 1564 года. Италия была одним из регионов, которые немедленно перешли с юлианского календаря на григорианский: после 4 октября 1582 года следовало 15 октября 1582 года, первый день нового григорианского календаря.

Византийский календарь использовался в Византийской империи с 988 г. по 1453 (год падения империи). Он совпадал с юлианским календарем, отличаясь лишь названиями месяцев и началом летоисчисления. Названия месяцев были переведены с латинского языка на греческий. Первым днем года был день 1 сентября, а началом летоисчисления 5509 год до н. э., предполагаемая дата сотворения мира. Эта хронологическая система с 7 века стала применяться во всем православном мире. До реформы Петра Первого 1700 года Византийский календарь был и в Российском государстве, а не Юлианский, как иногда говорят.

В начале 14 века в Европе случилось много бедствий. В 1315-1317 годах было холодное и дождливое лето, три года подряд не было урожая. Наступил голод. За голодом пришла эпидемия чумы, "черная смерть", которая унесла более половины европейского населения. Затем произошли массовые волнения, крестьянские войны в Англии и Франции. Сокращение европейского населения было довершено монголо-татарским нашествием и Столетней войной (1337-1453) между Англией и Францией. Для восточной Европы позднее Средневековье начинается монголо-татарским игом, с окончанием которого на политическую арену выходит русское царство. На позднее Средневековье пришлось начало Эпохи Возрождения, когда наступил расцвет искусства, особенно изобразительного.

Известный современный историк-медиевист Олег Воскобойников, работающий в Париже, пишет: "В обыденном сознании Средневековье – это чума, мракобесие, процессы над ведьмами, Столетняя война, алхимия. Однако сейчас Средневековье очень модно. Многие смотрят квазисредневековые сериалы ("Игра престолов", "Викинги") и ходят на рыцарские турниры. Что мы ищем в той эпохе? ... Успех сериала "Игра престолов" связан с любовью к экзотике, к рыцарям, к страстям, вроде бы похожим на наши, но в сказочной обертке...".

Может быть, интерес к Средневековью связан с расцветом в те времена рыцарской культуры. Понятие "рыцарь" стало символом благородства и знатности. Сложились образ идеального рыцаря и кодекс рыцарской чести, в котором воинственность, сила и мужество переплетались с нравственными ценностями и средневековым идеалом красоты. Это сочетание обладает большой притягательной силой. Изучение иконографии средневековых календарей с изображениями "трудов месяцев" позволяет нам познакомиться и с другой стороной средневековой жизни.

АСТЕРОИДЫ, ТНО И ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ

Астероидами (малыми планетами) Солнечной системы считаются небесные тела диаметром от нескольких метров до сотен километров, которые двигаются вокруг Солнца, обладают неправильной формой и не имеют атмосферы. У астероидов могут быть собственные спутники. Астероиды объединяют в группы и семейства на основе характеристик их орбит. Обычно группа получает название по имени первого астероида, который был обнаружен на данной орбите. Группы – довольно условные объединения, не предполагающие обязательного общего родительского тела в прошлом. Семейства – более компактные объединения, образованные в прошлом при разрушении более крупных астероидов от столкновений с другими телами. Главный пояс астероидов - область Солнечной системы, расположенная между орбитами Марса и Юпитера, являющаяся местом орбит большинства астероидов. Кроме главного пояса, орбиты астероидов встречаются во внутренних областях Солнечной системы, на орбите Юпитера и за пределами его орбиты.

Среди околоземных астероидов выделяют несколько групп: Амурцы – группа околоземных астероидов, чьи орбиты полностью находятся вне орбиты Земли, то есть их расстояние от Солнца в перигелии больше афелийного расстояния Земли, но меньше значения 1.3 а.е. (1.017 а.е. < q < 1.3 а.е.). Аполлонцы – группа околоземных астероидов, чьи орбиты пересекают земную орбиту с внешней стороны (их расстояние от Солнца в перигелии меньше афелийного расстояния Земли, q < 1.017 а.е., но большая полуось больше земной, a > 1 а.е.). Таким образом, хотя их орбиты в целом преимущественно находятся за пределами земной орбиты, они пересекают её в области афелия Земли. Атонцы – группа околоземных астероидов, чьи орбиты пересекают земную орбиту с внутренней стороны (их расстояние от Солнца в афелии больше перигелийного расстояния Земли, Q > 0.983 а.е., но большая полуось меньше земной a < 1 а.е.). Таким образом, хотя их орбиты в целом преимущественно находятся внутри земной орбиты, они пересекают её в области перигелия Земли. Атирцы – немногочисленная группа околоземных астероидов, чьи орбиты полностью находятся внутри орбиты Земли, то есть их расстояние от Солнца в афелии меньше перигелийного расстояния Земли (Q < 0.983 а.е.).

Троянские астероиды – группа астероидов, находящихся в окрестностях точек Лагранжа L4 и L5 в орбитальном резонансе 1:1 с одной из планет. Кроме троянцев Юпитера известны троянцы Земли, Марса, Урана и Нептуна. Кентавры – группа астероидов, находящихся между орбитами Юпитера и Нептуна, переходная по свойствам между астероидами главного пояса и объектами пояса Койпера (также по некоторым свойствам похожи на кометы). Они имеют нестабильные, порой сильно вытянутые орбиты, поскольку пересекают орбиты одной или сразу нескольких планет-гигантов. Дамоклоиды – небесные тела Солнечной системы, имеющие орбиты, аналогичные орбитам комет по параметрам (большой эксцентриситет и наклон к плоскости эклиптики), но не проявляющие кометной активности в виде комы или кометного хвоста. Название дамоклоиды получили по имени первого представителя класса – астероида (5335) Дамокл. Транснептуновые объекты (ТНО) – небесные тела Солнечной системы, которые обращаются по орбите вокруг Солнца, и у которых среднее расстояние до Солнца больше, чем

у Нептуна (30 а.е.). Транснептуновые объекты образуют пояс Койпера, рассеянный диск и облако Оорта (https://ru.wikipedia.org/).

На начало июня 2020 года в каталоге Международного планетного центра (МПЦ) в Солнечной системе зарегистрировано 958877 (https://minorplanetcenter.net/iau/lists/ArchiveStatistics.html).

Открыто 1759 атонцев, 11613 аполлонцев, 9572 амурцев, а также 1149 кентавров и объектов рассеянного диска и 2511 транснептуновых объектов. За последний год число атонцев увеличилось примерно на 11%, аполлонцев – на 11%, амурцев – на 8%; кентавров – на 6% и ТНО – на 4%. К настоящему времени 22023 объектов обрели имена собственные.

В 2010 году у Земли был обнаружен первый "троянец" – астероид 2010 TK7, небольшой объект диаметром ~300 метров. Он обращается вокруг Солнца вблизи точки Лагранжа L4, заметно выходя из плоскости эклиптики. У Марса известно – 9 троянцев (1 в точке L4 и 8 – в L5), у Юпитера – 8151 (5222 – в L4 и 2929 – в L5), у Урана – 1 (в точке L4; это 2011 QF99), у Нептуна – 28 (24 – в L4 и 4 – в L5). Всего в настоящее время известно 8190 астероидов-троянцев (https://minorplanetcenter.net//iau/lists/MPLists.html).

На начало июня 2020 года открыто и каталогизировано 22940 астероидов, которые периодически сближаются с Землей (АСЗ). Из них 9147 возможно имеют диаметр больше 140 м и только 902 астероидов имеют диаметр D>1 км (https://cneos.jpl.nasa.gov/stats/). За год (с 1.06.2019) открыто 2733 новых АСЗ, из них 4 диаметром >1 км. К настоящему времени известно 2093 потенциально опасных для Земли астероидов (PHAs), из них 157 крупнее 1 км. Число потенциально опасных для Земли астероидов за год увеличилось на 106, причем, среди них был только 1 объект крупнее 1 км.

На сайте NEO Discovery Statistics декларируется, что более чем 90% околоземных объектов диаметром больше, чем 1 км уже обнаружено. Нынешняя цель программы NEO направлена на поиск 90% АСЗ диаметром больше чем 140 метров. По-видимому, эта цель почти достигнута наблюдателями астероидов. На рис. 1 показана статистика открытий новых АСЗ с 1980 по 2020 гг.: слева – открытые 1-км астероиды; справа – общее число открытых околоземных астероидов разных размеров. Видно, что новые астероиды размером 1 км и больше в последние годы почти не открываются. А график слева еще раз подчеркивает "недостачу" открытых АСЗ размером 30-100 м и, тем более, размером до 30 м, поскольку, чем меньше астероиды, тем их должно быть больше (распределение

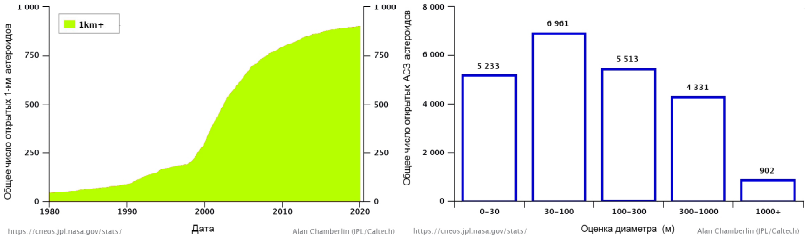


Рис. 1. Статистика открытия АСЗ с 1980 по 2020 гг. Слева – открытие 1-км астероидов. Справа – общее число открытых астероидов разных размеров среди АСЗ.

численности по степенному закону $N \sim D^{-b}$, где N – число астероидов диаметром больше D км, b – постоянный показатель распределения, который определяется из наблюдений и, видимо, близок к 2.5).

Эфемериды ярких астероидов

Ниже приводятся эфемериды астероидов, достигающих в максимуме блеска 11.0 звездной величины и ярче, доступных для наблюдений в небольшие телескопы в 2021 году.

В таблицах эфемерид астероидов на 21 час всемирного времени (что соответствует по летнему Киевскому времени полночи или 0^h следующих суток) через 10 суток вблизи эпохи противостояния приводятся топоцентрические (для Одессы) экваториальные координаты астероидов α и δ, отнесенные к равноденствию 2000.0, визуальная звездная величина V, расстояния *r* от Солнца и Δ от Земли в а.е., а также фазовый угол β, образованный направлениями к Солнцу и к Земле (в момент противостояния фазовый угол наименьший), а также угловое расстояние до Луны (в градусах) и доля освещенного диска Луны (в процентах).

Перед таблицей эфемерид для каждого астероида указаны: название, средний диаметр D в км, период вращения P в часах, средние за период вращения показатель цвета B-V и альбедо поверхности A, тип поверхности астероида по принятой спектральной классификации (S – силикатные, C – углистые и т.п., см. ОАК-2002, с. 130), а также дата противостояния. Эфемериды расположены в порядке возрастания дат противостояний астероидов.

Таблица 1

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	*V* m	*r* а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
8 Флора D=148 км, P=12.865^h, B-V=0.885^m, A=0.23, Тип S, 01.XI.2020										
2020	Дек.	21	02 18 17	+05 52 01	9.16	1.879	1.145	25.7	36.0	48.3
	Дек.	31	02 23 37	+07 21 47	9.41	1.887	1.242	28.0	85.7	96.6
2021	Янв.	10	02 31 56	+09 00 17	9.63	1.896	1.347	29.5	138.0	6.9
	Янв.	20	02 42 52	+10 43 41	9.84	1.906	1.457	30.4	11.7	49.4
	Янв.	30	02 55 59	+12 28 35	10.02	1.917	1.572	30.8	112.9	94.4
	Февр.	09	03 10 57	+14 12 00	10.19	1.929	1.690	30.7	111.7	4.3
	Февр.	19	03 27 31	+15 51 37	10.34	1.942	1.808	30.2	8.0	50.3
	Март	01	03 45 25	+17 25 14	10.48	1.956	1.927	29.5	138.1	90.9
	Март	11	04 04 28	+18 50 59	10.60	1.971	2.045	28.5	89.7	2.7
16 Психея D=226 км, P=4.196^h, B-V=0.729^m, A=0.12, Тип X, 07.XII.2020										
2020	Дек.	21	04 48 18	+17 50 57	9.71	2.691	1.737	6.4	74.5	48.3
	Дек.	31	04 41 13	+17 50 31	9.96	2.703	1.803	10.2	50.6	96.6
2021	Янв.	10	04 36 27	+17 56 19	10.19	2.715	1.892	13.6	169.1	6.9
	Янв.	20	04 34 22	+18 08 35	10.41	2.727	2.000	16.3	39.6	49.4
	Янв.	30	04 35 02	+18 26 44	10.61	2.740	2.125	18.3	88.3	94.4
	Февр.	09	04 38 18	+18 49 32	10.80	2.753	2.260	19.7	133.0	4.3
	Февр.	19	04 43 55	+19 15 30	10.97	2.766	2.403	20.5	10.7	50.3
	Март	01	04 51 36	+19 42 58	11.12	2.779	2.550	20.8	122.3	90.9
	Март	11	05 01 03	+20 10 17	11.25	2.792	2.698	20.7	103.0	2.7
	Март	21	05 12 01	+20 36 01	11.36	2.805	2.845	20.2	15.2	52.1
2022	Янв.	15	11 21 35	+04 30 03	11.16	3.176	2.496	14.5	77.4	95.8
	Янв.	25	11 19 23	+04 52 44	11.00	3.185	2.395	12.2	51.5	46.0

Дата (21^h UT)	α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	*V* m	*r* а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
79 Эврином D=63 км, P=5.978^h, B-V=0.874^m, A=0.29, Тип S, 11.XII.2020								
2020 Дек. 21	05 08 51	+15 30 46	10.16	2.041	1.074	6.9	78.9	48.3
Дек. 31	05 01 04	+15 20 18	10.45	2.054	1.123	11.9	46.7	96.6
2021 Янв. 10	04 56 15	+15 22 34	10.74	2.068	1.194	16.4	170.6	6.9
Янв. 20	04 54 55	+15 36 29	11.02	2.083	1.283	20.1	44.1	49.4
Янв. 30	04 57 07	+15 59 31	11.28	2.099	1.386	22.9	83.7	94.4
Февр. 09	05 02 32	+16 28 29	11.53	2.115	1.501	25.0	137.8	4.3
Февр. 19	05 10 48	+17 00 15	11.75	2.133	1.624	26.3	17.2	50.3
Март 01	05 21 28	+17 31 50	11.95	2.151	1.752	27.0	115.6	90.9
13 Эгерия D=202 км, P=7.045^h, B-V=0.745^m, A=0.05, Тип Ch, 18.XII.2020								
2020 Дек. 21	05 52 01	+43 40 20	10.05	2.387	1.440	8.2	92.3	48.3
Дек. 31	05 38 38	+44 15 04	10.15	2.382	1.455	10.1	38.7	96.6
2021 Янв. 10	05 27 12	+44 21 42	10.33	2.377	1.495	13.2	159.0	6.9
Янв. 20	05 19 16	+44 06 27	10.52	2.373	1.557	16.4	57.1	49.4
Янв. 30	05 15 39	+43 37 39	10.72	2.370	1.637	19.2	75.7	94.4
Февр. 09	05 16 23	+43 02 17	10.91	2.366	1.731	21.4	141.6	4.3
Февр. 19	05 21 12	+42 24 50	11.08	2.364	1.835	23.1	29.4	50.3
Март 01	05 29 33	+41 47 28	11.24	2.361	1.945	24.2	109.5	90.9
Март 11	05 40 51	+41 10 16	11.38	2.359	2.059	24.8	113.8	2.7
Март 21	05 54 37	+40 32 24	11.50	2.358	2.175	24.9	16.5	52.1
Март 31	06 10 20	+39 52 31	11.61	2.357	2.290	24.7	139.5	86.0
Апр. 10	06 27 36	+39 08 59	11.70	2.356	2.403	24.2	90.1	1.6
Апр. 20	06 46 03	+38 20 24	11.77	2.356	2.513	23.5	29.7	55.7
Апр. 30	07 05 21	+37 25 37	11.83	2.357	2.620	22.5	164.3	80.3
Май 10	07 25 15	+36 23 41	11.88	2.357	2.721	21.4	69.3	0.8
39 Лаэтиция D=180 км, P=5.138^h, B-V=0.898^m, A=0.27, Тип S, 21.XII.2020								
2020 Дек. 21	05 59 06	+08 28 46	9.90	2.699	1.737	5.3	90.2	48.3
Дек. 31	05 50 04	+08 52 47	10.01	2.711	1.763	6.8	37.9	96.6
2021 Янв. 10	05 42 13	+09 28 38	10.22	2.722	1.817	9.8	164.7	6.9
Янв. 20	05 36 22	+10 13 44	10.44	2.734	1.895	12.9	54.1	49.4
Янв. 30	05 33 02	+11 04 52	10.65	2.745	1.995	15.6	76.1	94.4
Февр. 09	05 32 21	+11 59 04	10.85	2.757	2.112	17.7	142.9	4.3
Февр. 19	05 34 19	+12 53 46	11.04	2.769	2.241	19.3	23.7	50.3
Март 01	05 38 41	+13 46 45	11.21	2.780	2.379	20.2	111.7	90.9
Март 11	05 45 13	+14 36 19	11.36	2.792	2.522	20.7	112.2	2.7
Март 21	05 53 37	+15 21 09	11.49	2.803	2.667	20.7	10.6	52.1
Март 31	06 03 36	+16 00 07	11.61	2.814	2.812	20.4	143.6	86.0
Апр. 10	06 14 55	+16 32 27	11.70	2.825	2.954	19.8	86.1	1.6
52 Европа D=303 км, P=5.630^h, B-V=0.679^m, A=0.06, Тип C, 28.XII.2020								
2020 Дек. 21	06 37 23	+16 52 34	10.22	2.763	1.791	3.8	100.2	48.3
Дек. 31	06 28 35	+17 21 39	10.12	2.760	1.782	2.4	26.0	96.6
2021 Янв. 10	06 20 03	+17 54 41	10.33	2.758	1.801	5.8	164.2	6.9
Янв. 20	06 12 49	+18 29 47	10.55	2.756	1.849	9.6	62.9	49.4
Янв. 30	06 07 43	+19 05 22	10.75	2.754	1.920	13.0	66.6	94.4
Февр. 09	06 05 11	+19 40 13	10.95	2.753	2.012	15.9	153.0	4.3
Февр. 19	06 05 26	+20 13 23	11.13	2.753	2.121	18.1	29.9	50.3
Март 01	06 08 23	+20 43 58	11.30	2.752	2.241	19.6	104.3	90.9

Дата (21^h UT)	α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
Март 11	06 13 49	+21 11 03	11.45	2.752	2.369	20.6	119.9	2.7
Март 21	06 21 27	+21 33 48	11.59	2.753	2.501	21.1	3.4	52.1
Март 31	06 31 00	+21 51 20	11.70	2.754	2.635	21.2	137.8	86.0
Апр. 10	06 42 10	+22 02 55	11.80	2.755	2.768	20.8	92.7	1.6
15 Эвномия D=232 км, P=6.083^h, B-V=0.839^m, A=0.25, Тип S, 21.I.2021								
2020 Дек. 21	08 42 17	+17 49 23	8.98	2.492	1.643	14.0	129.9	48.3
Дек. 31	08 34 39	+17 27 00	8.79	2.512	1.593	9.9	6.9	96.6
2021 Янв. 10	08 24 49	+17 10 06	8.59	2.532	1.567	5.3	135.7	6.9
Янв. 20	08 13 52	+16 56 38	8.37	2.553	1.569	1.1	91.7	49.4
Янв. 30	08 03 08	+16 44 35	8.63	2.573	1.601	4.5	39.3	94.4
Февр. 09	07 53 53	+16 32 36	8.91	2.593	1.660	8.9	172.2	4.3
Февр. 19	07 47 00	+16 19 57	9.17	2.613	1.745	12.7	54.2	50.3
Март 01	07 43 00	+16 06 03	9.42	2.632	1.852	15.8	81.7	90.9
Март 11	07 41 57	+15 50 26	9.65	2.652	1.975	18.2	140.3	2.7
Март 21	07 43 42	+15 32 27	9.86	2.672	2.110	19.9	22.6	52.1
Март 31	07 47 55	+15 11 20	10.05	2.691	2.254	21.0	118.8	86.0
Апр. 10	07 54 14	+14 46 22	10.22	2.710	2.403	21.5	110.0	1.6
Апр. 20	08 02 19	+14 16 50	10.36	2.729	2.555	21.5	12.2	55.7
Апр. 30	08 11 50	+13 42 11	10.50	2.748	2.706	21.2	149.8	80.3
Май 10	08 22 30	+13 02 03	10.61	2.766	2.854	20.6	84.6	0.8
14 Ирена D=152 км, P=15.028^h, B-V=0.833^m, A=0.16, Тип S, 23.I.2021								
2020 Дек. 21	09 01 06	+24 06 40	10.17	2.370	1.539	15.8	133.0	48.3
Дек. 31	08 57 48	+25 21 41	9.90	2.354	1.452	12.1	9.6	96.6
2021 Янв. 10	08 51 25	+26 45 56	9.62	2.338	1.387	8.0	131.7	6.9
Янв. 20	08 42 35	+28 10 53	9.37	2.322	1.348	4.5	96.3	49.4
Янв. 30	08 32 29	+29 26 31	9.39	2.306	1.336	5.4	34.9	94.4
Февр. 09	08 22 39	+30 24 41	9.58	2.292	1.350	9.6	172.1	4.3
Февр. 19	08 14 37	+31 01 01	9.80	2.277	1.388	13.9	58.5	50.3
Март 01	08 09 34	+31 15 30	10.01	2.263	1.447	17.8	77.8	90.9
Март 11	08 08 02	+31 10 47	10.21	2.250	1.523	21.0	144.6	2.7
Март 21	08 10 08	+30 50 02	10.39	2.238	1.610	23.4	26.0	52.1
Март 31	08 15 35	+30 16 02	10.56	2.226	1.706	25.2	115.0	86.0
Апр. 10	08 23 57	+29 30 40	10.71	2.215	1.806	26.4	114.8	1.6
Апр. 20	08 34 46	+28 34 56	10.84	2.205	1.910	27.0	6.8	55.7
Апр. 30	08 47 33	+27 29 31	10.95	2.196	2.014	27.2	145.9	80.3
Май 10	09 01 53	+26 14 43	11.05	2.188	2.118	27.0	91.0	0.8
Май 20	09 17 27	+24 50 49	11.13	2.180	2.219	26.5	28.8	61.4
Май 30	09 33 56	+23 18 13	11.19	2.174	2.318	25.8	171.2	74.5
Июнь 09	09 51 06	+21 37 20	11.24	2.169	2.414	24.8	70.5	0.3
10 Гигея D=407 км, P=27.630^h, B-V=0.696^m, A=0.07, Тип C, 28.I.2021								
2020 Дек. 21	09 06 52	+14 49 01	10.76	3.245	2.471	12.2	136.1	48.3
Дек. 31	09 02 38	+14 54 24	10.56	3.235	2.369	9.6	13.4	96.6
2021 Янв. 10	08 56 28	+15 07 51	10.34	3.225	2.291	6.5	127.8	6.9
Янв. 20	08 48 50	+15 27 26	10.10	3.215	2.241	3.0	100.3	49.4
Янв. 30	08 40 28	+15 50 16	9.92	3.204	2.220	1.0	30.3	94.4
Февр. 09	08 32 11	+16 13 22	10.16	3.194	2.230	4.5	169.0	4.3
Февр. 19	08 24 51	+16 34 01	10.36	3.183	2.269	8.0	63.1	50.3

Дата (21^h UT)	α (2000.0) ч м с	δ (2000.0) ° ′ ″	V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
Март 01	08 19 09	+16 50 08	10.54	3.172	2.334	11.1	73.2	90.9
Март 11	08 15 33	+17 00 35	10.71	3.162	2.420	13.7	148.4	2.7
Март 21	08 14 16	+17 04 42	10.86	3.151	2.523	15.7	28.7	52.1
Март 31	08 15 18	+17 02 14	11.00	3.140	2.639	17.2	112.8	86.0
Апр. 10	08 18 29	+16 53 08	11.13	3.129	2.763	18.2	115.6	1.6
Апр. 20	08 23 39	+16 37 19	11.23	3.118	2.891	18.7	6.9	55.7
Апр. 30	08 30 32	+16 14 48	11.33	3.107	3.020	18.8	146.8	80.3
60 Эхо D=43 км, P=25.208^h, B-V=0.854^m, A=0.37, Тип S, 01.II.2021								
2020 Дек. 21	09 19 05	+09 31 56	11.22	1.959	1.169	22.3	139.5	48.3
Дек. 31	09 18 07	+09 20 35	10.99	1.965	1.101	18.3	19.9	96.6
2021 Янв. 10	09 13 40	+09 31 14	10.75	1.972	1.049	13.5	121.9	6.9
Янв. 20	09 06 20	+10 03 11	10.51	1.980	1.017	8.1	105.5	49.4
Янв. 30	08 57 19	+10 51 45	10.29	1.990	1.008	3.3	26.5	94.4
Февр. 09	08 48 12	+11 49 18	10.44	2.001	1.024	5.5	163.2	4.3
Февр. 19	08 40 37	+12 47 22	10.74	2.013	1.064	10.8	67.7	50.3
Март 01	08 35 49	+13 38 32	11.02	2.026	1.125	15.7	68.8	90.9
Март 11	08 34 25	+14 18 17	11.31	2.040	1.205	19.7	152.7	2.7
Март 21	08 36 29	+14 44 13	11.57	2.055	1.301	22.9	34.5	52.1
Март 31	08 41 47	+14 55 32	11.82	2.071	1.407	25.2	106.1	86.0
18 Мельпомена D=140 км, P=11.57^h, B-V=0.854^m, A=0.18, Тип S, 02.II.2021								
2020 Дек. 21	09 28 17	+07 28 11	10.26	2.304	1.566	19.7	141.8	48.3
Дек. 31	09 24 56	+08 01 04	10.08	2.328	1.496	16.1	22.1	96.6
2021 Янв. 10	09 18 36	+08 55 46	9.89	2.352	1.445	11.8	120.6	6.9
Янв. 20	09 09 53	+10 09 26	9.69	2.376	1.418	7.0	106.3	49.4
Янв. 30	08 59 50	+11 35 33	9.50	2.400	1.418	2.5	25.8	94.4
Февр. 09	08 49 45	+13 05 37	9.66	2.422	1.446	4.3	163.8	4.3
Февр. 19	08 40 57	+14 31 13	9.96	2.445	1.502	8.9	67.3	50.3
Март 01	08 34 26	+15 45 54	10.23	2.467	1.584	13.0	69.4	90.9
Март 11	08 30 47	+16 46 16	10.49	2.488	1.688	16.5	152.0	2.7
Март 21	08 30 08	+17 31 11	10.74	2.509	1.808	19.1	32.1	52.1
Март 31	08 32 22	+18 00 56	10.96	2.529	1.941	20.9	109.1	86.0
Апр. 10	08 37 08	+18 16 37	11.16	2.548	2.083	22.1	119.8	1.6
Апр. 20	08 44 05	+18 19 20	11.35	2.567	2.230	22.8	3.7	55.7
Апр. 30	08 52 49	+18 10 15	11.50	2.586	2.379	22.9	142.6	80.3
Май 10	09 03 01	+17 50 29	11.64	2.603	2.528	22.6	93.1	0.8
Май 20	09 14 22	+17 20 55	11.76	2.620	2.674	22.0	27.3	61.4
Май 30	09 26 39	+16 42 29	11.86	2.636	2.817	21.0	170.5	74.5
29 Амфитрита D=190 км, P=5.392^h, B-V=0.838^m, A=0.22, Тип S, 21.II.2021								
2020 Дек. 21	10 52 56	+12 15 37	10.37	2.504	1.988	21.6	161.8	48.3
Дек. 31	10 55 43	+11 59 45	10.20	2.512	1.876	19.8	39.2	96.6
2021 Янв. 10	10 55 44	+11 58 15	10.01	2.520	1.774	17.4	99.5	6.9
Янв. 20	10 52 51	+12 10 55	9.81	2.528	1.689	14.2	130.1	49.4
Янв. 30	10 47 10	+12 35 33	9.60	2.536	1.622	10.4	0.6	94.4
Февр. 09	10 39 08	+13 08 03	9.37	2.543	1.580	6.1	140.9	4.3
Февр. 19	10 29 35	+13 42 43	9.12	2.551	1.565	1.8	92.7	50.3
Март 01	10 19 41	+14 13 05	9.27	2.559	1.578	3.9	44.4	90.9
Март 11	10 10 38	+14 34 06	9.54	2.567	1.619	8.3	175.9	2.7
Март 21	10 03 25	+14 42 31	9.78	2.575	1.685	12.3	54.2	52.1

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с			δ (2000.0) ° ′ ″			V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
	Март	31	09	58	44	+14	37	15	10.01	2.583	1.772	15.6	88.2	86.0
	Апр.	10	09	56	48	+14	18	52	10.22	2.590	1.877	18.3	139.3	1.6
	Апр.	20	09	57	34	+13	48	26	10.42	2.598	1.995	20.3	19.7	55.7
	Апр.	30	10	00	50	+13	07	16	10.60	2.605	2.122	21.6	125.5	80.3
	Май	10	10	06	14	+12	16	40	10.76	2.613	2.255	22.4	109.3	0.8
	Май	20	10	13	28	+11	17	35	10.90	2.620	2.391	22.7	12.4	61.4
	Май	30	10	22	13	+10	10	56	11.02	2.627	2.527	22.5	155.7	74.5
4 Веста D=525 км, P=5.342^h, B-V=0.782^m, A=0.42, Тип V, 04.III.2021														
2021	Янв.	10	11	37	32	+10	06	37	6.94	2.397	1.754	20.9	89.3	6.9
	Янв.	20	11	39	48	+10	43	42	6.73	2.387	1.640	18.6	141.2	49.4
	Янв.	30	11	39	13	+11	40	17	6.50	2.377	1.540	15.6	13.2	94.4
	Февр.	09	11	35	41	+12	53	45	6.27	2.367	1.459	11.9	128.0	4.3
	Февр.	19	11	29	25	+14	18	13	6.04	2.357	1.400	7.8	105.9	50.3
	Март	01	11	21	06	+15	44	20	5.86	2.348	1.368	4.7	31.7	90.9
	Март	11	11	11	45	+17	01	35	5.89	2.338	1.361	5.9	169.2	2.7
	Март	21	11	02	44	+18	00	30	6.05	2.328	1.381	9.9	66.5	52.1
	Март	31	10	55	17	+18	35	12	6.24	2.318	1.425	14.1	77.1	86.0
	Апр.	10	10	50	17	+18	44	20	6.43	2.308	1.489	17.9	149.6	1.6
	Апр.	20	10	48	13	+18	29	17	6.61	2.298	1.569	20.9	29.7	55.7
	Апр.	30	10	49	08	+17	53	12	6.79	2.289	1.660	23.2	116.4	80.3
	Май	10	10	52	49	+16	59	32	6.95	2.279	1.760	24.9	118.3	0.8
	Май	20	10	58	59	+15	51	08	7.09	2.270	1.864	26.0	5.1	61.4
	Май	30	11	07	15	+14	30	37	7.22	2.261	1.971	26.6	147.9	74.5
	Июнь	09	11	17	16	+12	59	59	7.32	2.252	2.079	26.7	92.7	0.3
	Июнь	19	11	28	46	+11	20	48	7.42	2.243	2.185	26.4	32.3	68.8
9 Метис D=190 км, P=5.079^h, B-V=0.858^m, A=0.12, Тип S, 04.IV.2021														
2021	Февр.	19	13	33	09	-01	54	54	10.33	2.445	1.704	18.4	140.6	50.3
	Март	01	13	30	53	-01	25	36	10.13	2.458	1.622	15.3	6.5	90.9
	Март	11	13	25	47	-00	44	26	9.92	2.471	1.559	11.5	133.0	2.7
	Март	21	13	18	14	+00	04	11	9.70	2.484	1.519	7.3	104.2	52.1
	Март	31	13	09	05	+00	53	54	9.50	2.496	1.504	3.5	39.8	86.0
	Апр.	10	12	59	23	+01	37	55	9.57	2.508	1.517	4.2	173.6	1.6
	Апр.	20	12	50	20	+02	09	58	9.83	2.520	1.556	8.2	63.4	55.7
	Апр.	30	12	42	54	+02	25	52	10.08	2.531	1.621	12.2	84.6	80.3
	Май	10	12	37	44	+02	24	14	10.32	2.542	1.706	15.6	147.8	0.8
	Май	20	12	35	08	+02	05	21	10.55	2.553	1.810	18.3	24.3	61.4
	Май	30	12	35	07	+01	30	56	10.76	2.563	1.926	20.4	122.7	74.5
	Июнь	09	12	37	29	+00	43	18	10.95	2.573	2.052	21.8	115.9	0.3
	Июнь	19	12	41	59	-00	15	27	11.12	2.583	2.185	22.6	10.8	68.8
	Июнь	29	12	48	21	-01	23	09	11.26	2.592	2.321	23.0	153.3	69.5
3 Юнона D=246 км, P=7.21^h, B-V=0.824^m, A=0.21, Тип Sk, 06.VI.20212021														
	Апр.	30	17	32	16	-06	20	01	10.55	3.323	2.534	12.3	22.2	80.3
	Май	10	17	27	30	-05	35	13	10.39	3.317	2.443	10.2	136.8	0.8
	Май	20	17	20	58	-04	56	27	10.25	3.309	2.374	7.9	95.1	61.4
	Май	30	17	13	08	-04	26	38	10.14	3.301	2.331	6.0	56.8	74.5
	Июнь	09	17	04	39	-04	08	05	10.11	3.293	2.316	5.7	161.8	0.3
	Июнь	19	16	56	13	-04	02	29	10.17	3.283	2.328	7.1	53.7	68.8
	Июнь	29	16	48	35	-04	10	10	10.27	3.273	2.366	9.4	95.4	69.5
	Июль	09	16	42	21	-04	30	19	10.40	3.263	2.428	11.8	139.6	0.0

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с			δ (2000.0) ° ′ ″			V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
	Июль	19	16	37	55	-05	01	24	10.53	3.251	2.511	13.9	19.3	76.7
	Июль	29	16	35	32	-05	41	10	10.65	3.239	2.609	15.7	129.9	65.7
	Авг.	08	16	35	15	-06	27	21	10.77	3.227	2.720	17.0	106.4	0.2
	Авг.	18	16	37	03	-07	17	46	10.88	3.214	2.839	17.9	34.3	83.6
63 Авзония D=116 км, P=9.298^h, B-V=0.916^m, A=0.13, Тип Sa, 06.VI.2021														
2021	Июнь	09	16	31	19	-32	59	20	9.66	2.103	1.102	6.4	168.3	0.3
	Июнь	19	16	21	50	-32	20	26	9.84	2.099	1.122	10.4	50.3	68.8
6 Геба D=185 км, P=7.275^h, B-V=0.822^m, A=0.27, Тип S, 17.VII.2021														
2021	Май	30	20	04	30	-06	59	34	9.65	2.386	1.641	19.9	20.2	74.5
	Июнь	09	20	03	50	-07	02	59	9.40	2.364	1.528	17.4	129.7	0.3
	Июнь	19	20	00	24	-07	26	14	9.14	2.341	1.431	14.1	99.2	68.8
	Июнь	29	19	54	20	-08	11	48	8.87	2.318	1.353	10.3	49.3	69.5
	Июль	09	19	46	09	-09	20	00	8.61	2.295	1.297	6.5	162.2	0.0
	Июль	19	19	36	46	-10	48	03	8.47	2.272	1.266	4.8	55.6	76.7
	Июль	29	19	27	24	-12	29	48	8.56	2.249	1.261	7.8	87.5	65.7
	Авг.	08	19	19	21	-14	17	32	8.73	2.227	1.280	12.2	147.4	0.2
	Авг.	18	19	13	43	-16	03	40	8.91	2.205	1.320	16.5	13.7	83.6
	Авг.	28	19	11	14	-17	42	13	9.09	2.183	1.380	20.3	123.5	63.0
	Сент.	07	19	12	11	-19	09	25	9.27	2.161	1.453	23.3	110.7	1.0
12 Виктория D=115 км, P=8.660^h, B-V=0.874^m, A=0.16, Тип L, 29.VII.2021														
2021	Июнь	09	20	40	15	-06	35	29	9.78	1.838	1.036	26.0	121.2	0.3
	Июнь	19	20	42	21	-04	48	46	9.53	1.831	0.963	22.9	109.8	68.8
	Июнь	29	20	41	04	-03	16	58	9.28	1.825	0.904	19.3	38.8	69.5
	Июль	09	20	36	36	-02	06	54	9.04	1.821	0.860	15.2	149.0	0.0
	Июль	19	20	29	40	-01	24	43	8.85	1.819	0.833	11.5	71.1	76.7
	Июль	29	20	21	36	-01	13	04	8.77	1.819	0.825	9.7	73.4	65.7
	Авг.	08	20	13	56	-01	30	26	8.86	1.820	0.837	11.4	153.9	0.2
	Авг.	18	20	08	14	-02	10	35	9.06	1.824	0.867	15.0	32.9	83.6
	Авг.	28	20	05	36	-03	04	07	9.31	1.830	0.915	19.0	107.4	63.0
	Сент.	07	20	06	29	-04	01	58	9.56	1.838	0.979	22.6	123.9	1.0
	Сент.	17	20	11	00	-04	56	14	9.82	1.847	1.055	25.5	23.6	88.8
	Сент.	27	20	18	47	-05	41	10	10.07	1.859	1.142	27.8	134.5	60.9
	Окт.	07	20	29	24	-06	13	19	10.30	1.871	1.239	29.4	94.0	2.7
	Окт.	17	20	42	22	-06	30	31	10.52	1.886	1.343	30.4	44.1	92.1
	Окт.	27	20	57	12	-06	31	58	10.73	1.902	1.454	30.9	155.2	58.8
80 Сапфо D=69 км, P=14.03^h, B-V=0.901^m, A=0.21, Тип S, 14.VIII.2021														
2021	Июнь	19	21	33	27	-00	06	11	11.17	1.992	1.260	25.6	123.1	68.8
	Июнь	29	21	36	13	+01	20	09	10.91	1.973	1.163	23.4	27.5	69.5
	Июль	09	21	36	02	+02	28	59	10.63	1.955	1.078	20.4	135.0	0.0
	Июль	19	21	32	51	+03	13	49	10.35	1.937	1.007	16.8	87.5	76.7
	Июль	29	21	27	01	+03	29	08	10.08	1.921	0.954	13.1	56.9	65.7
	Авг.	08	21	19	20	+03	11	32	9.87	1.906	0.919	10.0	157.9	0.2
	Авг.	18	21	11	07	+02	22	10	9.80	1.892	0.904	9.7	47.3	83.6
	Авг.	28	21	03	56	+01	08	08	9.91	1.879	0.910	12.4	92.2	63.0
	Сент.	07	20	59	06	-00	20	01	10.10	1.868	0.936	16.5	136.7	1.0
	Сент.	17	20	57	37	-01	50	23	10.32	1.859	0.978	20.7	20.3	88.8
	Сент.	27	20	59	51	-03	12	46	10.55	1.851	1.036	24.3	124.3	60.9

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с			δ (2000.0) ° ′ ″			V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
	Окт.	07	21	05	42	-04	20	26	10.77	1.844	1.106	27.2	103.2	2.7
	Окт.	17	21	14	53	-05	09	06	10.98	1.840	1.185	29.4	36.2	92.1
	Окт.	27	21	26	52	-05	37	04	11.17	1.837	1.272	31.0	149.4	58.8
43 Ариадна D=71 км, P=5.762^h, B-V=0.863^m, A=0.23, Тип Sk, 18.VIII.2021														
2021	Июль	09	22	11	34	-06	17	15	10.40	1.864	1.003	22.7	132.5	0.0
	Июль	19	22	09	07	-05	52	03	10.15	1.875	0.951	18.2	92.8	76.7
	Июль	29	22	03	21	-05	48	43	9.89	1.886	0.916	13.0	48.6	65.7
	Авг.	08	21	55	04	-06	05	59	9.63	1.898	0.899	7.4	166.6	0.2
	Авг.	18	21	45	36	-06	39	03	9.44	1.912	0.903	3.4	49.1	83.6
	Авг.	28	21	36	36	-07	20	08	9.70	1.926	0.929	6.8	86.7	63.0
	Сент.	07	21	29	34	-08	01	17	10.06	1.942	0.977	12.1	144.6	1.0
	Сент.	17	21	25	33	-08	35	27	10.40	1.958	1.045	16.8	12.8	88.8
	Сент.	27	21	24	57	-08	58	03	10.72	1.975	1.129	20.7	121.0	60.9
	Окт.	07	21	27	44	-09	06	53	11.02	1.992	1.228	23.7	107.4	2.7
	Окт.	17	21	33	34	-09	01	02	11.29	2.010	1.337	25.8	31.3	92.1
	Окт.	27	21	42	01	-08	40	42	11.54	2.029	1.456	27.3	148.3	58.8
89 Юлия D=146 км, P=11.387^h, B-V=0.859^m, A=0.19, Тип K, 23.VIII.2021														
2021	Июль	09	22	35	50	-06	15	25	10.19	2.156	1.363	21.4	127.1	0.0
	Июль	19	22	33	18	-04	39	48	9.92	2.143	1.272	18.2	98.9	76.7
	Июль	29	22	27	34	-03	12	20	9.65	2.132	1.198	14.3	42.2	65.7
	Авг.	08	22	18	56	-01	55	44	9.37	2.121	1.144	9.9	160.1	0.2
	Авг.	18	22	08	14	-00	52	25	9.13	2.112	1.113	6.0	57.0	83.6
	Авг.	28	21	56	50	-00	03	17	9.10	2.104	1.106	5.9	79.8	63.0
	Сент.	07	21	46	15	+00	32	22	9.30	2.096	1.124	9.7	148.2	1.0
	Сент.	17	21	37	55	+00	57	44	9.54	2.090	1.164	14.3	22.7	88.8
	Сент.	27	21	32	46	+01	17	27	9.78	2.086	1.224	18.3	114.9	60.9
	Окт.	07	21	31	10	+01	36	03	10.02	2.082	1.299	21.7	110.7	2.7
	Окт.	17	21	33	06	+01	57	49	10.24	2.080	1.388	24.3	33.3	92.1
	Окт.	27	21	38	16	+02	25	53	10.44	2.079	1.486	26.2	141.7	58.8
	Нояб.	06	21	46	13	+03	02	09	10.62	2.079	1.590	27.4	78.8	5.7
	Нояб.	16	21	56	34	+03	48	01	10.79	2.080	1.699	28.0	56.7	94.1
	Нояб.	26	22	08	52	+04	43	52	10.93	2.083	1.811	28.2	158.5	55.9
2 Паллада D=545 км, P=7.813^h, B-V=0.635^m, A=0.10, Тип B, 11.IX.2021														
2021	Июль	09	23	33	44	+08	29	40	9.91	3.245	2.756	17.1	107.4	0.0
	Июль	19	23	34	27	+08	00	14	9.74	3.231	2.610	15.9	117.6	76.7
	Июль	29	23	33	18	+07	11	07	9.55	3.217	2.476	14.1	25.7	65.7
	Авг.	08	23	30	14	+06	00	30	9.34	3.202	2.359	11.7	142.3	0.2
	Авг.	18	23	25	22	+04	27	56	9.12	3.186	2.262	8.8	76.3	83.6
	Авг.	28	23	19	03	+02	35	25	8.88	3.170	2.192	5.4	59.3	63.0
	Сент.	07	23	11	47	+00	27	33	8.61	3.154	2.151	2.0	168.6	1.0
	Сент.	17	23	04	15	-01	48	23	8.65	3.137	2.141	2.9	31.8	88.8
	Сент.	27	22	57	14	-04	03	36	8.87	3.119	2.162	6.5	98.1	60.9
	Окт.	07	22	51	25	-06	09	56	9.06	3.101	2.213	10.0	128.1	2.7
	Окт.	17	22	47	20	-08	00	49	9.25	3.083	2.289	13.0	13.1	92.1
	Окт.	27	22	45	20	-09	32	30	9.41	3.064	2.386	15.4	135.1	58.8
	Нояб.	06	22	45	30	-10	43	41	9.57	3.045	2.499	17.2	86.8	5.7
	Нояб.	16	22	47	50	-11	34	38	9.70	3.025	2.622	18.4	47.6	94.1

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с			δ (2000.0) ° ′ ″			V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
40 Гармония D=111 км, P=8.91^h, B-V=0.854^m, A=0.22, Тип S, 01.X.2021														
2021	Авг.	08	01	05	05	+00	15	33	10.61	2.163	1.459	23.7	125.0	0.2
	Авг.	18	01	07	24	-00	01	22	10.39	2.162	1.368	21.0	96.9	83.6
	Авг.	28	01	06	40	-00	35	47	10.15	2.161	1.289	17.5	35.5	63.0
	Сент.	07	01	02	49	-01	25	40	9.89	2.161	1.227	13.3	161.8	1.0
	Сент.	17	00	56	08	-02	25	58	9.63	2.161	1.185	8.5	55.5	88.8
	Сент.	27	00	47	27	-03	28	46	9.39	2.161	1.166	4.2	72.9	60.9
	Окт.	07	00	37	58	-04	24	52	9.44	2.162	1.172	4.9	152.8	2.7
	Окт.	17	00	29	05	-05	05	23	9.71	2.163	1.203	9.5	12.5	92.1
	Окт.	27	00	22	06	-05	24	36	9.98	2.164	1.257	14.1	111.6	58.8
	Нояб.	06	00	17	47	-05	20	34	10.24	2.165	1.331	18.1	109.7	5.7
	Нояб.	16	00	16	34	-04	53	59	10.49	2.167	1.421	21.3	24.9	94.1
	Нояб.	26	00	18	23	-04	07	37	10.71	2.169	1.524	23.6	145.4	55.9
	Дек.	06	00	23	00	-03	04	37	10.92	2.171	1.636	25.3	73.7	9.3
	Дек.	16	00	30	05	-01	47	59	11.10	2.174	1.755	26.3	53.5	95.2
	Дек.	26	00	39	16	-00	20	43	11.26	2.177	1.876	26.7	174.2	51.7
25 Фокая D=61 км, P=9.934^h, B-V=0.932^m, A=0.35, Тип S, 19.X.2021														
2021	Июль	19	01	16	14	+26	07	01	11.64	1.916	1.633	32.0	144.6	76.7
	Июль	29	01	29	00	+26	55	05	11.54	1.939	1.554	31.3	24.4	65.7
	Авг.	08	01	39	24	+27	21	18	11.41	1.962	1.473	30.2	105.0	0.2
	Авг.	18	01	47	01	+27	22	10	11.27	1.987	1.394	28.5	116.5	83.6
	Авг.	28	01	51	26	+26	53	59	11.11	2.013	1.320	26.0	22.2	63.0
	Сент.	07	01	52	22	+25	52	31	10.92	2.039	1.253	22.7	137.4	1.0
	Сент.	17	01	49	48	+24	14	10	10.72	2.067	1.199	18.5	79.6	88.8
	Сент.	27	01	44	13	+21	58	43	10.51	2.095	1.162	13.5	50.6	60.9
	Окт.	07	01	36	32	+19	11	11	10.30	2.123	1.147	7.9	168.9	2.7
	Окт.	17	01	28	05	+16	03	57	10.10	2.152	1.159	3.0	36.0	92.1
	Окт.	27	01	20	18	+12	54	52	10.32	2.181	1.198	5.2	90.6	58.8
	Нояб.	06	01	14	21	+10	01	22	10.69	2.210	1.265	10.2	129.0	5.7
	Нояб.	16	01	10	57	+07	36	22	11.04	2.239	1.357	14.7	8.2	94.1
	Нояб.	26	01	10	22	+05	45	32	11.36	2.268	1.470	18.2	129.3	55.9
	Дек.	06	01	12	31	+04	28	48	11.66	2.298	1.600	20.8	88.2	9.3
1 Церера D=939 км, P=9.074^h, B-V=0.713^m, A=0.09, Тип C, 26.XI.2021														
2021	Сент.	17	04	39	14	+15	44	55	8.57	2.803	2.379	20.3	113.5	88.8
	Сент.	27	04	43	10	+15	56	08	8.40	2.795	2.245	19.2	12.9	60.9
	Окт.	07	04	44	42	+16	04	58	8.22	2.787	2.120	17.6	141.7	2.7
	Окт.	17	04	43	36	+16	12	20	8.01	2.779	2.006	15.3	78.8	92.1
	Окт.	27	04	39	46	+16	19	08	7.79	2.771	1.910	12.3	44.5	58.8
	Нояб.	06	04	33	21	+16	25	59	7.55	2.763	1.834	8.8	172.5	5.7
	Нояб.	16	04	24	50	+16	33	35	7.29	2.754	1.784	4.8	40.4	94.1
	Нояб.	26	04	15	02	+16	42	44	7.04	2.746	1.761	1.6	83.3	55.9
	Дек.	06	04	05	04	+16	54	22	7.24	2.738	1.768	4.5	131.9	9.3
	Дек.	16	03	56	03	+17	09	56	7.48	2.730	1.804	8.5	2.7	95.2
	Дек.	26	03	48	57	+17	30	38	7.69	2.722	1.865	12.3	124.3	51.7
2022	Янв.	05	03	44	23	+17	57	23	7.90	2.714	1.949	15.4	90.8	12.9
	Янв.	15	03	42	40	+18	30	30	8.09	2.706	2.050	17.8	34.5	95.8
	Янв.	25	03	43	46	+19	09	31	8.26	2.698	2.163	19.6	162.2	46.0

Дата (21^h UT)			α (2000.0) ч м с			δ (2000.0) ° ′ ″			V m	r а. е.	Δ а. е.	β °	Расст.Луны °	фаза %
44 Ниса D=71 км, P=6.422^h, B-V=0.703^m, A=0.48, Тип Xc, 10.XII.2021														
2021	Сент.	17	05	09	46	+18	34	01	10.81	2.225	1.870	26.6	121.2	88.8
	Сент.	27	05	20	28	+18	31	34	10.63	2.210	1.742	26.0	5.8	60.9
	Окт.	07	05	28	58	+18	24	01	10.43	2.196	1.619	24.9	131.0	2.7
	Окт.	17	05	34	48	+18	12	59	10.21	2.182	1.503	23.2	91.2	92.1
	Окт.	27	05	37	34	+18	00	14	9.98	2.169	1.396	20.7	30.9	58.8
	Нояб.	06	05	36	53	+17	47	30	9.74	2.156	1.303	17.3	165.6	5.7
	Нояб.	16	05	32	41	+17	36	29	9.50	2.144	1.227	13.1	56.6	94.1
	Нояб.	26	05	25	18	+17	28	36	9.26	2.132	1.172	8.2	66.8	55.9
	Дек.	06	05	15	37	+17	24	58	9.03	2.122	1.141	3.3	147.8	9.3
	Дек.	16	05	05	06	+17	26	52	9.05	2.112	1.135	4.4	17.9	95.2
	Дек.	26	04	55	28	+17	35	25	9.23	2.102	1.154	9.6	108.8	51.7
2022	Янв.	05	04	48	08	+17	51	33	9.43	2.094	1.198	14.6	105.3	12.9
	Янв.	15	04	44	10	+18	15	36	9.64	2.087	1.261	18.9	21.0	95.8
	Янв.	25	04	43	55	+18	46	40	9.84	2.080	1.339	22.3	148.2	46.0
22 Каллиопа D=167 км, P=4.148^h, B-V=0.715^m, A=0.17, Тип X, 28.XII.2021														
2021	Окт.	07	06	48	49	+26	21	53	11.47	2.632	2.373	22.2	112.5	2.7
	Окт.	17	06	57	20	+27	02	23	11.34	2.635	2.247	21.7	110.8	92.1
	Окт.	27	07	03	38	+27	49	44	11.19	2.638	2.125	20.7	10.3	58.8
	Нояб.	06	07	07	20	+28	45	20	11.02	2.642	2.010	19.0	146.9	5.7
	Нояб.	16	07	08	07	+29	49	31	10.84	2.646	1.907	16.8	78.7	94.1
	Нояб.	26	07	05	44	+31	00	52	10.65	2.650	1.820	13.9	43.4	55.9
	Дек.	06	07	00	13	+32	15	46	10.46	2.655	1.753	10.5	171.2	9.3
	Дек.	16	06	51	55	+33	28	27	10.27	2.660	1.711	6.9	42.6	95.2
	Дек.	26	06	41	44	+34	32	12	10.14	2.665	1.696	4.4	83.7	51.7
2022	Янв.	05	06	30	55	+35	21	28	10.21	2.671	1.709	5.4	129.7	12.9
	Янв.	15	06	20	56	+35	53	36	10.40	2.677	1.750	8.7	10.4	95.8
	Янв.	25	06	13	02	+36	09	36	10.62	2.684	1.817	12.1	126.1	46.0
7 Ирис D=200 км, P=7.139^h, B-V=0.855^m, A=0.28, Тип S, 13.I.2022														
2021	Окт.	27	07	47	56	+20	30	11	9.21	1.921	1.492	30.7	4.3	58.8
	Нояб.	06	07	58	20	+19	27	25	9.06	1.938	1.406	29.3	134.1	5.7
	Нояб.	16	08	05	26	+18	28	03	8.89	1.957	1.324	27.2	92.8	94.1
	Нояб.	26	08	08	53	+17	35	01	8.70	1.977	1.249	24.4	28.2	55.9
	Дек.	06	08	08	23	+16	50	58	8.50	1.998	1.184	20.8	167.0	9.3
	Дек.	16	08	03	55	+16	17	46	8.28	2.020	1.134	16.2	60.1	95.2
	Дек.	26	07	55	59	+15	55	52	8.05	2.043	1.102	11.0	65.7	51.7
2022	Янв.	05	07	45	35	+15	44	27	7.82	2.066	1.093	5.4	146.7	12.9
	Янв.	15	07	34	21	+15	41	29	7.74	2.091	1.110	3.0	22.4	95.8
	Янв.	25	07	24	03	+15	44	22	8.08	2.115	1.153	7.5	110.0	46.0
20 Массалия D=136 км, P=8.098^h, B-V=0.854^m, A=0.24, Тип S, 04.II.2022														
2021	Нояб.	26	09	24	24	+14	15	06	10.14	2.066	1.570	27.3	10.5	55.9
	Дек.	06	09	32	09	+13	33	27	9.95	2.069	1.466	25.8	148.6	9.3
	Дек.	16	09	36	56	+13	05	20	9.74	2.073	1.370	23.5	82.6	95.2
	Дек.	26	09	38	26	+12	53	25	9.52	2.077	1.283	20.4	40.8	51.7
2022	Янв.	05	09	36	27	+12	59	28	9.29	2.083	1.212	16.4	171.7	12.9
	Янв.	15	09	31	07	+13	22	57	9.04	2.089	1.158	11.6	48.9	95.8
	Янв.	25	09	23	05	+14	00	17	8.79	2.097	1.126	6.1	81.5	46.0

Тесные сближения астероидов с Землей

Эфемериды тесных сближений с Землей потенциально опасных астероидов предоставляют четыре мировых центра. Это, прежде всего, MPC – Центр малых планет MAC, CNEOS – Центр изучения околоземных астероидов JPL, NEOCC – Координационный центр ЕКА по околоземным объектам и DynAstVO – служба института небесной механики в Парижской обсерватории. Несмотря на авторитет всех этих мировых центров, их данные значительно расходятся и списки предстоящих тесных сближений не полностью совпадают. Остается надежда, что эти проблемы будут скоро разрешены, поскольку речь идет об угрозе Земле из космоса.

Согласно данным ЕКА (http://neo.ssa.esa.int/close-approaches) в течение ближайшего года (Июнь 2020 – Июнь 2021) прогнозируется сближение с Землей 147 уже известных (каталогизированных) астероидов на расстояние менее 0.05 а.е. или 20 радиусов лунной орбиты (LD). При этом только 54 из них пройдет на расстоянии менее 10 LD (См. Табл. 2), и только 2 приблизятся к Земле ближе, чем расстояние до Луны.

Обратим внимание на сближения, доступные для наблюдения в любительские телескопы: тесное сближение 26 января 2021 года (небольшой астероид на расстоянии 334 тыс. км) и сближение 2 марта на расстоянии 7.6LD полукилометрового астероида, а также неопасное сближение с Землей довольно крупного астероида (чуть более 1 км в диаметре) предстоящее 21 марта 2021 года.

Таблица 2

Предстоящие в 2020-2021 году тесные сближения с Землей (менее 10 радиусов лунной орбиты – LD, Lunar Distance) наиболее ярких астероидов

Номер астероида	Дата	Расстояние Δ(в LD)	Диаметр (м)	Прогнозируемый блеск (зв.вел)
2020KB3	13.06.2020	3,136	50	14,7
2017MF7	14.06.2020	3,66	21	19,2
2020KP6	16.06.2020	3,594	40	17,9
441987 2010NY65	24.06.2020	9,776	228	17,9
2013TD	27.08.2020	8,021	17	19,8
2011ES4	01.09.2020	3,415	26	17,9
2013RR43	09.09.2020	8,52	30	19,6
2017SL16	20.09.2020	8,841	24	19,6
2016UR31	11.10.2020	6,442	40	18,8
2017UH5	22.10.2020	9,865	18	19,8
2015WN1	11.11.2020	1,262	19	15,7
2017WJ16	23.11.2020	4,881	50	16,1
1997XE10	14.12.2020	8,345	40	19,2
2011CL50	24.12.2020	3,419	11	19,1
332446 2008AF4	06.01.2021	9,563	400	15
2015BW512	18.01.2021	4,909	30	18,8
2018BA3	26.01.2021	0,871	20	13,4
2019YP5	10.02.2021	8,141	110	16,5
2020CX1	18.02.2021	4,861	50	17,3
2011EH17	01.03.2021	9,441	40	18,1
2016DV1	02.03.2021	6,934	40	18,4
1999RM45	02.03.2021	7,623	500	13,3
231937 2001FO32	21.03.2021	5,245	1100	11,6
2015FF36	18.05.2021	1,166	18	17,5

Сохраняется тенденция предыдущих лет свидетельствующая, что тесных сближений с Землей еще неоткрытых астероидов будет заметно больше, в том числе и внутри лунной орбиты. На рис. 2 приведены данные о датах и расстояниях приближения к Земле 147 уже каталогизированных астероидов в течение предстоящего годичного интервала. На том же рисунке показано распределение фактических (уже состоявшихся) сближений за предыдущий месяц. Очевидно, что статистика сближений уже открытых астероидов более бедная, чем статистика реально наблюдавшихся сближений в основном еще некаталогизированных околоземных астероидов, т.е. наблюдавшихся впервые. Например, число реально обнаруженных близких пролетов астероидов в последний месяц (101) на порядок превышает среднемесячное число прогнозируемых сближений (12). Это говорит о том, что большинство малых астероидов среди АСЗ остаются еще не открытыми даже при нынешнем значительном темпе их обнаружения и каталогизации.

Рис. 2. Распределение расстояний уже состоявшихся (пустые кружки) и предвычисленных (черные ромбы) сближений астероидов с Землей в 2020-2021 году. (LD = Lunar Distance – расстояние от Земли до Луны).

Таблица 3

Статистика тесных сближений астероидов с Землей за последний год: с 9 июня 2019 по 9 июня 2020 года

H – абс. зв. величина, *m*	*D* – мин. диаметр, *м* (при A=0.25)	*D* – макс. диаметр, *м* (при A=0.05)	Число тесных сближений *N* (на $\Delta < 0.2$ а.е.)
ярче 16	> 1700	>3800	6
16÷18	670	3800	20
18÷20	270	1500	91
20÷22	110	590	243
22÷24	40	240	590
24÷26	17	95	1038
слабее 26	<17	<38	843
Всего			**2831**

По мере совершенствования техники и методов наблюдений открываются в среднем всё более слабые по блеску и, значит, малые по размеру астероиды. Это происходит, как правило, во время тесных приближений малых астероидов к Земле, когда их видимый блеск возрастает. В табл. 3 приведена статистика относительно размеров астероидов в наблюдавшихся тесных сближениях на интервале последнего года (http://neo.jpl.nasa.gov/).

Как видим, из 2831 наблюдавшихся (https://cneos.jpl.nasa.gov/ca/) за последний год сближений астероидов на расстояние меньше 0.2 а.е., в 843 случаях размер астероида был менее 38 м (если его поверхность достаточно тёмная, т.е. альбедо A ~ 0.05) или даже меньше 7 м (при светлой поверхности с альбедо A ~ 0.25), в 1038 случаях размер астероида составлял от 17 до 95 метров, в 590 случаях – от 40 до 240 м, в 243 случаях – от 110 до 590 м, в 91 случае – от 270 до 1500 м, и только в 20 случаях астероид был точно больше 670 м и мог быть размером до 3.8 км, а в 6 случаях астероид точно превышал 1.7 км, но мог превысить и 3.8 км!

На рис. 3 представлены данные таблицы 3 по обнаруженным тесным сближениям с Землей астероидов разных размеров в течение последнего года (июнь 2019 – июнь 2020). Общая тенденция – чем меньше размер астероидов, тем чаще такие тела опасно приближаются к Земле, двигаясь по своим орбитам. В логарифмическом масштабе эта тенденция *почти* "линейная" ныне уже до размеров тел больше 17÷95 м. Это означает, согласно теории, что большинство астероидов размером более ~100 м обнаруживаются наблюдениями при их тесном сближении с Землей. Однако, в области еще более мелких астероидов, мы видим "завал" этой зависимости (и даже не просто завал, а "откат" в область меньшего числа сближений. Это говорит о том, что очень многие мелкие астероиды (меньше 17÷95 м) остаются пока еще не обнаруженными при своём пролете вблизи Земли (ближе 0.2 а.е.). В противном случае кривые "распрямились" бы вправо до значительно большего числа сближений с Землей таких малых тел.

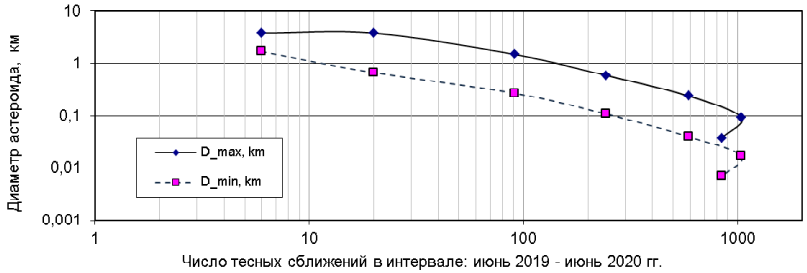


Рис. 3. Статистика тесных сближений с Землей на расстояние < 0.2 а.е. астероидов разных размеров в течение последнего года (июнь 2019 – июнь 2020).

Карликовые планеты

В Солнечной системе существует восемь больших планет. В настоящее время пять объектов классифицированы МАС как карликовые планеты. Это Церера, Плутон, Хаумеа, Макемаке и Эрида. Все другие объекты в Солнечной системе, которые движутся по орбитам вокруг Солнца, должны в целом называться "Малыми телами" Солнечной системы.

Однако, астроном Калифорнийского технического института Майк Браун (которого называют "убийцей Плутона" как большой планеты) считает, что дополнительные шесть транс-нептуновых объектов должны быть "почти наверняка" карликовыми планетами с диаметром около 900 километров. Эти объекты открыты уже в XXI веке: Квавар (Quaoar), 2002 MS4, Седна (Sedna), Оркус (Orcus), Салация (Salacia), 2007 OR10. По мнению других ученых, еще пять ТНО – Varuna, Ixion, 2003 AZ84, 2004 GV9 и 2002 AW197 также являются карликовыми планетами. По разным оценкам, около 200 карликовых планет могут существовать в поясе Койпера и более 2000 – за его пределами.

Таблица 4

Параметры орбит некоторых карликовых планет и кандидатов (https://en.wikipedia.org/wiki/Dwarf_planet)

Название	Большая полуось орбиты (а.е.)	Орбитальный период (годы)	Средняя орбитальная скорость (км/с)	Наклонение	Эксцентриситет орбиты
Церера	2.768	4.604	17.90	10.59°	0.079
Оркус	39.40	247.3	4.75	20.58°	0.220
Плутон	39.48	247.9	4.74	17.16°	0.249
Хаумеа	43.22	284.1	4.53	28.19°	0.191
Квавар	43.69	288.8	4.51	7.99°	0.040
Макемаке	45.56	307.5	4.41	28.98°	0.158
2007 OR_{10}	67.38	553.1	3.63	30.74°	0.503
Эрида	67.78	558.0	3.62	44.04°	0.441
Седна	506.8	≈ 11400	≈ 1.3	11.93°	0.855

Таблица 5

Элементы орбит карликовых планет (МПЦ)

Номер и название	ω (°)	Ω (°)	i (°)	e	q (а.е.)	a (а.е.)	M (°)	n (°/день)	Q (а.е.)	H (m)	P (лет)	T	Epoch
(1) Церера	73.6	80.3	10.6	0.08	2.56	2.77	77.4	0.214	2.98	3.4	4.61	2018-04-30.25388	2019-04-27.0
(134340) Плутон	115.0	110.3	17.1	0.25	29.74	39.85	41.5	0.004	49.96	-0.4	252	1990-04-16.32399	2019-04-27.0
(136199) Эрида	151.7	35.9	44.1	0.44	38.02	67.75	205.4	0.002	97.47	-1.1	558	2258-10-23.24338	2019-04-27.0
(136472) Макемаке	295.1	79.6	29.0	0.16	38.36	45.56	164.0	0.003	52.76	-0.1	308	1879-04-07.61770	2019-04-27.0
(136108) Хаумеа	238.6	122.1	28.2	0.19	34.97	43.29	216.6	0.003	51.60	0.2	285	2132-10-16.73044	2019-04-27.0

ω – аргумент перигелия, Ω – долгота восходящего узла, i – наклонение, e – эксцентриситет, q – перигелийное расстояние, a – большая полуось, M – средняя аномалия, n – среднее движение, Q – афелийное расстояние, H – абсолютная величина, P – период, T – дата прохождения перигелия, Epoch – эпоха орбитальных элементов

Таблица 6

Физические характеристики некоторых карликовых планет и кандидатов

Название	Диаметр (в $D_{\Earth}$)	Диаметр (км)	Масса (в $M_{\Earth}$)	Масса ($\times 10^{21}$ кг)	Плотность (г/см^3)	Период вращения (в часах)	Число спутников	Альбедо	H
Церера	27%	939.4±0.2	1.3%	0.94	2.16	9.1	0	0.09	3.3
Оркус	26%	910±50	0.9%	0.64±0.02	1.57±0.15	13±4	1	0.23±0.02	2.2
Плутон	68%	2377±3	17.7%	13.03±0.03	1.85	6d 9.3h	5	0.49÷0.66	–0.76
Харон	35%	1212±1	2.2%	1.59±0.02	1.70±0.02	6d 9.3h	-	0.2÷0.5	1
Хаумеа	ок. 47%	ок. 1632	5.5%	4.01±0.04	ок. 1.76	3.9	2	≤0.51±0.02	0.2
Квавар	32%	1110±5	1.9%	1.4±0.1	2.0±0.5	17.7	1	0.11±0.01	2.4
Макемаке	41%	1430±30	< 6%	< 4.4	> 1.4	22.8	1	0.81±0.05	–0.3
2007 OR_{10}	35%	1230±50	2.4%	1.75±0.07	1.74±0.16	22.4±0.2?	1	0.14±0.01	1.8
Эрида	67%	2326±12	22.6%	16.6±0.2	2.52±0.07	25.9±0.5	1	0.96±0.04	–1.1
Седна	29%	995±80	≈ 1%?	≈ 1?	?	10±3	0?	0.32±0.06	1.5

ПРОХОЖДЕНИЕ КОМЕТ ЧЕРЕЗ ПЕРИГЕЛИЙ

В 2021 году ожидается прохождение через перигелий 56 комет: 51 короткопериодическая (2 – утерянных, 15 – лишь второй раз будут проходить перигелий) и всего 5 долгопериодических.

Если не будут обнаружены новые яркие долгопериодические кометы, то этот год, как и два предыдущие, обещает быть еще одним годом разочарований для наблюдателей комет. 67P/Чурюмова-Герасименко может быть единственной короткопериодической кометой, которая привлечет внимание, благодаря как успешной миссии РОЗЕТТА, так и планам профессиональных астрономов относительно этой кометы (например, проект Европланет). В таблице 1 приведены кометы, прохождение которых через перигелий ожидается в 2021 году. В таблице 2 приведены кометы ожидаемый блеск которых в 2021 году будет больше 12^m.

В таблицах и в тексте приняты следующие обозначения: m_m – интегральный блеск головы кометы (в звездных величинах), причем $m_m = H_y + 5\lg\Delta + 2.5k\cdot\lg r$, где Δ – геоцентрическое расстояние в а.е.; r – гелиоцентрическое расстояние в а.е.; H_y – абсолютная интегральная величина кометы в звездных величинах на расстоянии 1 а.е. от Солнца и Земли; k – параметр, который характеризует закон изменения блеска в зависимости от расстояния кометы до Солнца; T – момент прохождения кометой перигелия; q – перигелийное расстояние в а.е., P – период обращения вокруг Солнца, годы; N – число появлений кометы; α, δ – экваториальные координаты (прямое восхождение и склонение соответственно), отнесенные к равноденствию J2000.0; E – элонгация, то есть видимое угловое расстояние кометы от Солнца на небосводе, град; β – угол фазы, град. Обозначения около названия кометы: P – периодическая, C – непериодическая комета, D – комета, которая разрушилась и может иметь несколько фрагментов или потерянная комета.

Комета называется в честь первооткрывателя или проекта, в рамках которого она открыта. Ниже список таких проектов, название которых встречается в таблице 1.

АТЛАС (ATLAS) – роботизированная система астрономических исследований и раннего предупреждения, оптимизированная для обнаружения небольших околоземных объектов за несколько недель или дней до того, как они достигнут Земли. Система в настоящее время имеет два 0,5-метровых телескопа, расположенных на расстоянии 160 км друг от друга, в обсерваториях Халеакала (ATLAS-HKO) и Мауна-Лоа (ATLAS-MLO).

ВАЙЗ (WISE) – широкоугольный инфракрасный космический телескоп, главной задачей которого является полный обзор неба в четырех ИК-диапазонах.

ЛИНЕАР (LINEAR) – совместный проект НАСА, Военно-воздушных сил США и Лаборатории имени Линкольна Массачусетского технологического института по наблюдению околоземных астероидов.

НЕАТ (NEAT) – совместная программа НАСА и Лаборатории реактивного движения по наблюдению за околоземными астероидами.

ПАНСТАРРС (Pan-STARRS) – реализуемая автоматическая система из 4 телескопов, которая видит объекты до 24-й звёздной величины, что позволит обнаруживать 99% пересекающих земную орбиту астероидов диаметром свыше 300 м.

СОХО (SOHO) – космический аппарат для наблюдения за Солнцем. С момента его запуска в 1995 году им обнаружены несколько сотен мелких

членов семейства комет Крейца, некоторые из них достигают всего нескольких метров в диаметре.

САГРСКИЙ НЕБЕСНЫЙ ОБЗОР (LA SAGRA SKY SURVEY) – программа по поиску малых тел Солнечной системы, в частности объектов околоземного пространства и космического мусора, осуществляемая Астрономической обсерваторией Майорки. Целью данного предприятия является разработка стратегий и инструментов для обнаружения и отслеживания таких объектов. В рамках программы было обнаружено более 6000 астероидов, 20 сверхновых и 8 комет.

МАУНТ-ЛЕММОН (MOUNT LEMMON SURVEY) – астрономический обзор, работающий в обсерватории Маунт-Леммон с 1994 года. Направления исследований: поиск околоземных астероидов; астрометрическая поддержка недавно открытых околоземных астероидов; фотометрические наблюдения астероидов (определение периода, альбедо); спектроскопия астероидов.

Наиболее благоприятные условия для наблюдения комет – в противостоянии, при $E \approx 180^{o}$. При $E \approx 0^{o}$ комета пребывает в соединении с Солнцем, и ее наблюдения невозможны.

Таблица 1

Кометы, которые проходят перигелий в 2021 году

Комета	*T*	*q*	*P* годы	*N*	H_y m	*k*	m_m	Дата открытия/ звездная величина/ открыватель
98P/Такамидзавы	Январь 4.9	1.66	7.4	5	12.1	10	16	30.07.1984/10.0^{m}/ Кесао Такамизава
320P/Макнот	Январь 17.1	0.97	5.44	2	20.5	10	22	02.09.2004/17.6^{m}/ Роберт Макнот
323P/COXO	Январь 17.7	0.04	4.15	5				31.05.2008/COXO
C/2019 B3 (ПАНСТАРРС)	Январь 20.0	6.82			5.5	10	18	24.01.2019/19.6^{m}/ ПАНСТАРРС
102P/Шумейкера	Январь 22.4	2.07	7.45	5	8	15	15	27.09.1984/13.0^{m}/ Каролин и Юджин Шумейкеры
297P/Бешора	Январь 22.9	2.34	6.39	2	6.9	10	12	06.05.2008/13.8^{m}/ Е.С.Бешор
P/2014 U4 (ПАНСТАРРС)	Февраль 13.5	1.88	6.57	1	18	10	23	28.10.2014/20.7^{m}/ ПАНСТАРРС
P/2013 EW90 (Тенагра)	Февраль 15.6	3.31	8.35	1	12	10	19	03.03.2013/19.0^{m}/ М.Шварц, П.Хольворцем
P/2013 A2 (Скотти)	Февраль 15.7	2.19	8.04	1	15.5	10	19	06.01.2013/19.5^{m}/ Дж. Скотти
P/1999 J6 (COXO)	Февраль 16.8	0.04	5.34	3				10.05.1995/COXO
17P/Холмса	Февраль 19.8	2.08	6.93	12	10	10	15	16.10.1892/4-5^{m}/ Эдвин Холмс
246P/NEAT	Февраль 22.8	2.86	8.05	2	2.5	15	11	28.03.2004/18.0^{m}/ NEAT
C/2019 T3 АТЛАС	Март 2.7	5.95			5	12	18	06.10.2019/18.9^{m}/ АТЛАС
206P/Барнарда-Боаттини	Март 4.5	1.56	6.51	3	19	10	23	13.10.1892// Эдвард Барнард, Андреа Боаттини

Комета	T	q	P годы	N	H_y m	k	m_m	Дата открытия/ звездная величина/ открыватель
75D/Когоутека	Март 4.9	1.78	6.65	2				17.02.1975/14.0^m/ Лубош Когоутек
191P/Макнот	Март 20.1	2.23	6.93	3	13	10	19	10.07.2007/17.7^m/ Роберт Макнот
P/2016 G1 (ПАНСТАРРС)	Март 22.2	2.04	4.15	1	14	10	18	01.04.2016/20.1^m/ ПАНСТАРРС
10P/Темпеля	Март 24.3	1.41	5.36	24	6.8	16.6	11	04.07.1873/ Эрнст Темпель
16P/Брукса	Апрель 18.2	1.88	6.99	18	11.9	8.2	16	07.07.1889/11^m/ Уильям Брукс
P/2015 J3 (НЕОВАЙЗ)	Апрель 22.2	1.49	6.13	1	16.5	10	17	05.05.2015/19^m/ НЕОВАЙЗ
C/2017 Y2 (ПАНСТАРРС)	Апрель 25.1	5.18	63.3	0	8	10	18	24.12.2017/22.1^m/ ПАНСТАРРС
324P/Ла-Сагра	Май 6.0	2.62	5.45	2	13	10	19	13.09.2010/18.4^m/ Дж. Номен
120P/Мюллера	Май 7.1	2.48	7.88	4	12	10	18	18.10.1987/17^m/ Дж. Номен
158P/Коваля-ЛИНЕАР	Май 10.9	4.8	11.1	3	9	10	19	24.07.1979// Чарльз Коваль 12.09.2001/19.1^m/ ЛИНЕАР
C/2014 F3 (Шеппард-Трухильо)	Май 19.5	5.69	60.8	0	6	10	17	23.03.2014/23.0^m/ Скотт Шепард, Чедвик Трухильо
P/2013 O2 (ПАНСТАРРС)	Май 22.7	2.1	7.38	1	14	10	20	16.07.2013/20.6^m/ ПАНСТАРРС
201P/ЛОНЕОС	Май 26.7	1.22	6.14	3	12.7	10	15	10.09.2001/17.6^m/ ЛОНЕОС
7P/Понса-Виннеке	Май 27.1	1.23	6.31	24	10.7	10	10	12.06.1819// Жан-Луи Понс, Фридрих Виннеке
P/2016 P1 (ПАНСТАРРС)	Июнь 10.3	2.27	5.71	1	15	10	19	01.08.2016/22.1^m/ ПАНСТАРРС
P/2016 BA14 (ПАНСТАРРС)	Июнь 17.3	1.01	5.26	1	21	10	22	22.01.2016/19.6^m/ ПАНСТАРРС
P/2014 W12 (Гиббса)	Июнь 19.2	1.67	6.6	1	15	10	18	30.10.2014/18.3^m/ А. Гиббс
C/2019 F1 (АТЛАС-Африкано)	Июнь 22.8	3.6			5.5	10	13	28,29.03.2019/18.3^m/ АТЛАС, Б.Африкано
252P/ЛИНЕАР	Июль 10.9	1	5.33	3	10.7	20	12	07.04.2000/17.9^m/ ЛИНЕАР
15P/Финлея	Июль 13.5	0.99	6.56	15	8.8	20	9	26.09.1886/11^m/ Уильям Финлей
P/2014 E1 (Ларсона)	Июль 20.3	2.14	7.15	1	14	10	18	10.03.2014/16.8^m/ Стефен Ларсон
D/1977 C1 (Скифф-Косаи)	Июль 27.5	2.8	7.49	1				13.02.1977// Б.Скифф, Х.Косаи
332P/Икея-Мураками	Август 18.4	1.58	5.43	2	18	10	21	03.10.2010/8.5^m/ Каору Икея и Шигеки Мураками
106P/Шустера	Август 18.8	1.53	7.3	5	10	15	14	09.10.1977/17^m / Ганс-Эмиль Шустер

Комета	*T*	*q*	*P* годы	*N*	H_y m	*k*	m_m	Дата открытия/ звездная величина/ открыватель
193P/ЛИНЕАР–НЕАТ	Август 25.3	2.17	6.77	3	11.4	10	15	17.28.08.2001/17.3^m/ ЛИНЕАР, НЕАТ
283P/СПЕЙС-ВОТЧ	Сентябрь 8.0	2.13	8.42	3	16	10	22	08.09.1991/21.1^m/ Том Герельс
4P/Фая	Сентябрь 9.4	1.62	7.48	22	9.7	8.5	12	25.11.1843//Эрве Фай
108P/Чиффрео	Сентябрь 10.1	1.66	7.23	5	11.7	10	14	08.10.1985/10^m/ Жаклин Чиффрео
284P/ Макнот	Сентябрь 12.7	2.3	7.06	2	13	10	17	17.04.2007/16.1^m/ Роберт Макнот
6P/д'Арре	Сентябрь 17.8	1.35	6.54	20	12.4	15	14	28.06.1851// Генрих Луи д'Арре
52P/Харрингтона–Эйбелла	Октябрь 5.2	1.78	7.6	10	6.6	20.3	13	22.03.1955/17^m/ Роберт Харрингтон, Джордж Эйбелл
57P/дю Туа–Неуймина–Дельпорта	Октябрь 17.4	1.72	6.4	9	12.5	15	17	18.07.1941/10^m/ Даниэль дю Туа, Григорий Неуймин, Эжен Жозеф Дельпорт
110P/Хартли	Октябрь 18.3	2.46	6.84	5	5.5	20	15	19.02.1988/16.5^m/ Малькольм Хартли
P/2012 TK8 (Тенагра)	Октябрь 26.2	3	8.39	1	9	10	15	06.10.2012/19.7^m/ М.Шварц, П.Хольворцем
P/2015 F1 (ПАНСТАРРС)	Октябрь 27.7	2.54	6.61	1	12.5	10	18	21.03.2015/19.1^m/ ПАНСТАРРС
P/2012 S2 (Ла Сагра)	Октябрь 31.7	1.36	9.28	1	17	10	18	23.09.2012/18^m/ Ла Сагра
67P/Чурюмова–Герасименко	Ноябрь 2.1	1.21	6.42	9	9.2	7.1	8	23.10.1969/12^m/ Клим Чурюмов, Светлана Герасименко
2018 U1 Леммон	Ноябрь 3.1	4.99			5	10	15	27.10.2018/20^m/ Р.Ковальски
70P/Кодзимы	Ноябрь 3.1	2.01	7.05	8	11	15	17	27.12.1970/14^m/ Нобухиса Кодзима
132P/Хелин–Романа–Алу 2	Ноябрь 13.1	1.69	7.66	4	10.1	10	12	26.10.1989/16^m/ Элеанор Хелин, Брайан Роман, Джеффри Алу
P/2002 T5 (ЛИНЕАР)	Декабрь 15.4	3.94	18.6	1	6	10	16	05.10.2002/18.4^m/ ЛИНЕАР
221P/ЛИНЕАР	Декабрь 18.1	1.75	6.42	3	14	10	19	09.05.2002/18^m/ ЛИНЕАР

29P/Швассмана-Вахмана 1 – это единственная комета, которая радует своими вспышками блеска, и которые в последние время, похоже, стали более частыми, хотя это может отражать более интенсивные наблюдения этого объекта. Комета является целью нескольких предлагаемых на рассмотрение проектов по программе НАСА "Discovery Program" по исследованию Солнечной системы. Она относится к классу объектов под названием "Кентавры". Это небольшие ледяные тела с орбитами между орбитами Юпитера и Нептуна. Ее

орбита является исключением среди кометных орбит. Комета движется вдоль квазикруглой орбиты с эксцентриситетом $e \approx 0.044$ и большой полуосью $a \approx 6$ а.е. и расположена вблизи плоскости эклиптики между орбитами Юпитера и Сатурна. Комета является идеальной целью для наблюдений, и ее следует наблюдать при любой возможности. Она находится в соединении в марте, и в оппозиции в октябре. Комета переместилась в северную небесную полусферу и должна быть хорошо наблюдаема во второй половине года.

67P/Чурюмова-Герасименко хорошо известная и наиболее изученная комета по исследованиям космического аппарата "Розетта". Данные о характеристиках ядра кометы в настоящее время уточняются. Оно имеет неправильную форму и состоит из двух скреплённых между собою частей. Размеры этих фрагментов оцениваются как 4.1x3.2x1.3 км и 2.5x2.5x2.0 км. Такая форма связана с происхождением кометы в результате слияния двух небесных тел, которые образовались по отдельности. Комета в этом году может достичь 8-й зв. величины. Лучше всего ее наблюдать на утреннем небе, но во второй половине года обстоятельства улучшатся и с осени ее можно будет видеть в большой бинокль поздним вечером.

Таблица 2

Эфемериды комет, имеющих в максимуме блеск ярче $m_1 \sim 12^m$

Дата	α (2000.0) δ			Δ	r	E	β	m_1	h	Фаза	Видимость*		
	ч	м	с	° ′ ″	а. е.	а. е.	°	°		°	Луны	В	Н	У
4P/Фая														
Август 16	04	04	35.7	+18 50 32	1.47	1.638	80.3	37.5	12.1	30	0.54	○	●	●
Сентябрь 01	04	48	35.5	+18 49 12	1.352	1.621	85.4	38.4	11.8	33	0.34	○	●	●
Сентябрь 16	05	26	55.0	+17 54 02	1.254	1.62	91	38.3	11.6	36	0.74	○	●	●
Октябрь 01	06	00	28.7	+16 14 52	1.166	1.634	97.6	37.4	11.5	39	0.32	○	●	●
Октябрь 16	06	27	24.7	+14 05 33	1.088	1.662	105.6	35.3	11.5	43	0.79	○	●	●
Ноябрь 01	06	47	00.9	+11 35 13	1.016	1.705	116.2	31.5	11.5	47	0.2	○	●	●
Ноябрь 16	06	55	29.8	+09 25 13	0.965	1.758	128.2	26.2	11.6	50	0.9	○	●	●
Декабрь 01	06	54	17.7	+07 49 11	0.938	1.82	142.1	19.4	11.8	52	0.15	○	●	●
Декабрь 15	06	46	05.9	+07 07 11	0.946	1.886	155.5	12.5	12	49	0.85	●	●	●
67P/Чурюмова-Герасименко														
Август 29	02	53	22.3	+12 19 27	0.74	1.45	111	40.6	12	45	0.62	○	●	●
Сентябрь 13	03	45	00.6	+16 32 07	0.61	1.36	112.3	43.2	11.3	49	0.4	○	●	●
Сентябрь 28	04	45	47.8	+20 40 40	0.515	1.287	112.1	46.1	10.7	52	0.6	○	●	●
Октябрь 13	05	53	30.7	+24 02 36	0.455	1.237	111.1	48.9	10.2	53	0.49	○	●	●
Октябрь 28	07	00	43.2	+26 00 28	0.426	1.212	110.8	50	10	54	0.58	○	●	●
Ноябрь 12	07	57	40.5	+26 42 32	0.418	1.217	113.2	48.4	10	54	0.55	○	●	●
Ноябрь 27	08	37	50.6	+26 56 16	0.423	1.25	119.4	43.4	10.1	58	0.55	○	●	●
Декабрь 12	08	58	49.7	+27 24 45	0.438	1.309	129.8	35.3	10.4	64	0.6	○	●	●
Декабрь 27	09	01	36.3	+28 15 54	0.466	1.388	144	24.6	10.8	71	0.51	○	●	●

* В – вечером после захода Солнца; Н – полночь; У – под утро.

● – видно; ○ – не видно

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ МЕТЕОРОВ

Основная часть метеороидных тел является продуктами разрушения комет и астероидов. Некоторые из метеороидов попадают в земную атмосферу. *Метеоры* представляют собой световые явления и физические процессы, которые являются результатом движения метеорных тел (метеороидов) с большими скоростями в газовой атмосфере Земли. Размеры частиц, которые могут создать явление метеора, составляют от 10^{-6} м до десятков метров, а массы таких тел могут быть в пределах $10^{-6} \div 10^{7}$ г.

Диапазон скоростей метеорных тел составляет 11÷72 км/с. Метеорные явления обычно происходят на высотах 120–80 км, хотя иногда они наблюдаются на высотах больше 120 км и ниже 80 км. Если метеороиды имеют большие размеры и массы, то они могут выпасть на земную поверхность. Такие объекты называют *метеоритами*, они представляют большой научный интерес и исследуются в лабораториях.

Наблюдательные и теоретические исследования методами метеорной астрономии и метеоритики дают важную информацию о происхождении и эволюции объектов Солнечной системы.

Для наблюдательных исследований огромное значение имеет создание оснащенных на современном уровне наблюдательных баз для сбора достоверных наблюдательных данных о метеорных явлениях, компьютерная обработка и интерпретация полученной информации.

В Украине в настоящее время исследованиями по метеорной тематике занимаются в астрономических обсерваториях Киева, Одессы, Николаева. В последние годы метеорная тематика появилась и в Харькове.

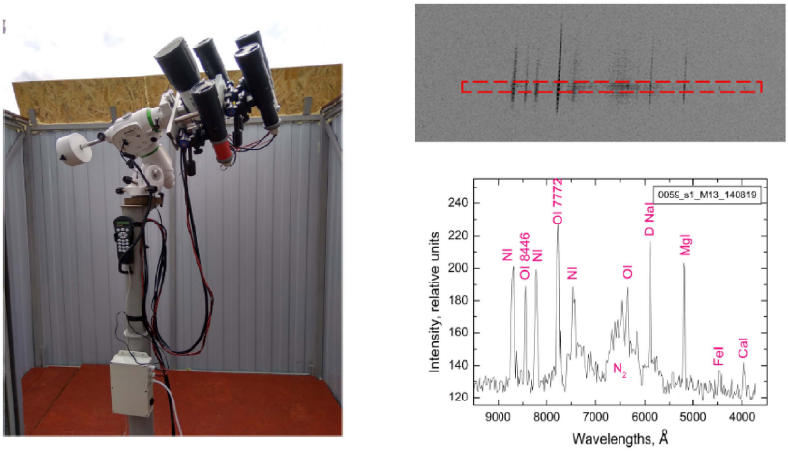


Рис. 1. Автоматический видеоспектральный метеорный патруль Чугуевской наблюдательной станции института астрономии ХНУ имени В.Н.Каразина. Инверсное изображение спектра метеора потока Персеид и его некалиброванная спектрограмма (наблюдения 13/14 августа 2019 г.).

В 2018 году в институте астрономии Харьковского национального университета имени В.Н.Каразина был спроектирован и создан наблюдательный комплекс – автоматический видеоспектральный метеорный патруль (АВСМП) для исследований кинематических и физических характеристик метеорных тел и их спектров (Рис. 1).

Одной из задач исследований является определение содержания химических элементов в телах Солнечной системы. Такие данные могут быть получены благодаря спектральному анализу излучения метеорного вещества, который позволяет определять химический состав метеороидов.

Аппаратный комплекс расширяет материальную, научную и учебную базу института астрономии. Комплекс используется в учебном процессе на кафедре астрономии и космической информатики, на практических и лабораторных занятиях, при выполнении бакалаврских и магистерских работ, развивает новейшие методы дистанционного зондирования астрономических объектов Солнечной системы.

АВСМП дает возможность проводить дистанционными методами исследования кинематических, физических и спектральных характеристик метеорных тел. Поэтому важно использовать наблюдательный комплекс на современном уровне, что позволит получать качественный наблюдательный материал. В качестве приемника излучения в харьковском метеорном патруле используются CCTV-видеокамеры, которые работают на основе CMOS-технологий. С целью комплексного изучения метеорных явлений были организованы два наблюдательных пункта. Первый пункт расположен в Харькове на территории НИИ астрономии. Второй наблюдательный пункт – на территории Чугуевской наблюдательной станции НИИ астрономии.

Одновременные наблюдения одного и того же метеорного явления с двух или больше пунктов дают возможность определить основные кинематические параметры метеороида (линейную высоту, скорость, элементы гелиоцентрической орбиты и др.). Геодезические координаты пунктов наблюдений определялись с помощью GPS-навигаторов: "Харьков" – широта места $\varphi = 50°0'9.94"$ N, долгота места $\lambda = 36°13'48.67"$ E, высота места над уровнем моря 141 м; "Чугуевская наблюдательная станция" – широта места $\varphi = 49°38'28.61"$ N, долгота места $\lambda = 36°56'8.62"$ E, высота места над уровнем моря 154 м.

Расстояние между пунктами наблюдений составляет 64.76 км. Этого достаточно для надежного получения кинематических параметров и элементов гелиоцентрической орбиты зафиксированных метеорных частиц.

Как пример, рис. 2 и рис. 3 содержат изображения яркого метеора и его спектра, который наблюдался 21 ноября 2019 года в $21^h02^m54^s$ всемирного времени (UT). Метеороид принадлежит метеорному потоку Южных Таурид (#J5_sTa). Продолжительность метеорного явления составляет больше 1.7 сек. Наблюдалось не менее трёх вспышек яркости метеора, а также, конечная вспышка яркости, которая является предметом исследований физических причин этого явления.

Спектральная камера метеорного патруля обеспечивает получение спектров в диапазоне длин волн 350–1000 нм з обратной линейной дисперсией первого порядка спектра 1.6 нм/пиксел. Временная разрешающая способность наблюдений составляет 20 мс. Одновременные наблюдения одного и того же ме-

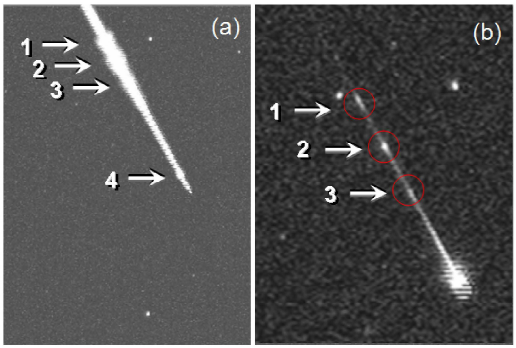


Рис. 2. (a) – Вспышки (1-3) яркости метеора M20191121_210256 (суммированное изображение). 4 – конечная вспышка; (b) – послесвечение в точках вспышек яркости метеора (фрагмент кадра). 21 ноября 2019 года $21^h02^m54^s$ UT. Метеороид метеорного потока Южные Тауриды (#J5_sTa). АВСМП, Чугуевская наблюдательная станция НИИ астрономии ХНУ имени В.Н.Каразина.

теора с помощью видеокамер, расположенных в корреспондирующих пунктах на достаточно большом расстоянии одна от другой (базисные наблюдения), дают возможность получить кинематические характеристики метеорных тел: скорость, высоту, элементы гелиоцентрической орбиты и др.

Особенности и классификация метеорных спектров. Известно, что средний промежуток времени между двумя проникновениями космических частиц массами 10^{-2} г в атмосферу нашей планеты составляет $7.2 \cdot 10^{-3}$ с. Это приблизительно 140 частиц за секунду. То есть происходит непрерывное взаимодействие метеорного вещества с атмосферой Земли. Благодаря этому мы имеем возможность исследовать структуру, определить физические параметры и изучать химический состав межпланетной материи.

Впервые спектр метеора наблюдал визуально Александр Стюарт Гершель 18 января 1864 года с помощью бинокуляра, оборудованного призмами. Так были начаты визуальные наблюдения метеорных спектров. Они проводились с

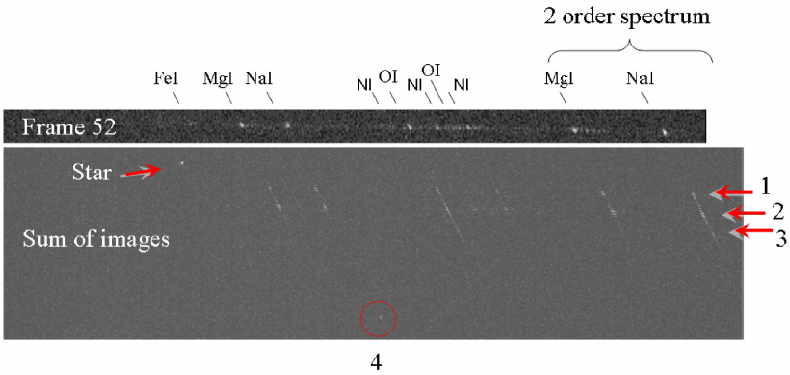


Рис. 3. Комбинированное (внизу) изображение спектра яркого метеора M20191121_210256. Вспышки яркости (1-3) спектральных линий метеора, 4 – конечная вспышка D-линии натрия; Показано фрагмент 52 кадра видеоизображения спектра метеора. Отмечены наиболее яркие спектральные линии.

использованием спектроскопов прямого обзора. Дисперсионным прибором была оптическая призма. Визуальной спектроскопией метеоров занимались Джон Браунинг, П.А.Секки, Николас фон Конколи. Результаты первых визуальных наблюдений показали, что спектры метеоров состоят из эмиссионных линий. Это подтверждало то, что в метеорах светятся пары и газы, а не твердое или жидкое тело. В спектрах ярких метеоров наблюдалось больше эмиссионных линий, чем у слабых, их идентификацию проводили по цвету. Оранжевую линию λ5893Å, которая наблюдалась в большинстве метеорных спектров, отождествляли с натрием, зеленую линию λ5173Å – с магнием. Вблизи линии лития λ6708Å часто замечали две красные линии, а рядом с ними, а иногда и отдельно, еще две неизвестные зеленые линии. Кроме этого в спектрах содержалось много других линий, которые идентифицировать во время визуальных наблюдений метеоров было сложно и требовало знаний в атомной спектроскопии. Вместе с эмиссионным спектром иногда наблюдался непрерывный спектр "ядра".

Более широкие возможности появились в области исследования метеорных явлений благодаря фотографическому методу наблюдений. Первая фотография метеорного спектра была случайно получена 18 июня 1897 году в Ареквипе, в южном отделении Гарвардской обсерватории. Спектр на снимке обнаружила В.Ф.Флеминг. Он содержал шесть линий, что вначале ошибочно приписали водороду.

Первым, кто детально исследовал спектры метеоров, был русский и советский астроном С.Н.Блажко. Фотографирование метеорных спектров проводилось в московской обсерватории. 11 мая 1904 года Блажко зафиксировал на фотопластинке свой первый спектр метеора. Ему принадлежит отождествление эмиссионных линий CaII (H и K), Mg (λ3836Å), K (λ4046Å) и Ca (λ4237Å). Продолжил фотографирование метеорных спектров В.В. Федынский. В дальнейшем спектральные исследования метеоров проводились на метеорном патруле Сталинабадской обсерватории (Таджикистан), в Симферополе под руководством В.В.Мартыненко и К.А.Любарского в Ашхабаде.

Систематическое фотографирование метеорных спектров было начато в ноябре-декабре 1931 года в Гарвардской обсерватории по инициативе П.Миллмана. Наблюдения проводились также на метеорных обсерваториях Минуки и Ньюбрук, Канадского астрономического сообщества в Регини, Национального исследовательского совета в Спрингхилле (Канада), в Блаирсдене (США) под руководством Дж.Рассела. Для получения метеорных спектров начали использовать реплики дифракционных решеток.

В 1953 году спектральные наблюдения метеоров были начаты в Чехословакии. Заслуга в этом принадлежит З.Цеплехе и Я.Райхлю. С 1969 года спектры метеоров начали получать на станции в Додайра в Японии.

В Украине центром наблюдений и исследований метеорных явлений в целом и метеорных спектров частности, была Одесская астрономическая обсерватория. Здесь исследования метеорных спектров было начато Е.Н.Крамером и В.А.Смирновым в 1951 году. С 60-х годов получил распространение телевизионный метод получения спектров метеоров.

В последнее время много усилий ученых сконцентрировано на усовершенствовании технических способов наблюдений и методик получения и обработки метеорных спектров. Продолжаются исследования спектров метеоров

в Чехии (И.Боровичка, П.Спурный, П.Котен, Й.Бочек), США (П.Дженискенс и др.), Японии (Т.Касуга и др.), Испании (Дж.М.Мадиэдо, Дж.М.Триго-Родригес и др.), а также группами ученых в Италии, Канаде и Словакии.

В конце XIX века А.С.Гершель впервые случайно наблюдал спектр метеора, что вызвало у него интерес к исследованию метеорных явлений, и, как следствие, организация визуальных наблюдений. Несмотря на то, что визуальные наблюдения метеоров чрезвычайно сложные, А.С.Гершель, а потом А.Секки, Д.Браунинг, Н.Конколи, проведя целые серии таких наблюдений, зарегистрировали большое количество спектров и точно отождествили в них желтую D-линию натрия и зеленый триплет магния, а также многочисленные линии в синефиолетовой части спектра. Инициатор первой программы спектрографирования метеоров С.М.Блажко, вероятно, отождествил линии нейтрального кальция, ионизованного дублета кальция H и K CaII и нейтрального магния.

До 1940 года по результатам систематических наблюдений под руководством П.Миллмана в США и Канаде, в фотографических спектрах метеоров отождествлено и установлено наличие таких химических элементов, как Si, Al, Ca, Cr, Mg, Fe, Ni, Na, Mn. Анализ наблюдений позволил П.Миллману разработать классификацию фотографических метеорных спектров, которая кроме описания спектра имеет еще и некоторый определенный физический смысл. Результаты фотографических наблюдений спектров метеоров показали, что тип спектра, а следовательно, и химический состав метеороидов, связан с потоком, к которому они принадлежат.

С. Мухамедназаров получил длины волн молекулярных полос N_2, FeO, CN, а также полос азота N_2. Кохирова Г.И. отождествила линии MgI, FeI, NaI, CaI, OI, NI, AlI, CaII, FeII.

Когда метеороид входит в атмосферу Земли с космической скоростью, он взаимодействует с атмосферой и начинает быстро нагреваться за счет столкновений с молекулами воздуха, что приводит к испарению его поверхности. Эффективная температура возбуждения в метеорной коме может достигать для разных химических элементов 1500-12000 K. Например, атомы Mg и Ca, эмиссии которых являются одними из самых распространенных в спектрах метеоров, имеют температуры ионизации 1600-7000 K. Метеорная кома представляют собой газовую оболочку из смеси воздуха и метеорных паров вокруг метеороида, в которых формируется излучение метеора. В результате ионизации и диссоциации частиц газа под влиянием взаимных столкновений с молекулами окружающей атмосферы образуется метеорная плазма. Хотя плазма сначала горячая и плотная, она постепенно диффундирует в окружающем воздухе и быстро охлаждается. Свечение метеора происходит в основном от метеорной плазмы на ранней стадии диффузии. Продолжительность метеорного свечения, как правило, очень короткая. Именно это свечение приводит к возникновению эмиссионного спектра, который состоит из многих атомных и молекулярных эмиссионных линий, которые дают информацию о химическом составе метеорного тела.

Исследование спектров метеоров показало, что иногда очень сложно отличить какие линии в спектре возникают от вещества самого метеора, а какие от свечения окружающей атмосферы. Тем не менее, изучение нескольких тысяч метеорных спектров позволило выявить в них линии следующих химических элементов:

– *нейтральные атомы*: FeI (329), CrI (65), NiI (54), CoI (48), TiI (38), OI (32), CaI (27), NI (18), MnI (18), MgI (12), NaI (11), CI (6), SiI (5), BaI (2), HI (1), AlI (1), LiI (l), KI (1), SrI (1), MoI (1);

– *ионы*: FeII (23), OII (17), NII (16), AlII (12), CrII (8), SiII (5), CaII (4), MgII (4), TiII (2), SrII (1), BaII (1);

– *молекулы*: N_2, CN, FeO, C_2, CH, MgO, CaO, AlO;

– *молекулярный ион*: N_2^+.

В скобках, после обозначения каждого атома или иона, указано число отождествленных мультиплетов (чаще всего эта пара или тройка близко расположенных линий одного химического элемента, хотя мультиплет может состоять из одной или более, чем три линий). Молекулы расположены в порядке увеличения интенсивности их излучения. Это не относится к атомам и ионам, поскольку большое число линий еще не обеспечивает сильного излучения.

Некоторые термины в метеорной астрономии. В метеорной астрономии существуют следующие термины:

Метеороид – небольшое твердое небесное тело, которое движется в межпланетном пространстве. Согласно с определением Международного астрономического союза (МАС), метеороид – это твердый объект, который движется в межпланетном пространстве, размером значительно меньше, чем астероид, но значительно больше, чем атом. Британское королевское астрономическое сообщество выдвинуло другую формулировку, согласно которой метеороид – это тело диаметром от 100 мкм до 10 м.

Метеор (др.-греч. μετέωρος, "небесный"), "звезда", которая "падает", – явление, которое возникает при сгорании в атмосфере Земли мелких метеорных тел (например, осколков комет или астероидов).

Метеорный поток – совокупность метеоров, порожденных вторжением в атмосферу Земли роя метеорных тел.

Радиант (от лат. radians, род. п. лат. radiantis – излучающий) – область небесной сферы, кажущаяся источником метеоров, которые наблюдаются при встрече Земли с роем метеорных тел, движущихся вокруг Солнца по общей орбите.

Метеорный рой – группа сравнительно небольших твердых тел, которые образуются в результате распада комет, и движутся вокруг Солнца почти по одинаковым орбитам. Когда Земля во время своего движения по орбите пересекает метеорный рой, наблюдается метеорный поток.

Литература

1. Астапович И. С. Метеорные явления в атмосфере Земли / И. С. Астапович. – М.: Государственное изд-во физ.-мат. литературы. – 1958. – 640 с.

2. Бронштэн В. А. Физика метеорных явлений / В. А. Бронштэн. – М.: Наука, Главная редакция физ.-мат. литературы. – 1981. – 416 с.

3. Горбанев Ю. М. Украинская метеорная оптическая сеть / Ю. М. Горбанев, Е. Ф. Князькова, А. В. Шульга, Н. А. Куличенко, П. Н. Козак, А. М. Мозговая, А. В. Голубаев // Радиотехника. – 2016. – №. 185. – С. 5-8.

4. Катасев Л. А. Фотографические методы метеорной астрономии / Л. А. Катасев. – М.: Гос. изд. тех.-теор. лит. – 1957. – 180 с.

5. Смирнов В. А. Спектры кратковременных световых явлений: Метеоры / В. А. Смирнов. – М.: Физматлит. – 1994. – 208 с.

Таблица ежегодных метеорных потоков

α, δ, υ_∞ – заатмосферные прямое восхождение, склонение радианта и скорость; ZHR – зенитное часовое число; долгота Солнца – для максимума активности потока

Метеорный поток, № в ADC, Аббревиатура	Активность	Макс. актив.		Радиант		υ_∞,	ZHR
		дата	долгота Солнца	α °	δ °	км/с	
Quadrantids (010 QUA)	Дек 28 – Янв 12	Янв 03	283.15	230	+49	41	110
γ-Ursae Minorids (404 GUM)	Янв 10 – Янв 22	Янв 19	298.00	228	+67	31	3
α-Centaurids (102 ACE)	Янв 31 – Фев 20	Фев 08	319.20	210	-59	58	6
γ-Normids (118 GNO)	Фев 25 – Мар 28	Мар 14	354.00	239	-50	56	6
Lyrids (006 LYR)	Апр 14 – Апр 30	Апр 22	32.32	271	+34	49	18
π-Puppids (137 PPU)	Апр 15 – Апр 28	Апр 23	33.50	110	-45	18	вар
η-Aquariids (031 ETA)	Апр 19 – Май 28	Май 05	45.50	338	-01	66	50
η-Lyrids (145 ELY)	Май 03 – Май 14	Май 08	48.00	287	+44	43	3
Dayt. Arietids (171 ARI)	Май 14 – Июн 24	Июн 07	76.60	44	+24	38	30
June Bootids (170 JBO)	Июн 22 – Июл 02	Июн 27	95.70	224	+48	18	вар
Piscis Austr. (183 PAU)	Июл 15 – Авг 10	Июл 29	125.00	341	-30	35	5
S. δ-Aquariids (005 SDA)	Июл 12 – Авг 23	Июл 30	127.00	340	-16	41	25
α-Capricornids (001 CAP)	Июл 03 – Авг 15	Июл 30	127.00	307	-10	23	5
Perseids (007 PER)	Июл 17 – Авг 24	Авг 12	140.00	48	+58	59	110
κ-Cygnids (012 KCG)	Авг 03 – Авг 25	Авг 17	145.00	286	+59	25	3
Aurigids (206 AUR)	Авг 28 – Сен 05	Сен 01	158.60	91	+39	66	6
Sep. ε-Perseids (208 SPE)	Сен 05 – Сен 21	Сен 09	166.70	48	+40	64	5
Dayt. Sextantids (221 DSX)	Сен 09 – Окт 09	Сен 27	184.30	152	+00	32	5
Oct.Camelopard. (281 OCT)	Окт 05 – Окт 06	Окт 05	192.58	164	+79	47	5
Draconids (009 DRA)	Окт 06 – Окт 10	Окт 08	195.40	262	+54	20	10
S. Taurids (002 STA)	Сен 10 – Ноя 20	Окт 10	197.00	32	+09	27	5
δ-Aurigids (224 DAU)	Окт 10 – Окт 18	Окт 11	198.00	84	+44	64	2
ε-Geminids (023 EGE)	Окт 14 – Окт 27	Окт 18	205.00	102	+27	70	3
Orionids (008 ORI)	Окт 02 – Ноя 07	Окт 21	208.00	95	+16	66	20
Leonis Minorids (022 LMI)	Окт 19 – Окт 27	Окт 24	211.00	162	+37	62	2
N. Taurids (017 NTA)	Окт 20 – Дек 10	Ноя 12	230.00	58	+22	29	5
Leonids (013 LEO)	Ноя 06 – Ноя 30	Ноя 17	235.27	152	+22	71	15
α-Monocerotids (246 AMO)	Ноя 15 – Ноя 25	Ноя 21	239.32	117	+01	65	вар
Nov. Orionids (250 NOO)	Ноя 13 – Дек 06	Ноя 28	246.00	91	+16	44	3
Phoenicids (254 PHO)	Ноя 22 – Дек 09	Дек 02	250.00	18	-53	18	вар
Puppid-Velids (301 PUP)	Дек 01 – Дек 15	Дек 07	255.00	123	-45	40	10
Monocerotids (019 MON)	Дек 05 – Дек 20	Дек 09	257.00	100	+08	41	2
σ-Hydrids (016 HYD)	Дек 03 – Дек 15	Дек 09	257.00	127	+02	58	3
Geminids (004 GEM)	Дек 04 – Дек 17	Дек 14	262.20	112	+33	35	140
Comae Berenic. (020 COM)	Дек 12 – Дек 23	Дек 16	264.00	175	+18	65	3
Dec. Leonis Min. (032 DLM)	Дек 05 – Фев 04	Дек 19	268.00	161	+30	64	5
Ursids (015 URS)	Дек 17 – Дек 26	Дек 22	270.70	217	+76	33	10

6. Електронний ресурс // Kramida, A., Ralchenko, Yu., Reader, J., and NIST ASD Team (2020). NIST Atomic Spectra Database (ver. 5.8), [Online]. Available: https://physics.nist.gov/asd [2020, November 15]. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. DOI: https://doi.org/10.18434/T4W30F

7. Голубаєв О.В. Кінематичні та фізичні характеристики метеорних тіл з радіантами поблизу Сонця за даними наземних телевізійних спостережень. Дисерт. на здобуття наук. ступ. канд. фіз.-мат. наук за спеціальністю 05.07.12 – Дистанційні аерокосмічні дослідження.: http://svrada.nau.edu.ua/2017.06.27_Golubaev/Дисертація_Голубаєва.pdf

8. Harrison M. K. Astronomical spectroscopy for amateurs / M. K. Harrison // Patrick Moore's Practical Astronomy Series. Springer (DOI 10.1007/978-1-4419-7239-2). – 2011. – P. 242.

ЯРКИЕ ЗВЕЗДЫ

В начале 2020 года весь мир облетела сенсация – Бетельгейзе, одна из ярчайших звезд на небе – стала стремительно уменьшать свой блеск. Эта красная звезда-сверхгигант действительно приближается к концу своей жизни, она сейчас настолько раздута, что ее диаметр составляет 1,2 миллиарда километров. Если бы Бетельгейзе была на месте нашего Солнца, ее размеры бы простирались до орбиты Юпитера. По космологическим стандартам она скоро станет сверхновой, то есть взорвется ослепительной вспышкой невероятной мощности. Но это произойдет нескоро. А пока познакомимся с основными представлениями о свойствах и жизненном пути этих интересных объектов.

Невооруженным глазом на небе можно наблюдать примерно 6000 самых ярких звезд ночного неба (из них половина находится под горизонтом и не видна в данный момент). Самые яркие звезды у каждого народа получили свои имена. Многие из ныне употребляющихся, например, Альдебаран, Алголь, Денеб, Ригель и др., имеют арабское происхождение; культура арабов послужила мостом через интеллектуальную пропасть, отделяющую падение Рима от эпохи Возрождения. В прекрасно иллюстрированной "Уранометрии" немецкого астронома И. Байера (1572-1625), где изображены созвездия и связанные с их названиями легендарные фигуры, звезды были впервые обозначены буквами греческого алфавита приблизительно в порядке убывания их блеска. Полное обозначение звезды состояло из упомянутой буквы и латинского названия созвездия. Например, Сириус – ярчайшая звезда в созвездии Большого Пса (Canis Major), поэтому его обозначают как α Canis Majoris, или сокращенно α CMa; Алголь – вторая по блеску звезда в Персее обозначается как β Persei, или β Per. На современных картах звездного неба обычно нанесены древние собственные имена ярких звезд и греческие буквы.

Блеск звезд выражают в особых, исторически сложившихся "звездных величинах". Происхождение этой системы связано с особенностью нашего зрения: если сила источника света изменяется в геометрической прогрессии, то наше ощущение от него – лишь в арифметической. Греческий астроном Гиппарх (до 161 – после 126 до н.э.) разделил все видимые глазом звезды на 6 классов по блеску. Самые яркие он назвал звездами 1-й величины, а самые слабые – 6-й. Позже измерения показали, что поток света от звезд 1-й величины примерно в 100 раз больше, чем от звезд 6-й величины по Гиппарху. Для определенности решили, что различие на 5 звездных величин в точности соответствует отношению потоков света 1:100. Тогда звезда 1-й звездной величины в 2.512 раза ярче звезды 2-й величины, которая, в свою очередь, в 2.512 раза ярче звезды 3-й величины, и т.д. Для сравнения, максимальный блеск тел Солнечной системы: Луна (-12.92), Венера (-4.89), Юпитер (-2.94), Марс (-2.91), Меркурий (-2.45), Сатурн (-0.49).

Ярчайшая звезда всего неба Сириус – это двойная звезда, которая состоит из звезды спектрального класса А1 и белого карлика (Сириус Б). Вторую звезду невооруженным глазом вы увидеть не сможете. Обе звезды вращаются вокруг единого центра с периодом примерно 50 лет. Сириус А примерно в два раза больше нашего Солнца, а спутник – в 100 раз меньше. Существует африканское племя догонов, которое поклоняется Сириусу. Но удивительно не это.

Африканцы, которые не знали письменности, знали о существовании Сириуса Б задолго до его открытия в середине XIX века. Откуда примитивное африканское племя получило всю эту информацию – загадка.

Для сравнения звезд по их истинной светимости используют "абсолютную звездную величину", которая определяется как видимая звездная величина, которую имела бы данная звезда, если поместить ее на стандартном расстоянии от Земли в 10 пк.

Звездными величинами можно описывать излучение звезды в различных диапазонах спектра. Например, визуальная величина (V) выражает блеск звезды в желто-зеленой области спектра, B – в голубой (Blue), и т.п. Разность между этими величинами называют "показателем цвета" (например, B-V), он тесно связан с температурой и спектром звезды.

Звезды имеют самые разные цвета. У Арктура желто-оранжевый оттенок, Ригель бело-голубой, Антарес ярко-красный. Доминирующий цвет в спектре звезды зависит от температуры ее поверхности. Газовая оболочка звезды ведет себя почти как идеальный излучатель (абсолютно черное тело) и вполне подчиняется классическим законам излучения М.Планка (1858-1947), Й.Стефана (1835-1893), Л. Больцмана (1844-1906) и В. Вина (1864-1928), связывающим температуру тела и характер его излучения. Закон Планка описывает распределение энергии в спектре тела. Он указывает, что с ростом температуры повышается полный поток излучения, а максимум в спектре сдвигается в сторону коротких волн. Длина волны (в сантиметрах), на которую приходится максимум излучения, определяется законом Вина: $\lambda_{max} = 0{,}29/T$. Именно этот закон объясняет красный цвет Бетельгейзе (T = 3500 K) и голубоватый цвет Ригеля (T = 18000 K). Закон Стефана–Больцмана дает полный поток излучения на всех длинах волн (в ваттах с квадратного метра): $E = 5.67 \cdot 10^{-8} T^4$, то есть поток пропорционален температуре в четвертой степени!

Изучение звездных спектров – это фундамент современной астрофизики. По спектру можно определить химический состав, температуру, газовое давление и скорость движения газа в атмосфере звезды. По доплеровскому смещению линий измеряют скорость движения самой звезды, например, по орбите в двойной системе. В спектрах большинства звезд видны линии поглощения, т.е. узкие разрывы в непрерывном распределении излучения. Их называют также фраунгоферовыми или абсорбционными линиями. Они образуются в спектре потому, что излучение горячих нижних слоев атмосферы звезды, проходя сквозь более холодные верхние слои, поглощается на некоторых длинах волн, характерных для определенных атомов и молекул. Спектры поглощения звезд сильно различаются; однако интенсивность линий какого-либо химического элемента далеко не всегда отражает его истинное количество в атмосфере звезды: в значительно большей степени вид спектра зависит от температуры звездной поверхности. Например, атомы железа есть в атмосфере большинства звезд. Однако линии нейтрального железа отсутствуют в спектрах горячих звезд, поскольку все атомы железа там ионизованы. Водород – это главный компонент всех звезд. Но оптические линии водорода не видны в спектрах холодных звезд, где он недостаточно возбужден, и в спектрах очень горячих звезд, где он полностью ионизован. Зато в спектрах умеренно горячих звезд с температурой поверхности около 10 000 K самые мощные линии поглощения – это линии бальме-

ровской серии водорода, образующиеся при переходах атомов со второго энергетического уровня. Давление газа в атмосфере звезды также имеет некоторое влияние на спектр. При одинаковой температуре линии ионизованных атомов сильнее в атмосферах с низким давлением, поскольку там эти атомы реже захватывают электроны и, следовательно, дольше живут.

Все разнообразие звездных спектров можно уложить в логичную систему. Гарвардская спектральная классификация впервые была представлена в Каталоге звездных спектров Генри Дрэпера, подготовленного под руководством Э. Пикеринга (1846-1919). Сначала спектры были расставлены по интенсивности линий и обозначены буквами в алфавитном порядке. Но развитая позже физическая теория спектров позволила расположить их в температурную последовательность. Буквенное обозначение спектров не изменили, и теперь порядок основных спектральных классов от горячих к холодным звездам выглядит так: O B A F G K M. Дополнительными классами R, N и S обозначены спектры, похожие на K и M, но с иным химическим составом. Между каждыми двумя классами введены подклассы, обозначенные цифрами от 0 до 9. Например, спектр типа A5 находится посередине между A0 и F0. Дополнительными буквами иногда отмечают особенности звезд: "d" – карлик, "D" – белый карлик, "p" – пекулярный (необычный) спектр. Наиболее точную спектральную классификацию представляет система МК, созданная У.Морганом и Ф.Кинаном в Йеркской обсерватории. Это двумерная система, в которой спектры расставлены как по температуре, так и по светимости звезд. Ее преемственность с одномерной Гарвардской классификацией в том, что температурная последовательность выражена теми же буквами и цифрами (A3, K5, G2 и т.д.). Но дополнительно введены классы светимости, отмеченные римскими цифрами: Ia, Ib, II, III, IV, V и VI, соответственно указывающие на яркие сверхгиганты, сверхгиганты, яркие гиганты, нормальные гиганты, субгиганты, карлики (звезды главной последовательности) и субкарлики. Например, обозначение G2 V относится к звезде типа Солнца, а обозначение G2 III показывает, что это нормальный гигант с температурой примерно как у Солнца.

В 1905-1913 гг. Э. Герцшпрунг в Дании и Г. Рессел в США независимо нашли эмпирическую связь между температурой (спектральным классом) и светимостью звезд. Они обнаружили, что большинство звезд лежит вдоль широкой полосы на диаграмме температура – светимость. Эта полоса, названная "главной последовательностью", проходит от верхнего левого угла диаграммы, где находятся горячие и яркие O и B звезды, к правому нижнему углу, населенному холодными и тусклыми K и M карликами. На диаграмме Герцшпрунга – Рессела обнаружилась и вторая последовательность – ветвь гигантов, широкой полосой отходящая от середины главной последовательности (класс G, абсолютная звездная величина +1) почти перпендикулярно ей в сторону верхнего правого угла диаграммы (класс M, абсолютная величина -1). На ветви гигантов лежат звезды большого размера и довольно высокой светимости, в отличие от карликов, населяющих главную последовательность. Они разделены "провалом Герцшпрунга".

Ближайшая к нам звезда – Солнце, до него около 150 млн км. Ближайшая к Солнцу яркая звезда – α Кентавра, которую можно увидеть только южнее Северного тропика, до нее 42 000 млрд км. Но еще чуть ближе к нам расположен ее невидимый глазом спутник класса M5, звезда Проксима ("ближайшая") Кентавра. Она вращается вокруг α Кентавра и делает полный оборот за 55 тыс. лет. А

около самой Проксимы недавно обнаружили планету примерно земной массы и температуры, на которой вполне могла бы существовать жизнь земного типа. Но позже выяснилось, что на самой Проксиме наблюдаются такие мощные звездные вспышки, что их воздействие вполне способно уничтожить жизнь на этой планете. Всего лишь вдвое дальше Проксимы расположен Сириус, ярчайшая звезда нашего неба. Поскольку расстояния до звезд так велики, их неудобно измерять в километрах. Лучше использовать специальные единицы; например, в научно-популярной литературе часто используют "световой год", т.е. расстояние, которое луч света проходит со скоростью около 300 000 км/с за год; это около 9460 млрд км. Расстояние до Проксимы 4.3 св. года, а до Сириуса около 8.7 св. года.

Базовым методом определения расстояний до звезд служит метод тригонометрических параллаксов. Метод параллакса основан на измерении видимого смещения близких звезд на фоне более далеких при наблюдении из разных точек орбиты Земли. Чем ближе звезда, тем больше ее угловое смещение. Параллаксом звезды называют угол, под которым от нее виден радиус земной орбиты, равный 1 астрономической единице (а.е.), или 150 млн км. Это чисто геометрический и поэтому очень надежный метод. Расстояния до них служат фундаментом при определении спектральными методами расстояний до более далеких звезд. Наибольший параллакс (0,762") имеет Проксима Кентавра. На основе тригонометрических параллаксов астрономы ввели единицу длины "парсек" (пк) – расстояние до звезды, параллакс которой равен 1"; 1 пк = 3.26 св. года. Наименьшие параллаксы, которые удается сейчас достаточно надежно измерять с помощью космического аппарата GAIA, составляют всего 0,001"; это соответствует расстоянию в 1000 пк или 3300 св. лет. GAIA позволил определить надежные расстояния и скорости движения для миллионов звезд нашей Галактики.

Полную мощность излучения звезды во всем диапазоне электромагнитного спектра называют истинной или болометрической "светимостью". Например, светимость Солнца $3.86 \cdot 10^{26}$ Вт. Чем больше масса нормальной звезды, тем выше ее светимость; она возрастает примерно как куб массы. Это соотношение масса-светимость сначала было найдено из наблюдений, а позже получило теоретическое обоснование.

Около половины всех звезд входит в состав двойных и более сложных систем. Центр масс такой системы движется по орбите вокруг центра Галактики, а отдельные звезды обращаются вокруг центра масс системы. Определив орбиту каждого из компонентов двойной системы, из законов небесной механики можно легко найти отношение их масс.

Благодаря "космическим охотникам" вроде телескопа "Кеплер" было обнаружено более 4 тысяч планет в нашей галактике Млечный Путь (их называют экзопланетами). Как правило, все они располагаются в галактической плоскости. Недавно ученые заявили, что открыли первую планету LHS 1815b, нарушающую устоявшийся принцип – она находится за пределами галактического диска. В последнее время найдены планеты, похожие на нашу Землю. В ближайшие 10 лет ученые планируют найти доказательства существования внеземной жизни на отдельных планетах. Большинство похожих на Землю экзопланет сформировались за последние шесть миллиардов лет. В Млечном Пути могут существовать 1.4 миллиарда похожих на Землю планет, то есть примерно у 0.7% звезд Млечного Пути в зоне обитаемости могут присутствовать экзопланеты земного типа (то есть похожие на Землю небесные тела, где

может существовать жидкая вода). В атмосфере некоторых экзопланет уже обнаружены следы водяного пара. А планета Кеплер-16b вращается вокруг двух звезд! Эта планета находится на расстоянии 200 световых лет от Земли, ее масса сравнима с массой Сатурна. Планета вращается вокруг двух звезд, которые уступают по размеру нашему Солнцу, а эти звезды, в свою очередь вращаются вокруг друг друга по вытянутой орбите.

Источники энергии звезд. Когда теория Эйнштейна возвестила об эквивалентности массы (m) и энергии (E), связанных соотношением $E = mc^2$, где c – скорость света, стало ясно, что для поддержания излучения Солнца с мощностью $4 \cdot 10^{26}$ Вт необходимо ежесекундно превращать в излучение 4.5 млн тонн его массы. По земным меркам эта величина выглядит большой, но для Солнца, имеющего массу $2 \cdot 10^{27}$ т, такая потеря остается незаметной в течение миллиардов лет. Излучение звезд поддерживается в основном за счет двух типов термоядерных реакций. У массивных звезд это реакции углерод-азотного цикла, а у маломассивных звезд типа Солнца это протон-протонные реакции. В первых углерод играет роль катализатора: сам не расходуется, но способствует превращению других элементов, в результате чего 4 ядра водорода объединяются в одно ядро гелия. Выраженные в атомных единицах, массы ядер водорода и гелия составляют соответственно 1.00813 и 4.00389. Четыре водородных ядра (т.е. протона) имеют массу 4.03252 и, следовательно, на 0.02863 а.е., или на 0.7% превосходят массу ядра гелия. Эта разница превращается в энергичные гамма-кванты, которые, много раз поглощаясь и излучаясь, постепенно просачиваются к поверхности звезды и покидают ее в виде света. Похожие трансформации вещества происходят и в протон-протонной реакции.

Как видим, звезда – это природная установка для управляемых термоядерных реакций. Пока в звезде протекают протон-протонная реакция или углерод-азотный цикл, она находится на главной последовательности, где проводит основную часть жизни. Позже, когда у звезды образуется гелиевое ядро и температура в нем повысится, происходит "гелиевая вспышка", т.е. начинаются реакции превращения гелия в более тяжелые элементы, также приводящие к выделению энергии.

Звезда начинает свою жизнь как холодное разреженное облако межзвездного газа, сжимающееся под действием собственного тяготения. При сжатии энергия гравитации переходит в тепло, и температура газовой глобулы возрастает. Сжатие звезды приводит к повышению температуры в ее ядре; когда она достигает нескольких миллионов градусов, начинаются термоядерные реакции, и сжатие прекращается. В таком состоянии звезда пребывает большую часть своей жизни, находясь на главной последовательности диаграммы Герцшпрунга – Рессела, пока не закончатся запасы топлива в ее ядре. Когда в центре звезды весь водород превратится в гелий, термоядерное горение водорода продолжается на периферии гелиевого ядра. В заключение укажем, что возраст Солнца около 5 млрд лет, и в настоящее время оно находится в середине своего эволюционного пути. Но, если бы исходная масса Солнца была всего вдвое выше, то его эволюция уже давно закончилась бы, и жизнь на Земле так и не успела бы достигнуть своей вершины в образе человека.

Земля вращается вокруг своей оси, которая направлена почти точно на довольно-таки яркую звезду – Полярную. Если Вы пойдете по направлению этой звезды, Вы непременно попадете на Северный полюс. Полярную легко найти по всем известному созвездию Большой Медведицы в виде ковша, которое в

наших широтах видно на протяжении всего года. Интересно, что Полярная на самом деле является уникальной звездой – это цефеида с периодом пульсации около 4 дней. Амплитуда ее пульсаций постепенно уменьшалась на протяжении более 100 лет наблюдений, а в последние лет 20 она постепенно увеличивается.

Особая роль Полярной звезды является временной. Ее положение, как и остальных звезд меняется с течением времени из-за прецессионного движения земной оси. Это движение обусловлено наклоном оси вращения к плоскости орбиты Земли вокруг Солнца (угол наклона 66.5°). Вспомните или посмотрите, как движется ось вращения у юлы. Ось юлы описывает косунообразное движение. Такое же, только очень медленнное, движение совершает земная ось (полный оборот происходит примерно за 26 000 лет). Это стало известно благодаря Гиппарху. Ось вращения Земли была в направлении звезды α Dra около 5000 лет, β UMi около 3000 лет тому назад. Собственное имя звезды β UMi – Кохаб аль Шемали, что означает "полуночная звезда". Через 12 000 лет Северный полюс мира будет находиться вблизи α Lyr. Для нас важно, что в результате прецессии происходит изменение точки весеннего равноденствия и, следовательно, меняются экваториальные координаты всех звезд. Кроме того, в результате прецессии медленно изменяется вид звездного неба.

В таблице ниже даны координаты звезд до 3 звездной величины (прямое восхождение α_{2000} и склонение δ_{2000}) на 2000 год со склонениями до -30°. Также приведены звездная величина (V), показатели цвета (B-V и U-B), расстояние до звезды в световых годах – *r*, спектральный класс и класс светимости с индексами, указывающими на особенности в спектре: e – эмиссии, p – пекулярности, a – абсорбции, m – металличность.

Список ярких звезд с их фотометрическими и спектральными характеристиками и расстояниями до них

Имя звезды	Название звезды	α (2000.0)	δ	V	B-V	U-B	*r*	Спектр
Сиррах	α And	0ч 08м 23.3с	29° 05′ 26″	2.06	–0.11	–0.10	105	B8IVp
Каф	β Cas	0 09 10.7	59 08 59	2.27	0.34	0.20	47	F2III-IV
Альгениб	γ Peg	0 13 14.2	15 11 01	2.83	–0.23	–0.19	470	B2IV
Шедир	α Cas	0 40 30.5	56 32 14	2.23	1.17	0.60	220	K0IIIa
Денеб Кайтос	β Cet	0 43 35.4	–17 59 12	2.04	1.02	0.51	64	G9.5III
Сих	γ Cas	0 56 42.5	60 43 00	1.6-3.0	–0.15	–0.08	650	B0IVe
Мирах	β And	1 09 43.9	35 37 14	2.06	1.58	1.00	200	M0IIIa
Ксора	δ Cas	1 25 49.0	60 14 07	2.68	0.13	0.09	76	A5III-IV
Шератан	β Ari	1 54 38.4	20 48 29	2.64	0.13	0.08	50	A5V
Аламак	γ And	2 03 54.1	42 19 47	2.26	1.37	0.68	400	K3-IIb
Гамаль	α Ari	2 07 10.4	23 27 45	2.00	1.15	0.62	78	K2III
Полярная	α UMi	2 31 48.7	89 15 51	2.02	0.60	0.31	470	F7Ib-II
Менкар	α Cet	3 02 16.8	4 05 23	2.53	1.64	1.16	250	M1.5IIIa
Алголь	β Per	3 08 10.1	40 57 20	2.1-3.4	–0.05	–0.03	82	B8V
Мирфак	α Per	3 24 19.4	49 51 40	1.79	0.48	0.33	470	F5Ib
Менхиб	ζ Per	3 54 07.9	31 53 01	2.85	0.12	0.09	820	B1Ib
Альдебаран	α Tau	4 35 55.2	16 30 33	0.85	1.54	0.94	64	K5III
Курса	β Eri	5 07 51.0	–5 05 11	2.79	0.13	0.08	82	A3III
Ригель	β Ori	5 14 32.3	–8 12 06	0.12	–0.03	–0.02	860	B8Ia:
Капелла	α Aur	5 16 41.4	45 59 53	0.08	0.80	0.44	45	G5IIIe+G0III
Беллатрикс	γ Ori	5 25 07.9	6 20 59	1.64	–0.22	–0.22	325	B2III
Нат	β Tau	5 26 07.5	28 36 27	1.65	–0.13	–0.10	142	B7III
Нихал	β Lep	5 28 14.7	–20 45 34	2.84	0.82	0.44	180	G5II

Имя звезды	Название звезды	α (2000.0)			δ			V	B-V	U-B	r	Спектр
Минтака	δ Ori	5	32	00.4	–0	17	57	2.23	–0.22	–0.22	700	O9.5II
Арнеб	α Lep	5	32	43.8	–17	49	20	2.58	0.21	0.21	410	F0Ib
Альнилам	ε Ori	5	36	12.8	–1	12	07	1.70	–0.19	–0.17	1300	B0Ia
Альнитак	ζ Ori	5	40	45.5	–1	56	34	1.72	–0.21	–0.20	1300	O9.7Ib
Сайф	κ Ori	5	47	45.4	–9	40	11	2.06	–0.17	–0.18	650	B0.5Ia
Бетельгейзе	α Ori	5	55	10.3	7	24	25	0.4-1.6	1.85	1.28	1300	M1Ia-Iab
Менкалинан	β Aur	5	59	31.7	44	56	51	1.90	0.03	–0.01	65	A2IV
Мирцам	β CMa	6	22	42.0	–17	57	21	1.98	–0.23	–0.24	500	B1II-III
Альхена	γ Gem	6	37	42.7	16	23	57	1.93	0.00	–0.01	84	A0IV
Сириус	α CMa	6	45	08.9	–16	42	58	–1.46	0.00	–0.03	9	A1Vm
Адара	ε CMa	6	58	37.5	–28	58	20	1.50	–0.21	0.21	470	B2II
Везен	δ CMa	7	08	23.5	–26	23	36	1.84	0.68	0.33	1100	F8Ia
Алудра	η CMa	7	24	05.7	–29	18	11	2.45	–0.08	–0.06	2000	B5Ia
Кастор	α Gem	7	34	36.0	31	53	19	1.50	0.04	0.02	45	A2Vm
Процион	α CMi	7	39	18.1	5	13	30	0.38	0.42	0.23	11	F5IV-V
Поллукс	β Gem	7	45	18.9	28	01	34	1.14	1.00	0.50	35	K0IIIb
Альфард	α Hya	9	27	35.2	–8	39	31	1.98	1.44	0.77	130	K3II-III
Регул	α Leo	10	08	22.3	11	58	02	1.35	–0.11	–0.10	68	B7V
Альгиба	γ^1 Leo	10	19	58.3	19	50	30	2.61	1.15	0.62	130	K1-IIIb
Мерак	β UMa	11	01	50.5	56	22	57	2.37	–0.02	–0.04	76	A1V
Дубхе	α UMa	11	03	43.7	61	45	03	1.79	1.07	0.58	120	K0IIIa
Зосма	δ Leo	11	14	06.5	20	31	25	2.56	0.12	0.03	68	A4V
Денебола	β Leo	11	49	03.6	14	34	19	2.14	0.09	0.02	42	A3V
Фекда	γ UMa	11	53	49.8	53	41	41	2.44	0.00	–0.03	80	A0Ve
Крац	β Crv	12	34	23.2	–23	23	48	2.65	0.89	0.44	172	G5II
Алиот	ε UMa	12	54	01.7	55	57	35	1.77	–0.02	–0.03	78	A0p
Виндемиатрикс	ε Vir	13	02	10.6	10	57	33	2.83	0.94	0.45	93	G8IIIab
Мицар	ζ Uma	13	23	55.5	54	55	31	2.27	0.02	–0.02	79	A1Vp
Спика	α Vir	13	25	11.6	–11	09	41	0.98	–0.23	–0.24	220	B1III+B2V
Бенетнаш	η UMa	13	47	32.4	49	18	48	1.86	–0.19	–0.18	105	B3V
Арктур	α Boo	14	15	39.7	19	10	57	–0.04	1.23	0.65	35	K1.5III
Ицар	ε Boo	14	44	59.2	27	04	27	2.39	0.97	0.52	230	K0II-III
Кохаб	β UMi	14	50	42.3	74	09	20	2.08	1.47	0.76	105	K4-III
Гемма	α CrB	15	34	41.3	26	42	53	2.23	–0.02	–0.04	71	A0V+G5V
Унук Эльхая	α Ser	15	44	16.1	6	25	32	2.65	1.17	0.56	82	K2IIIb
Джубба	δ Sco	16	00	20.0	–22	37	18	2.32	–0.12	–0.13	500	B0.3IV
Акраб	β^1 Sco	16	05	26.2	–19	48	20	2.62	–0.07	–0.09	540	B1V
Антарес	α Sco	16	29	24.4	–26	25	55	0.96	1.83	1.23	550	M1.5Ia+B4V
Антилис	β Her	16	30	13.2	21	29	23	2.77	0.94	0.47	125	G7IIIa
Сабик	η Oph	17	10	22.7	–15	43	29	2.43	0.06	0.01	73	A2V
Альваид	β Dra	17	30	26.0	52	18	05	2.79	0.98	0.48	365	G2Ib-IIa
Рас Альхаг	α Oph	17	34	56.1	12	33	36	2.08	0.15	0.08	49	A5III
Келб Альраи	β Oph	17	43	28.4	4	34	02	2.77	1.16	0.57	125	K2III
Этамин	γ Dra	17	56	36.4	51	29	20	2.23	1.52	0.85	116	K5III
Каус	δ Sgr	18	20	59.7	–29	49	41	2.70	1.38	0.68	112	K3IIIa
Каус Бореалис	λ Sgr	18	27	58.2	–25	25	18	2.81	1.04	0.56	84	K1IIIb
Вега	α Lyr	18	36	56.3	38	47	01	0.03	0.00	–0.03	26	A0Va
Нунки	σ Sgr	18	55	15.9	–26	17	48	2.02	–0.22	–0.21	180	B2.5V
Реда	γ Aql	19	46	15.6	10	36	48	2.72	1.52	0.75	230	K3II
Альтаир	α Aql	19	50	47.0	8	52	06	0.77	0.22	0.14	16	A7V
Садир	γ Cyg	20	22	13.7	40	15	24	2.20	0.68	0.34	1800	F8Ib
Денеб	α Cyg	20	41	25.9	45	16	49	1.25	0.09	0.10	1400	A2Ia
Гинах	ε Cyg	20	46	12.7	33	58	13	2.46	1.03	0.54	80	K0III
Альдерамин	α Cep	21	18	34.8	62	35	08	2.44	0.22	0.11	49	A7V
Эниф	ε Peg	21	44	11.2	9	52	30	2.39	1.53	0.76	820	K2Ib
Денеб Альгиди	δ Cap	21	47	02.4	–16	07	38	2.87	0.29	0.17	50	Am
Фомальгаут	α PsA	22	57	39.1	–29	37	20	1.16	0.09	0.02	23	A3V
Шеат	β Peg	23	03	46.5	28	04	58	2.3-2.7	1.67	1.32	172	M2.5II-III
Маркаб	α Peg	23	04	45.7	15	12	19	2.49	–0.04	–0.03	102	B9V

МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ – НАША ГАЛАКТИКА

Светящаяся полоса, которую мы наблюдаем в вечернем летне-осеннем небе, опоясывающая небосвод широким кольцом, называется Млечный Путь (рис.1). Название Млечный Путь является калькой с лат. via lactea "молочная дорога", которое, в свою очередь, калька с др.-греч. κὺκλος γαλαξιας, "молочный круг". Восходит оно к древнегреческой легенде о молоке богини Геры, кормившей им Геракла. Млечный Путь – это не только обозначения видимых звёзд, которые для наблюдателя составляют Млечный Путь, такое название носит и наша галактика, Млечный Путь или Галактика. Видимая нами полоса является диском Галактики и состоит из света многих миллионов звезд. Но, что же такое Галактика в современном понимании, когда и как сформировалось представление о нашей звездной системе? Несмотря на то, что большинство философов считает, что наука как особая форма духовной деятельности появилась в классической Греции периода расцвета демократии (VII-VI века до н. э.), ее зачатки (в частности, астрономии) прослеживаются еще в Древнем Египте, Вавилоне и Индии. Это были математические (геометрические) представления движений и положений Солнца, Луны, планет, вычисление лунных и солнечных затмений; детальное изучение неподвижных звезд, их восходов, кульминаций и заходов. Описание же картины мира, Вселенной, в том числе и нашей звездной системы, долгое время оставалось на уровне мифов. Однако уже в Древней Греции различные философские школы развивали различные направления космологии. Так, пифагорейцы придерживались математического описания небесных движений и геометрического осмысления Вселенной. Это сыграло огромную роль в развитии астрономии. Эмпедокл, Анаксимандр, Анаксагор, Демокрит и Эпикур уделяли внимание эволюции мира и единству вещества во Вселенной. И вот уже в III веке до н.э. Евдокс объяснял сложное движение светил как сумму движений сфер. Эпикур от идеи относительности движения перешел к геометрическим доказательствам, подтвержденным наблюдениями, от двойного вращения Земли в плоскости экватора с периодом в

Рис. 1.

одни сутки вокруг фантастического небесного тела Гестии (огонь) – к ее годичному обращению вокруг Солнца в плоскости эклиптики. Эпикур учил о бесконечности пространства, Аристарх – о бесконечной удаленности звезд. Таким образом, философы античности были достаточно близки к современному взгляду на окружающий мир, место Солнца и звезд. Многие из них предполагали, что Млечный Путь состоит из звезд, но все еще были далеки от представления о звездной системе, Галактике, и действительном месте Земли и Солнца в ней. Возобладавшая, в конечном счете, геоцентрическая система Птолемея, на несколько столетий "законсервировала" научные поиски и исследования в других направлениях.

В 1610 году Галилео Галилей сделал великое открытие, направив свой телескоп на Млечный Путь. Он обнаружил, что облака Млечного Пути состоят из огромного числа слабых звезд. Потребовалось еще полтора столетия, чтобы немецкий философ Иммануил Кант, опираясь на работы астронома Томаса Райта и законы тяготения, открытые Исааком Ньютоном, пришел к выводу, что наша звездная система, Галактика, большей частью которой является и Млечный Путь, может быть вращающимся диском, состоящим из огромного количества звезд, удерживаемых гравитационными силами, сходными с теми, что действуют в Солнечной системе. И этот диск выглядит как светящаяся полоса на небе с места расположения Земли и Солнца в Галактике. Таким образом, помимо математических (геометрических) представлений к исследованию мира была привлечена физика. "Млечный Путь – эклиптика для звезд" писал И. Кант, а "Сириус – центральное тело". В последнем он заблуждался, однако высказал предположение, что некоторые из туманностей, известные к тому времени и видимые на ночном небе, могут быть другими галактиками. И снова потребовалось полтора столетия, чтобы эта догадка получила наблюдательное подтверждение.

Вместе с тем, уже в конце XVIII века, благодаря колоссальной работоспособности, гению и таланту Уильяма Гершеля, помощи его сестры Каролины, а впоследствии наблюдениям его сына Джона Гершеля, проведенным в Южном полушарии, методом подсчета звезд была построена картина нашей Галактики. Гершель дал убедительное доказательство тому, что расстояния до различных звезд неодинаковы, и что Солнце по отношению к ближайшим звездам движется в пространстве. Звездная система – Галактика, в которую входит и наше Солнце, имеет вид сплюснутого диска. Поскольку была обнаружена большая звездная плотность в Южном полушарии, это было свидельством того, что Солнце не лежит в плоскости симметрии, а несколько возвышается, находится над плоскостью Галактики. Но само Солнце в этой картине мира все еще находилось в центре нашей большой звездной системы. Благодаря наблюдениям Харлоу Шепли уже в XX веке был обнаружен настоящий центр Галактики по пространственному расположению 69 шаровых скоплений, хотя при этом Х. Шепли считал все туманности членами нашей звездной системы. А в конце 1923 года Эдвин Пауэл Хаббл получил снимки туманности Андромеды и обнаружил на них цефеиды. Э. Хаббл оценил расстояние до туманности Андромеды в 930 000 световых лет, используя установленную Генриэттой Ливитт зависимость "период-светимость" для цефеид. Для того времени это была шокирующая цифра, хотя и вдвое меньше современных оценок. После этого стало ясно, что большинство спиральных туманностей – это гигантские звездные системы, находящиеся на огромных расстояниях от нашей Галактики.

Именно Х. Шепли, а не Э. Хаббл, предложил называть внешние звездные системы "галактиками". Э. Хаббл все еще был подвержен консервативным взглядам на мир, впрочем, который он сам и опроверг. Эдвин Хаббл, человек, доказавший, что Млечный Путь лишь одна из неисчислимого множества галактик, так и не перестал называть эти объекты "экстра-галактическими туманностями".

Следующим шагом в понимании строения Галактики было осознание того, что Млечный Путь содержит огромное количество газа и пыли. Одним из первых, кто обратил внимание на наличие поглощения света звезд межзвездной субстанцией, был швейцарский астроном Жан Филлипп де Шезо (1744). Он, формулируя фотометрический парадокс (парадокс Шезо – Ольберса) – почему яркость ночного неба не такая как яркость Солнца, ведь огромное число звезд должно создавать очень яркое небо, заявил: облака пыли "закрывают" свет далеких звезд. В современной космологии фотометрический парадокс объясняется конечностью возраста Вселенной и конечностью скорости света. Спустя почти 100 лет, основываясь на наблюдениях звезд, о межзвездном поглощении русский астроном Вильгельм Струве в 1847 году установил: "Я не вижу никакого другого объяснения, помимо допущения, что интенсивность света убывает быстрее, чем обратно пропорционально квадрату расстояния, а это означает, что существует потеря света, ослабление при прохождении света через мировое пространство". Поглощение и рассеяние электромагнитного излучения веществом (пылью и газом), находящимся в межзвездном пространстве между излучающим астрономическим объектом и наблюдателем, описывается межзвездной экстинкцией, которая представляется зависимостью "поглощения света" от длины волны. В 30-е годы двадцатого столетия Роберт Трюмплер оценил его по спектрофотометрическим измерениям пар звезд и исследованию рассеянных скоплений.

Газ и пыль в Галактике сосредоточены в различного рода облаках – от круглых черных компактных пылевых глобул до гигантских неправильной формы агрегатов. Таковы они в созвездиях Ориона, Тельца, Лебедя и Скорпиона. Эти космические облака связаны со спиральными рукавами Галактики, которые были известны ранее из наблюдений ярких звезд. Межзвездные линии поглощения открыты Дж. Хартманом в 1904 году. Они принадлежали атомам и ионам Ca, Na, Fe, Ti.

Бертил Линблад в 1925 году оценил скорость Солнца относительно звезд (20 км/с) и обнаружил два противоположно направленных потока звезд, обусловленных вращением Галактики. Ян Хендрик Оорт в 1927 году на основе статистического изучения лучевых скоростей и собственных движений строго обосновал гипотезу Б.Линблада о вращении Галактики вокруг ее центра и показал, что Галактика вращается не как твердое тело – внутренние ее части вращаются быстрее, скорость уменьшается с расстоянием от центра.

Наша Галактика Млечный Путь является большой дискообразной спиральной галактикой с перемычкой, с диаметром диска, который мы наблюдаем в оптическом излучении около 25 – 30 кпк (или около 10^5 световых лет) по разным данным. Она содержит около $3 \cdot 10^{11}$ звезд, а ее общая масса с учетом протяженного гало составляет около $6 \cdot 10^{11}$ $M_\odot$, что почти в 5 раз превышает массу, сосредоточенную в пределах оптического диска. Помимо звезд, в Галактике содержится межзвездный газ, пыль, и – как показали исследования последних лет, в частности, спутника WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*), запу-

щенного в 2001 году НАСА (NASA, *National Aeronautics and Space Administration*) для исследования реликтового излучения, образовавшегося в результате Большого Взрыва, – большая доля темной материи и, возможно, темной энергии, связанные силами гравитационного взаимодействия. В 2009 году ЕКА (Европейское Космическое Агентство) с аналогичной целью была запущена космическая обсерватория "Планк" (Planck), названная в честь Макса Планка, известного немецкого физика. По ее данным, Вселенная состоит на 4.9 % из обычного (барионного) вещества (по данным WMAP – 4.6 %), на 26,8 % из темной материи (против 22.4 %) и на 68.3 % (против 73 %) из темной энергии. Непосредственно в Галактике эти пропорции могут отличаться.

Наша Галактика, как и другие спиральные галактики, характеризуется сложной многокомпонентной структурой (рис.2). Яркий диск погружен в слабосветящуюся сферическую подсистему – гало. Центральная часть Галактики – это плотное элипсоидальное сгущение звезд, называемое балджем (от англ. *bulge* – выпуклость), являющееся трехосным бароподобным образованием (по наблюдениям спутника COBE (*Cosmic Background Explorer*, запущенного в 1989 году для исследований реликтового фона)), и ядро. В самом центре ядра (50×30 пк) находится компактный объект Стрелец А (Sgr A*), возможно, представляющий собой черную дыру. В настоящее время крупномасштабная структура галактического диска обычно моделируется в виде двойного диска с экспоненциальным распределением плотности. Модель рассматривает тонкий диск, вертикальный масштаб вблизи Солнца 0.2 – 0.3 пк и толстый диск, вертикальный масштаб 1 кпк, при максимальной высоте около 3 кпк и расстоянии Солнца от галактического центра $R_0 = 7.5$ кпк, протяженность диска оценивается в R = 12 кпк. Самыми распространенными звездами, населяющими галактический диск, являются холодные звезды – карлики; к типичным представителям тонкого диска можно отнести горячие звезды спектральных классов O-B, долгопериодические цефеиды, рассеянные звездные скопления (РС) и ассоциации, газо-пылевые туманности. Красные гиганты, долгопериодические и неправильные переменные звезды, белые карлики, новые звезды, пульсары, черные дыры и планетарные туманности в большей степени характерны для толстого диска.

Сферическая подсистема (гало) – это красные карлики и субкарлики, красные гиганты, коротко и сверхдолгопериодические цефеиды, звезды типа RR Лиры, шаровые скопления (ШС). Однако четкого разделения тех или иных типов звезд и объектов по структурным подразделениям в Галактике нет. Перечисленные объекты могут наблюдаться как в тонком, так и в толстом дисках, а также гало.

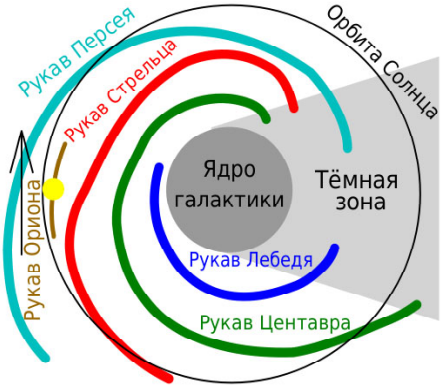


Рис. 2.

С учетом оценок скорости убегания звезд в окрестности Солнца, равной 475 км/с и скорости движения 200 км/с, получено, что гало Галактики простирается, по крайней мере, до R = 46 кпк, то есть до Магеллановых Облаков, двух галактик неправильной формы, являющихся спутниками нашей Галактики, вращающимися вокруг общего с ней центра масс. Результаты исследования динамики систем шаровых скоплений, карликовых спутников Галактики и галактики Туманность Андромеды свидетельствуют о еще более массивном и протяженном гало (R = 100-200 кпк). Именно аккрецированое гало, которое фактически делает видимой корону, состоящую из темного вещества, и простирается так далеко.

Еще в 1852 году Стивен Александер высказал предположение, согласно которому Млечный Путь представляет собой систему спиральных ветвей, исходящих из центра, в котором находится Солнце, а также все ярчайшие звезды. Бертил Линдблад, рассматривая движения звезд в больших скоплениях (галактиках), нашел, что звезды стремятся концентрироваться в спиральных рукавах, а спирали лидируют во вращении галактики (в настоящее время считается, что они "волочатся", отстают). Он первым (1955) высказал идею о том, что всякий спиральный рукав представляет собой не некоторое материальное образование, а волну. В 1964 г. Ци-Цяо Лин и Франк Шу показали, что благодаря гравитационной нестабильности, в галактиках могут существовать волны плотности спиралевидной формы, вращающиеся с определенной угловой скоростью и распространяющиеся по радиусу с определенной групповой скоростью. Рассматриваются различные причины возникновения волн плотности: это может быть существование в центре асимметричного образования – вращающегося бара, генератора волн или наличие гравитационной неустойчивости. Наличие бара в центре нашей Галактики в последнее десятилетие XX века доказано рядом наблюдений. В 2005 г. Робертом Бенджамином с коллегами были проанализированы данные GLIMPSE (*Galactic Legacy Mid-Plane Survey Extraordinaire*) каталога, содержащего около 30 млн ИК-источников, полученные спутником "Спитцер" (*Spitzer Space Telescope*, инфракрасный телескоп НАСА). Они показали наличие длиннного бара, проходящего через центр Галактики с полушириной R_{bar} = 4.4±0.5 кпк, наклоненного на угол φ = 44° ±10° к линии Солнце – центр Галактики. Также образование спиральной структуры может быть вызвано внешними причинами, например, приливного характера, вызванного взаимодействием с близлежащей галактикой (к примеру, Большим Магеллановым Облаком – БМО) или прохождением в соответствующей близости другой галактики.

В последнее время получено все больше подтверждений тому, что в нашей Галактике содержатся объекты, ею захваченные, движущиеся и гравитационно взаимодействующие с объектами в межгалактической среде. Об этом говорят и кинематические, и спектральные исследования звезд шаровых скоплений в нашей Галактике, а также многочисленные снимки космического телескопа "Хаббл".

Оценки расстояния от Солнца до центра Галактики, приведенные в различных работах, заметно отличаются – от 7.10±0.54 кпк, опираясь на звезды балджа; и до 8.92±0.56 кпк, используя кинематику звезд центрального (0.5 пк) скопления в ядре Галактики. На основе анализа данных, собранных при помощи спутника ЕКА "Гайя" или "Гея" (Gaia, изначально от *Global Astrometric Interferometer for Astrophysics*, затем – богиня Земли, Гея), проведено измерение скорости вращения Солнца вокруг центра Галактики. Динамическое измерение скорости вращения Солнца вокруг центра Галактики: Vвр = 239± 9 км/с. В со-

четании с измеренным собственным движением объекта в центре Галактики, Sgr A *, это дает расстояние до галактического центра: $R_0 = 7.9 \pm 0.3$ кпк. В 1985 году Медународным Астрономическим Союзом (МАС) для унификации пользования была рекомендована величина расстояния, равная 8.5 кпк.

Основные современные количественные оценки параметров Галактики представлены в таблице. Следует заметить, что значения параметров нашей Галактики, постоянно уточняющиеся и зависящие от методов и источников их определения, соответственно не являются точными "окончательными" значениями.

Млечный Путь, наша звездная система, вместе с Галактикой Андромеды (M31), Галактикой Треугольника (M33), и более 40 карликовыми галактиками-спутниками, как нашей Галактики, так и Андромеды, образуют Местную Группу галактик, которая является частью Местного Сверхскопления (Сверхскопления Девы).

Млечный Путь и галактики близкой подобной массы имеют бурную историю и продолжают развиваться. Астрономы Калифорнийского университета показали, что сверхновые звезды могут вызывать рождение ретроградно вращающихся звезд-карликов во внешних звёздных гало, кардинально меняя наши представления о том, как звездные системы формировались и развивались в течение миллиардов лет. Их космологически самосогласованные компьютерные расчеты показали, что, вероятно, Млечный Путь "выбрасывает" звезды в космическое пространство в истечениях, в потоках вещества, вызванных взрывами сверхновых. Авторы пишут: "Моделирование FIRE-2 показывает нам, что 5-40% внешнего (50-300 кпк) звездного гало в каждой галактической системе состоят из звезд, которые появились в результате оттока из галактических центров к их гало. Звезды истечения (оттока) происходят из газа, ускоренного пузырьковыми сверхвет-

Таблица. Основные параметры Галактики:

Диаметр дисковой составляющей	30 кпк
Масса и шкала высот тонкого диска на R_0	$4 \pm 1 \cdot 10^{10}$ $M_\odot$, 300±50 пк
Масса и шкала высот толстого диска на R_0	$8 \pm 3 \cdot 10^9$ $M_\odot$, 2.0±0.2 кпк, 900±180 пк
К/а балдж: угол, отношение осей, вертикальная шкала высот	27°±2°, 0.5±0.05, 180 пк
Длинный бар: угол, радиус, шкала высот тонкого бара	29.5°±1.5°, 5.0±0.2 кпк, 180 пк
Радиус сферической составляющей (внутреннее гало)	10 кпк
Расстояние от центра Галактики до Солнца	8.2±0.1 кпк (8.5 кпк, МАС 1985 год)
Положение Солнца над плоскостью Галактики	25±5 пк
Количество звезд в Галактике	Не менее 10^{11}
Общая масса звезд различных типов	$6 \cdot 10^{11}$ $M_\odot$
Общая масса Галактики, включая галактики-спутники	$1.2 \cdot 10^{12}$ $M_\odot$
Скопление звезд в ядре (NSC): масса, радиус, отношение осей	$2 \cdot 10^7$ $M_\odot$, 4.2±0.4 пк, 0.71
Масса черной дыры (Sgr A*) в центре Галактики	$(4.2 \pm 0.2) \cdot 10^6$ $M_\odot$
Период обращения Солнца вокруг ядра Галактики	250 млн лет
Полная угловая скорость Солнца относительно Sgr A* Круговая скорость вращения на расстоянии Солнца	30.24±0.12 км/с на кпк 238 км/с

Примечание. Шкала высот в данном случае – это расстояние, на котором масса объектов в единице объема уменьшается в e раз ($e \approx 2.7$).

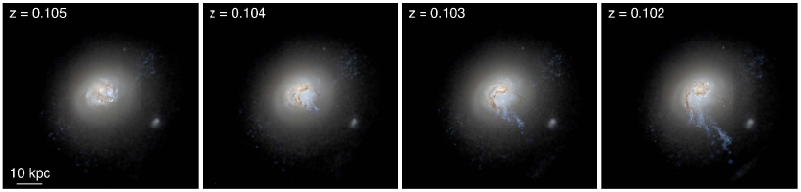


Рис. 3. Моделирование FIRE-2: звездообразующие потоки развиваются в гало в течение периода около 40 млн лет. Мы видим несколько заметных плюмов молодых голубых звезд, которые родились в газе, который первоначально вращался, а затем выдувался радиально прямо перед образованием звезды. Большая часть этих звезд связана с основным гало и должна в конечном итоге вернуться на круговые орбиты, как у звезд гало.

рами от сверхновых, которые могут сжиматься, охлаждаться и образовывать звезды. Большинство из этих звезд остаются связанными с гало и вращаются с орбитальными свойствами, подобными остальному звездному гало при красном смещении z = 0. Во внешнем гало такие звезды являются более пространственно однородными, богатыми металлами и альфа-элементами, чем аккрецированные, захваченные извне, звезды гало. В солнечной окрестности ~10 % кинематически идентифицированных звезд гало родились в потоках; эта доля возрастает до 40% для наиболее богатых металлами локальных гало-звезд (металличность, [Fe/H]> -0.5). Такие звезды могут иметь ретроградные орбиты, т.е. вращаться в противоположном направлении относительно вращения Солнца и создавать черты, похожие на недавно обнаруженный "Всплеск" в пространстве скоростей Млечного Пути. Образование звездного гало вследствие истечения является противоположным, обратным классическому сценарию образования гало, предложенного Эггеном, Линден-Беллом и Сандиджем, который предполагает, что звезды гало образовались в быстро падающих на центр галактики газовых облаках. Звездные потоки могут наблюдаться при прямом изображении внешних галактик и могут стать источником богатых металлами звезд с экстремальными скоростями в Млечном Пути".

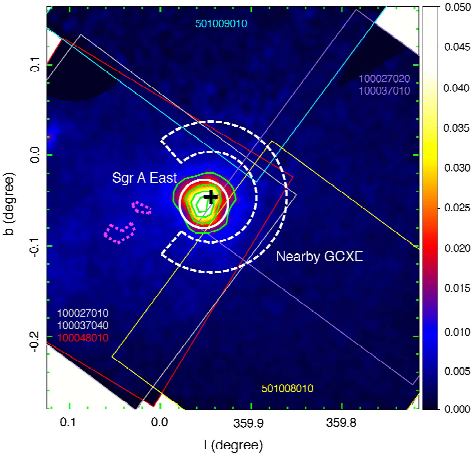


Рис. 4. Центр Галактики в рентгеновских лучах. Черный крест показывает положение Sgr **A***

А сейчас приглашаю Вас, дорогой читатель, посмотреть фильмы и изображения Млечного Пути и подобных Андромеде систем в симуляциях FIRE2: *http://www.tapir.caltech.edu/~phopkins/Site/animations/a-gallery-of-milky-way-/*

ЗОЛОТОЙ ВЕК РАДИОАСТРОНОМИИ

В 2022 году будет отмечаться 90-летие рождения науки "радиоастрономия". В свое время легендарный астрофизик и популяризатор науки И.С.Шкловский любил говорить: "Радиоастрономия это не наука, а метод – правда, довольно эффективный". Думается, мэтр радиоастрономии был не очень справедлив, с каждым годом радиоастрономия демонстрирует удивительные открытия, недоступные другим "методам".

В предыдущем выпуске Астрономического календаря на 2020 год была опубликована серия очерков о достижениях современной радиоастрономии. В текущем выпуске календаря завершается серия очерков на эту тему, подготовленных известными радиоастрономами.

В их числе очерк А.Е.Вольвача и др."РТ-22 КрАО – 50-летие РСДБ" о начале эпопеи РСДБ наблюдений, С.А.Трушкина (САО РАН) "Быстрые, яркие, далекие...", посвященный обнаружению загадочных быстрых радиовсплесков, И.И.Зинченко (ИПФ РАН, Нижний Новгород) "Исследования радиоизлучения областей звездообразования" и заключительный очерк О.М.Ульянова (РИ НАНУ), посвященный 110-летию со дня рождения основателя украинской радиоастрономической школы декаметрового диапазона академика АН Украины С.Я.Брауде и 50-летию его гигантского радиотелескопа "УТР-2" в Граково.

На очереди в последующих выпусках феноменальные результаты исследований в области рентгеновской, ультрафиолетовой, инфракрасной и гамма астрономии, которые стали возможными после вывода на орбиту космических телескопов. Набирают силу результаты исследований в нейтринной и гравитационной астрономии.

Редактор раздела популярных очерков
Одесского астрономического календаря М.И.Рябов

РТ-22 КРАО – 50-ЛЕТИЕ РСДБ

А.Е.Вольвач, Л.И.Матвеенко, М.Г.Ларионов

Исследования структуры объектов – важнейшее направление астрономии. Не случайно говорят: лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать. Галилей посмотрел на Юпитер через простейшие линзы и обнаружил его спутники. С тех пор прошли века, и линзы превратились в мощные телескопы. Освоение в послевоенные годы спектра радиоволн открыло перед астрономами необычайно широкие возможности. Но радиоволны в тысячи раз длиннее оптических, и разрешающая сила одиночных радиотелескопов очень мала. Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ), объединившая в единую систему набор радиотелескопов, преодолела это непреодолимое ограничение и открыла исследователям весь окружающий мир. Угловое разрешение РСДБ в десятки тысяч раз превышает разрешающую силу лучших оптических инструментов. История создания и развития РСДБ непосредственно связаны с освоением космического пространства.

Источники релятивистских частиц – переменность радиоизлучения. В конце 50-х годов стартуют первые космические ракеты – "Лунники". Радиоастрономы ФИАН создают радиоинтерферометр и определяют траектории их

движения. По завершении работы вблизи Евпатории создается Центр дальней космической связи (ЦДКС). ФИАН участвует в создании измерительного комплекса на основе радиоинтерферометрии. Необходимо было обеспечить точность координатных измерений порядка 0.1". Для этого нужны опорные объекты – компактные яркие источники.

Это была эпоха бурного развития и становления радиоастрономии. Астрономические объекты предстали перед исследователями как уникальные космические лаборатории. Центральной проблемой стал вопрос об источниках релятивистских частиц. Эти источники могли быть искомыми реперами. Интересы астрономов и промышленности совпадали, что немало способствовало успеху. Научный интерес тогда представляла Крабовидная туманность, точнее ее центральная звездочка. Наблюдения покрытия Луной на антеннах ЦДКС дали дифракционную картинку, соответствующую компактному радиоисточнику – в будущем найденному на этом месте пульсару.

Обнаружено также удивительное явление – изменение яркости компактной области в юго-восточной части туманности. Деталь на записях прохождения Крабовидной туманности, излучение которой существенно снизилось на следующий день, отмечено стрелкой на рис 1. В дальнейшем было показано, что эта особенность определяется облаком релятивистских электронов, проходящих в тангенциальном направлении магнитной силовой трубки (Матвеенко, 1975), и подтверждается рентгеновскими данными – искривлением джета в месте расположения радиоисточника.

В объекте 3С 273 был также выделен компактный источник – квазар, и измерен его спектр (Шоломицкий, Слепцова, Матвеенко, 1965). Компактные источники релятивистских частиц предполагали их переменность. В частности, Г.Б. Шоломицкий впервые обратил внимание на переменность объекта СТА102.

Сверхвысокое угловое разрешение – РСДБ. Покрытия источников повторяются редко и не для всех объектов. Нужен был более эффективный инструмент (Матвеенко, 2007). Весной 1962 г. на ЦДКС Л.И. Матвеенко с Г.Я. Гуськовым – руководителем Центров дальней космической связи, и Э.Г. Мирзабекяном – директором института радиофизики и электроники Арм.ССР, рас-

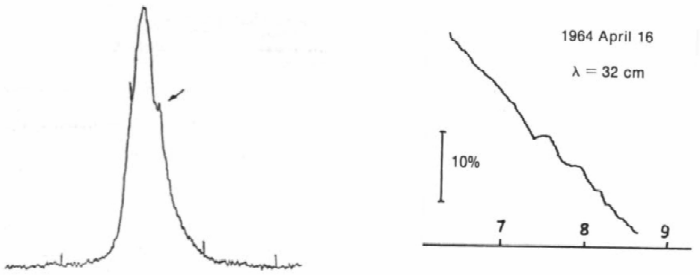


Рис.1. Дифракционные лепестки, волна 32 см, покрытие 16 апреля 1964 г. Запись прохождения Крабовидной туманности через диаграмму направленности антенны АДУ 1000 на волне 8 см, 15 апреля 1964 г. Стрелка показывает деталь избыточного излучения.

сматривали вопрос снижения эффективных площадей антенн АДУ 1000. Затронули вопрос о доплеровских длиннобазовых измерениях координат космических аппаратов. Принимаемые сигналы преобразовывались с помощью атомных стандартов частоты, регистрировались на магнитофонах и в дальнейшем совместно обрабатывались на ВЦ. Но аналогичным образом может работать и радиоинтерферометр. Его отличие заключается лишь в том, что он измеряет не разность частот, а разность фаз принимаемых сигналов. Чтобы сохранить когерентность сигналов при записи и воспроизведении, достаточно было ввести "пилот"-сигналы от тех же атомных стандартов, что позволяло исключить неравномерности лентопротяжек (магнитофонов). Предложение Л.И. Матвеенко поддержал Г.Я. Гуськов. Эксперимент планировалось провести между антеннами ЦДКС в г. Симферополе и г. Евпатории.

Но основной проблемой оказалась не техника и даже не бюрократия, а, как теперь говорят, человеческий фактор. Этот вопрос не является предметом данной работы, и мы отметим лишь, что метод был доложен Л.И. Матвеенко осенью 1962 г. на семинаре Лаборатории радиоастрономии ФИАНа, но не получил поддержки. А затем в ГАИШе, где было рекомендовано запатентовать метод. Летом 1963 г. Л.И. Матвеенко обсудил метод с директором Радиообсерватории Джодрэлл Бенк проф. Б.Ловеллом во время его посещения ЦДКС. Б.Ловелл оценил, но усомнился в необходимости столь высокого углового разрешения. В то время еще не были известны компактные яркие радиоисточники. Был согласован меморандум о проведении эксперимента Евпатория – Джодрелл Бэнк на длине волны 32 см. В конце 1963 г. Патентное бюро дало согласие на публикацию, и работа была направлена в журнал Радиофизика (Матвеенко, Кардашев, Шоломицкий, 1965).

РСДБ метод реализован в 1967 г. учеными США и независимо Канады. По завершении эксперимента М.Х.Коуэн (Калтех) и К.И. Келлерманн (НРАО) обратились 23 февраля 1968 г. к В.В. Виткевичу с предложением провести на волне 3 см эксперимент между 22-м антенной в Пущино и 43-м в Грин Бэнк (Матвеенко, 2007), Н.Г.Басов открыл зеленый свет – директивные органы дали согласие на проведение эксперимента, но не на РТ-22 Пущино, а на РТ-22 КрАО. А.Б.Северный поддержал и оказал максимальную поддержку в подготовке и проведении эксперимента. В конце 1968 г. были начаты работы по вводу в действие РТ-22 КрАО на длине волны 3 см. В январе 1969 г. Л.И. Матвеенко с И.Г. Моисеевым согласовали в НРАО технические условия и программу наблюдений на длине волны 3 см и для гарантии на длине волне 6 см. Осенью на РТ-22 КрАО приехали с аппаратурой К.Келлерманн, Б.Кларк и Д.Пайн (рис.2). Для синхронизации времени пунктов наблюдений был доставлен в горячем состоянии рубидиевый стандарт частоты. Были получены радиоинтерференционные сигналы, доказана возможность реализации РСДБ даже на сантиметровых волнах (Бродерик, 1970). Полученные данные свидетельствовали о сложной структуре квазаров. Принято решение о включении дополнительной 64-м антенны Центра дальней космической связи в Голдстоуне. Эксперимент на волне 3.55 см планируется на июнь 1971 г.

Масштабы работ выходили за пределы возможностей Лаборатории радиоастрономии ФИАН, и РСДБ направление в июне 1969 г. переводится в ИКИ. Для повышения чувствительности РТ-22 КрАО были разработаны малошумящий усилитель мазерного типа и кассегреновская система облучения ан-

тенны. НРАО создает специальную систему регистрации и обработки данных Марк-2 на основе студийных видеомагнитофонов. Для повышения стабильности гетеродинов на РТ-22 применили высокостабильный кварцевый генератор, захваченный рубидиевым стандартом, а в Грин Бэнк и Голдстоуне применяют водородные стандарты частоты. В Симеиз приехали М.Коуэн и Б. Кларк (рис. 2). Эксперимент подтвердил возможности РСДБ и сложную структуру квазаров, были обнаружены сверхсветовые скорости движения компонент.

Для получения детальных изображений объектов необходимо было измерить весь спектр пространственных частот – провести наблюдения на радиоинтерферометрах с базами разной длины и ориентации. Практически все крупные радиотелескопы мира объединяются в единую глобальную сеть, куда входит и станция Симеиз (рис. 3). Станция оснащается водородным стандартом частоты, малошумящим усилителем мазерного типа на длину волны 1.35 см.

Области образования звезд и планетных систем. В январе 1969 г. Л.И. Матвеенко и И.Г. Моисеев посетили университет в Беркли. У. Велч докладывал об открытии группой Ч.Таунса в газопылевых туманностях интенсивных линий водяного пара на волне 1.35 см. Предполагалось, что это тепловое излучение. Для уточнения необходимо было измерить размеры источников. Обсуждались возможности наблюдений на межконтинентальном радиоинтерферометре. Открытие в газопылевых комплексах мощного излучения в линиях водяного пара λ=1.35 см привлекло внимание, как к механизму излучения, так и кинематике активных областей. При отборе объектов для наблюдений на межконтинентальной базе с наблюдательной точки зрения эти объекты были оптимальны – узкие яркие линии. Через несколько дней в Массачузетском технологическом институте согласовали с Б.Ф. Берком и его аспирантом Д.Мораном эксперимент Симеиз-Хайстек на волне 1.35 см. Перед этим было решено провести тестовые наблюдения в пределах США, а затем перейти на межконтинентальную базу. В июне 1971 г. в Крым прибыла группа Б.Берка (рис. 4).

После наблюдений квазаров на длине волны 3.55 см приступили к наблюдениям источников в линиях водяного пара. Угловое разрешение радиоинтерферометра Крым-Хайстек достигало 0.1 мсек. дуги. Были выделены скопления H_2O источников, обнаружена мощная вспышка в комплексе W 49. Быстрое нарастание потока свидетельствовало о весьма небольших размерах области излучения, что подтвердилось радиоинтерферометрическими наблюдениями с предельным угловым разрешением. Ее яркостная температура достига-

Рис. 2. Участники первого эксперимента И.Моисеев, К.Келлерманн и В.Виткевич, (слева) и М.Коуэн, Б.Кларк с И.Моисеевым во время второго эксперимента, (справа).

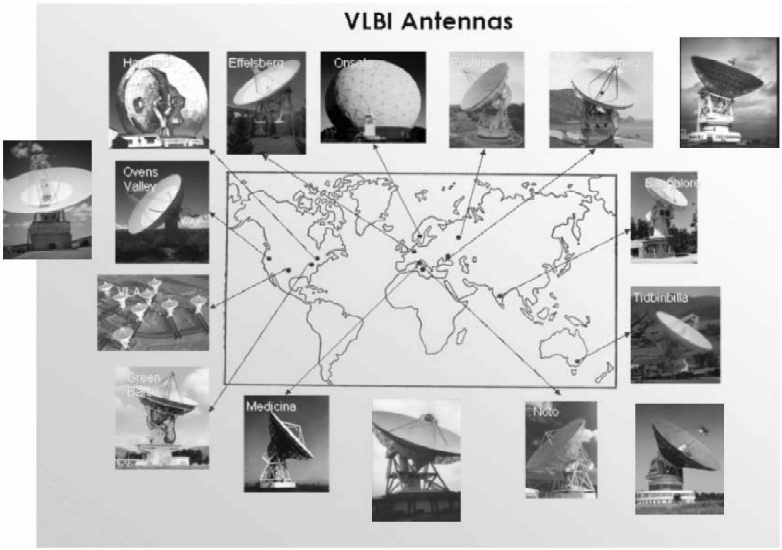


Рис.3. Глобальная РСДБ сеть

ла 10^{16} К, что могло быть объяснено лишь мазерным механизмом (Берк, 1972). Стала очевидной необходимость увеличения углового разрешения – вынос одного из элементов интерферометра за пределы Земли. ИКИ приступает к разработке космического интерферометра, руководитель проекта В.П.Мишин, научный руководитель – Л.И.Матвеенко. Оптимальные параметры орбиты соответствовали 30–100 тыс. км, диаметр антенны радиотелескопа 3.1 метра (рис.5). Отражающая поверхность зеркала антенны крепилась на тонких инваровых стержнях. Точное наведение антенны обеспечивалось изменением положения вторичного зеркала.

Исследования туманности Ориона установили, что мазерные источники сконцентрированы в 8 активных зонах. В одной из них происходили вспышки, достигавшие нескольких мЯн. Это излучение определялось высокоорганизованной структурой – цепочкой из 4-х групп компактных компонент, размерами 0.1 мсек или 0.05 а.е. (рис. 6).

Эти компоненты распределены вдоль S-образной структуры длиной около 30 а.е. и соответствуют тангенциальным направлениям протопланетных колец. Распределение скоростей компонент определяется твердотельным вращением $V_{rot} = \Omega R$, период вращения равен $T \approx 180$ лет. Масса системы не превышает $M \sim 0.01\ M_{\odot}$. Эжектируемый биполярный поток вещества имеет спиралевидную форму и содержит компактные вкрапления. Скорость истечения потока в начале активности $V \approx 9$ км/с и снижается до $V \approx 3$ км/с в конце. Эпизодически наблюдаются кометоподобные выбросы (Матвеенко, 2004). Наблюдается структура диск – биполярный поток, твердотельное вращение и малая масса подобны космическому вихрю – торнадо (рис. 7).

Рис. 4. Группа "мазерщиков" в Мисхоре (слева) и Тидбинбилле, Австралия (справа)

Объекты с активными ядрами. Создание глобальной сети, а в дальнейшем специализированной системы VLBA (НРАО) существенно расширило возможности исследований тонкой структуры астрономических объектов, в том числе объектов с активными ядрами. Рассмотрим некоторые из них: их структуру – ядро – эжектор и поток релятивистской плазмы – джет. Исследования на длине волны λ = 18 см радиогалактики М 87 выделили не просто джет, но и установили его скручивание (рис. 8). Здесь же приведено основание джета по данным наблюдений на VLBA с космическим телескопом VSOP на длине волны λ = 6 см.

Джет квазара 3С 345 представляет собой коническую расходящуюся спираль, в вершине которой находится ядро – эжектор (рис. 8б). Максимальная яркостная температура ядра достигает 10^{12} К. Как видно из распределений яркости вдоль джета на разных длинах волн, излучение эжектора проявляется на самой короткой длине волны 1.35 см и уменьшается с увеличением длины волны. Длинноволновая часть радиоизлучения поглощается тепловой плазмой, а видимая часть джета лежит за пределами поглощающего экрана.

Исследования объекта 1803+784 с угловым разрешением 0.2 мсек выделили типичную структуру ядро – джет (рис. 9). Спиральная структура джета построена по наблюдениям на разных длинах волн.

Таким образом, было установлено, что реактивное воздействие эжектируемого потока приводит к прецессии оси и образованию спиральной структуры. Джет окружен тепловой плазмой подобно кокону. Прозрачность стенки

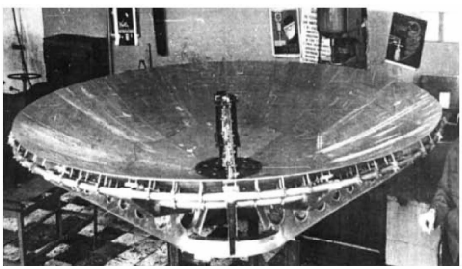


Рис. 5. Параболическая антенна КРТ-3, встреча в Сокорро Л.Матвеенко с Хирабаяши, руководителем японского проекта VSOP.

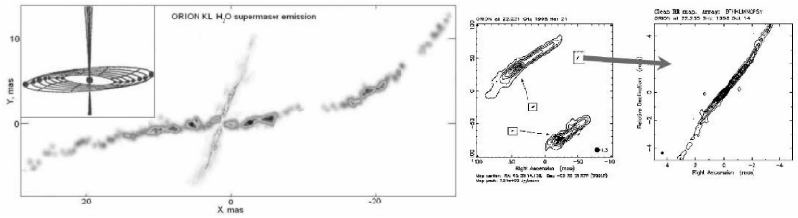


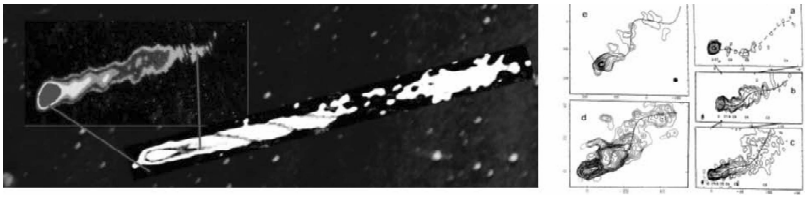
Рис. 6. Цепочка из 4-х групп компактных мазерных источников распределена вдоль S-образной структуры, максимальная яркостная температура источников $T_b \sim 10^{17}$ K . Биполярный поток имеет спиралевидную структуру. Отдельные выбросы имеют структуру: голова-хвост.

кокона растает по мере удаления от эжектора, что и определяет видимость фрагментов джета на разных частотах.

Рис. 7. Торнадо: вихрь и выброс спиралевидной формы

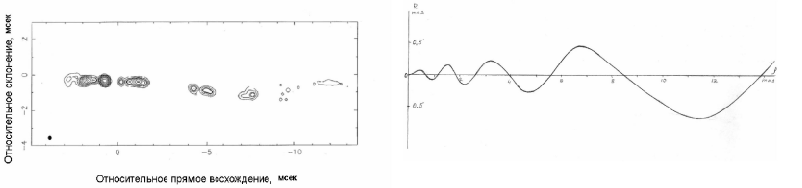
Программа "РадиоАстрон". Одной из главных астрофизических загадок остается физическая природа механизма энерговыделения "центральной машины", скрытой в ядерных областях активных галактических и внегалактических объектов. Наземно-космическая научная программа "РадиоАстрон" предусматривала проведение исследования морфологии и динамики околоядерных областей источников, где происходит указанное мощное энерговыделение.

В соответствии с научной кооперацией между Россией и Украиной эта работа также проводится с использованием 22-м радиотелескопа миллиметрового диапазона длин волн РТ-22 НИИ "Крымская астрофизическая обсерватория". Программой исследований предусмотрено проведение работ с высокочувствительными радиометрами на частоты 22 ГГц и 36 ГГц. Это позволит получить спектральные характеристики источников вблизи частоты 22 ГГц – самой высокой в эксперименте "РадиоАстрон". Для реализации проекта подготавливалась научная программа, существенной частью которой является исследование компактных образований в центральных областях внегалактических источников.



а б

Рис. 8. Радиогалактика Дева А, λ = 18 и λ = 6 см – а. Квазар 3С 345, радиокарты на разных длинах волн – б.



а б

Рис. 9. Объект 1803+784, угловое разрешение 0.2 мсек, λ = 18 см (а) и спиральная структура джета (б).

Формирование каталога "РадиоАстрон". В рамках подготовки научной программы проекта был составлен предварительный каталог 1250 радиоисточников, имеющих избытки плотности потока на высоких частотах (Вольвач, Кардашев, Ларионов, 2004). Это – так называемые объекты с инвертированными спектрами излучения, где спектральная плотность потока растет в сторону коротких длин волн. Именно такие объекты представляют интерес для космической программы из-за того, что содержат очень компактные области, несущие основную долю потока радиоисточника.

Каталог радиоисточников для полетной программы "РадиоАстрон" формировался в два этапа: 1) составление предварительного списка объектов по данным существующих каталогов и наблюдений отдельных источников; 2) уточнение спектральных характеристик источников предварительного каталога на частотах выше 10 ГГц с использованием наблюдательных программ на РТ-22 НИИ КрАО.

Измерения потоков выборки радиоисточников из каталога "РадиоАстрон" на частотах 22 ГГц и 36 ГГц. Измерения плотности потоков радиоисточников из предварительного каталога "РадиоАстрон" были выполнены на частотах 22 ГГц и 36 ГГц с помощью 22-метрового радиотелескопа РТ-22 в соответствии с кооперационной программой исследований России и Украины по космическому проекту "РадиоАстрон". Значительная доля исследуемых источников представляла собой слабые объекты с потоком менее 1 Ян на указанных частотах, поэтому наблюдения данных объектов – длительная и кропотливая процедура, требующая применения специальных методик. Наблюдения на обеих частотах проводились при помощи модуляционных радиометров.

Построение статистических зависимостей "logN – LogS" и "число источников с инвертированными спектрами – поток". Для количественной оценки полноты списка и наличия в нем объектов, не удовлетворяющих заданным спектральным характеристикам, применялась следующая схема. По данным имеющихся поисковых обзоров строилась статистическая зависимость подсчетов числа источников в зависимости от потока на частоте 22 ГГц ("logN – logS") (Вольвач, Кардашев, Ларионов, Вольвач, Стрепка, 2007). На основе указанной зависимости можно было определить угловую плотность источников для каждого заданного уровня потока. Зная угловую плотность источников на небесной сфере в зависимости от потока и их спектральные характеристики, можно было определить долю источников с инвертированными спектрами и их угловую плотность в зависимости от потока на частоте 22 ГГц.

Располагая зависимостью "logN – logS" и числом источников с инвертированными спектрами на частоте 22 ГГц, можно посчитать предполагаемое число

объектов с указанными спектральными характеристиками на северном небе до потока 0.25 Ян (предполагаемый минимальный уровень потока источников в полетном списке программы "РадиоАстрон"). Результаты вычислений с использованием указанных зависимостей приводят к следующим выводам. На основе полученной зависимости "logN – logS" для частоты 22 ГГц можно получить число источников на стерадиан с потоками $S \geq 0.25$ Ян ($N_{S \geq 0.25}$=290). Здесь выполнена нормировка для угловой плотности источников: N(S>1 Ян)=40. Для северного неба (6.28 стер.) мы будем иметь около 1860 источников с потоками более 0.25 Ян. На основе зависимости "число источников с инвертированными спектрами – поток" можно ожидать наличия в общем списке источников около 1/3 объектов с инвертированными спектрами. Для северного неба это составит 620 источников с потоками более 0.25 Ян.

Это означает, что в начальном списке из 1250 источников может находиться до половины объектов, имеющих отрицательные спектральные индексы на частоте 22 ГГц. Данные источники должны быть выделены при проведении наблюдений по определению спектральных характеристик вблизи частоты 22 ГГц и удалены из списка объектов, включенных в полетную программу "РадиоАстрон".

Сравнение оптических и радиосвойств источников каталога "РадиоАстрон". Для исследования оптических свойств радиоисточников каталога "РадиоАстрон" по сравнению с объектами, представляющими собой полные выборки источников в радиодиапазоне, был проведен сравнительный анализ оптических и радиохарактеристик источников каталога. Использовалась выборка радиоисточников в диапазоне склонений 0°-20°, общая с исследовавшимися радиоисточниками обзора 87 GB. Полнота последнего колеблется на уровне 50-100 мЯн, что несколько ниже уровня потока для выборки радиоисточников в каталоге "РадиоАстрон".

В каталог "РадиоАстрон" были отобраны объекты с инвертированными спектрами с потоками более 250 мЯн. Количество оптически отождествленных источников в каталоге "РадиоАстрон" возросло до 75% (против 38% в выборке 87GB). Это указывает на то, что в среднем выборка объектов каталога "РадиоАстрон" содержит более мощные источники по сравнению с полной выборкой 87 GB. Это вполне естественно, так как в подавляющем большинстве – это активные ядра галактик.

Также количество отождествленных галактик оказалось в 6 раз меньше по сравнению со звездными объектами. Отсутствуют источники, имеющие структуру – все объекты в оптическом диапазоне имеют субсекундные размеры, что определяется, в основном, разрешением оптического телескопа. Претерпели изменения и цветовые характеристики звездных источников. Их цвет из нейтрального переместился в сторону красного. Этот эффект, возможно, связан с изменением эволюционных свойств источников в выборке каталога "РадиоАстрон", где доля удаленных и мощных источников выше.

Полученные результаты по изменению свойств источников каталога "РадиоАстрон" указывают, что наряду с работой "центральной машины", в космологически удаленных источниках активные процессы звездообразования в околоядерных областях поставляют значительную пылевую составляющую. За счет этого может трансформироваться и цвет источников. Наличие одновременно вспышек звездообразования и активности в ядрах может служить косвенным указанием на космологическую удаленность объектов, так как рост скорости звездообразования напрямую связан с увеличением красного смещения источников.

Таким образом, оптические свойства источников каталога "РадиоАстрон" заметным образом отличаются от средних характеристик объектов полной выборки в радиодиапазоне. А часть из 25% не отождествленных радиоисточников могут представлять собой сильно удаленные объекты с пылевыми коконами, препятствующими их выделению в оптике на уровне 21^m. Около 50% источников в списке "РадиоАстрон", как уже упоминалось, могут иметь отрицательные спектральные индексы и принадлежать к классу радиогалактик и компактных галактик и быть оптически более слабыми, чем 21^m.

Прикладные направления РСДБ. Успехи метода РСДБ в астрофизике заложили фундамент развития прикладных направлений на принципиально новой основе. К ним относится и прецизионная астрометрия. Создана сеть опорных "точечных" источников, точность измерения координат которых достигает десятков микросекунд. Это позволило определить траектории свободного плавания аэростатных зондов в атмосфере Венеры (рис. 10). Расстояние до Венеры превышало 100 миллионов км, а мощность передатчика была всего лишь 1 Вт (проект ВЕГА). Для этого радиотелескопы: РТ-70, Уссурийск, Евпатория; РТ-22, Симеиз, Пущино; РТ-25, Улан Удэ и РТ- 64, Медвежьи озера были оснащены высокочувствительной аппаратурой на длину волны 18 см, водородными стандартами частоты, системами регистрации Марк-2 (Матвеенко, 2007).

Измерение траекторий движения зондов осуществлялось совместно с глобальной сетью и станциями слежения с 64-м антеннами Тидбинбилла, Мадрид и Голдстоун. Точность определения координат баллонов достигала 200 м, полет происходил со скоростью около 50 м/с (Матвеенко, 2007).

Для дальнейшего развития исследований, как в области астрофизики, так и прикладных направлений, было решение оснастить станцию Симеиз совершенной системой регистрации типа Марк-3А. Этот момент отражен на рис. 11. Здесь же приведена первая публикация по прецизионным геодинамическим измерениям.

В настоящее время это направление успешно развивается. РСДБ станция "Симеиз" на протяжении 26 лет в кооперации с почти 50 радиотелескопами мира проводит международные геодинамические исследования. В результате данных наблюдений были получены с миллиметровой точностью свидетельства о движении тектонических плит земной коры и параметры вращения Земли. Впервые получены величины горизонтальных и вертикальных движений РСДБ станции "Симеиз" относительно Евразийской тектонической плиты (Петров, Вольвач, Нестеров, 2001, Вольвач, Нестеров, 2001, Вольвач, 2005).

Заключение. В настоящее время, благодаря успехам технологии, освоен практически весь спектр радиоволн, начиная с самых коротких – миллиметровых. Созданы радиометры с предельно низкой шумовой температурой, регистрирующие устройства обеспечивают широкие полосы регистрации сигналов, атомные стандарты частоты сохраняют когерентность даже на миллиметровых волнах. Передача сигналов по оптоволоконным каналам обеспечивает работу в квазиреальном времени. Совершенствование методов обработки РСДБ сигналов позволила достигнуть супервысоких разрешений, достигающих десятков микросекунд дуги, что существенно расширяет возможности исследований как в области астрофизики, так и прикладных направлений. Большие технологические успехи достигнуты в реализации радиоинтерферометрии Земля-Космос – проект VSOP, Радиоастрон, начата подготовка проекта Миллиметрон.

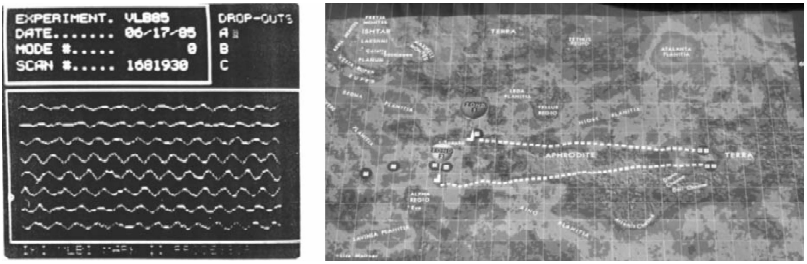


Рис.10. Траектории движения баллонов над поверхностью Венеры (справа), запись калибровочного источника W 3 OH, антенны Уссурийск и Евпатория, $\lambda = 18$ см.

Получены результаты в области так называемой электронной радиоастрономии, в частности, РСДБ реального времени. С целью получения оперативной обработки информации введен в действие новый специализированный терминал регистрации для РСДБ-локации, который позволяет записывать принятые сигналы непосредственно на жесткие диски компьютера и транслировать через Интернет в центр обработки в квазиреальном времени. С использованием NRTV-терминалов отработана процедура проведения экспериментов. С участием РТ-22 КрАО опробована технология получения высокоточных траекторных данных по высокоорбитальным объектам методом РСДБ-локации, а также технологии выявления неизвестных объектов в области ГСО в режиме "бим-трек" (Вольвач и др., 2004, Вольвач и др., 2006).

Перечисленные работы свидетельствуют о том, что радиотелескоп РТ-22 остается и по сей день ведущим инструментом миллиметрового диапазона длин волн, на котором проводятся фундаментальные исследования переменности потока активных ядер галактик и исследования механизмов генерации энергии, приводящих к возникновению мощных маяков во Вселенной – блазаров, в ядрах которых обнаруживают свою активность сверхмассивные черные дыры.

ПИСЬМА В АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 1995, том 21, № 2, с. 129 - 131

УДК 524.5

ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ СТАНЦИИ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ "СИМЕИЗ"

© 1995 г. Т. А. Кларк*, Дж. Босворт*, Н. Ванденберг*, Д. Гордон*, Е. Хивмич*, Д. Шаффер*, А. Витней**, Б. Корей**, А. Нил**, С. Томас**, Л. И. Матвеенко***, Р. Х. Мусин***, А. В. Шевченко***, Н. С. Нестеров***, А. В. Степанов****, П. С. Никитин****, А. В. Ипатов*****, В. В. Мардышкин*****, Д. В. Иванов*****, Я. С. Яцкив******, М. М. Медведский******

*Годдардский космический центр, США
**Хайстекская радиообсерватория, США
***Институт космических исследований РАН, Москва
****Крымская астрофизическая обсерватория ГКНТ Украины
*****Институт прикладной астрономии РАН, Санкт-Петербург
******Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, Киев

Поступила в редакцию 06.10.94 г.

На радиоинтерферометрической станции "Симеиз" введен в действие комплекс аппаратуры на длинах волн 3.6 и 13 см с совмещенным облучателем, установлена система регистрации МК-3. Эквивалентные шумы системы равны 800 и 1500 Ян на волнах 3.6 и 13 см соответственно. Эффективная площадь антенны – 150 $м^2$ на обеих волнах. Измерено положение антенны с точностью <10 мм.

Рис. 11. Заключительный момент "подписания соглашения" астрофизиков и геофизиков

БЫСТРЫЕ, ЯРКИЕ, ДАЛЕКИЕ...

С.А.Трушкин (САО РАН)

Астрономия 21 века полна удивительных открытий: сотни-тысячи внесолнечных планетных систем ("Кеплер"), космические эксперименты по исследованию реликтового микроволнового фона сначала обсерваторией WMAP (США), а затем европейским зондом "Планк" показали всю силу новой экспериментальной науки "точной космологии", в которой на основе стандартной модели (ΛCDM) определены все ключевые параметры эволюции Вселенной. Трудно не восторгаться экспериментам (LIGO+Virgo) по поиску и обнаружению гравитационно-волновых сигналов от слияния двух черных дыр или нейтронных звезд, которые открыли новую астрономию 21 века. Современные нейтринные установки (IceCube) достигли такого уровня точности позиционирования источников космических нейтрино, что уже можно однозначно отождествить их с ядрами активных галактик. Мы стали свидетелями замечательного успеха рентгеновской астрономии – завершен первый обзор всего неба с помощью телескопа Erosita на борту российско-германского спутника СРГ. Впервые обнаружены тысячи новых скоплений галактик.

Однако в области наземной наблюдательной радиоастрономии самым удивительным стало открытие быстрых радиовсплесков (БРВ). Здесь стоит заглянуть в историю астрономии 20 века. Еще в 1932 году, сразу после открытия физиками нейтрона, астрофизики Вальтер Бааде и Фриц Цвикки предсказали, что в космосе, возможно, существуют звезды, полностью состоящие из нейтронов. И только три десятилетия спустя, в 1967 году, аспирантка проф. Хьюиша, Джозелин Белл обнаружила периодические радиосигналы от нескольких источников на небе, которые почти сразу были опознаны как замагниченные быстро вращающиеся нейтронные звезды – пульсары. Это обнаружение столь экзотических объектов привело к развитию пульсарной тематики на всех крупных телескопах мира. Уже к концу 80-х годов 20 века число известных пульсаров перевалило за тысячу. Кроме традиционных радиопульсаров с периодами 0.2–2 секунды, были обнаружены миллисекундные радиопульсары, рентгеновские пульсары и даже гамма-пульсары.

Главной наблюдательной особенностью пульсаров в Млечном Пути на разных частотах оказалось явление запаздывания прихода импульсов с уменьшением частоты. Для увеличения чувствительности и определения первоначальных параметров импульсного излучения было необходимо делить широкую полосу приема радиометра на много узких каналов, а потом суммировать принятые сигналы в них с найденным сдвигом по времени прихода импульсов. Явление получило название "межзвездной дисперсии", а методика обработки измерений "де-дисперсизацией" – удалением дисперсии. Физическое явление дисперсии радиоволн хорошо объясняется наличием в межзвездной среде (МЗС) большого числа тепловых свободных электронов, которые рассеивают радиоволны. Величина "мера дисперсии" (DM) связывает время прихода импульса и расстояние, пройденной волнами в МЗС. Современные "пульсарные машины" – комплексы многоканальных цифровых радиометров (обычно в дециметровом

диапазоне волн) способны обнаруживать очень слабые пульсарные сигналы, хотя из-за эффекта узконаправленности сигнала, удалось обнаружить не более одной тысячной от миллионов активных радиопульсаров в нашей Галактике.

Вернемся к БРВ. В 2007 году американский астроном Д. Лоример поручил своему аспиранту поискать в архивных записях австралийского 64-м телескопа в Парксе одиночные импульсы, которые были подвержены межзвездной дисперсии, то есть от источника заведомо вне солнечной системы. И такой сигнал (на записи 2001 года) с очень высоким потоком (30 Янских) был найден. Надо признаться, что подобно многим радиоастрономам, прочитав статью об этом обнаружении, я был настроен крайне скептически – "ну, это или радиопомеха, или сигнал от околоземного спутника со специфическим дрейфом частоты". И только после того как сначала еще несколько подобных импульсов были обнаружены на архивных записях телескопа в Парксе в 2011 году, а потом и в наблюдениях на других телескопах стало ясно, что от этого редкого, но яркого космического явления – быстрых радиовсплесков нельзя отмахнуться. Высокие меры дисперсии указывали на внегалактическое происхождение сигналов, так как распределение электронной концентрации по диску нашей Галактики было хорошо промерено как по данным пульсаров с известными расстояниями, так и по радиоизмерениям разных галактических источников. Это приводило в оценкам светимости БРВ, на многие порядки превосходившие любые известные тогда яркие (гигантские) импульсы от молодых радиопульсаров, или импульсы от вращающихся радиотранзиентов (RRAT).

Далее события стали развиваться стремительно. В ноябре 2012 года на телескопе Аресибо был обнаружен первый повторный всплеск. Повторение импульсов, пусть и с довольно большой скважностью, сразу отсекала многие "катастрофические" модели происхождения БРВ, как-то: вспышки сверхновых, слияние нейтронных звезд и пр. Стоит оговориться – если только одиночные и повторные БРВ не имеют разное происхождение.

После нескольких лет "охоты" за этим единственным повторным БРВ, наконец, с помощью интерферометра VLA удалось определить точные координаты всплеска. А последующие оптические наблюдения показали, что сигнал поступает из компактной области звездообразования в карликовой галактике, которая в сто раз менее массивна, чем Млечный Путь. Красное смещение этой галактики равно 0.19, то есть расстояние, определяемое по хаббловскому закону, оценивается в один гигапарсек. Итак, внегалактическая природа повторного всплеска была блестяще подтверждена.

Число обнаружений БРВ стало расти по мере подключения новых телескопов: ASKAP, UTMOST, FAST, Arecibo, наш БСА (ПРАО). Но, вероятно, самый главный прорыв происходит в наблюдениях на новом канадском телескопе CHIME. Этот телескоп разрабатывался для обзора неба в линии нейтрального водорода (1420 МГц), от источников на высоких красных смещениях до $z \sim 6$. Конструкция телескопа, состоящего из четырех параболических цилиндров, в отличие от традиционных параболоидов, как в Парксе, позволяет охватить большое поле зрения. Это является ключевой характеристикой в обнаружении сигнала от транзиентного источника в неизвестной области неба, то есть в так называемых слепых обзорах неба. Даже при существующих оцен-

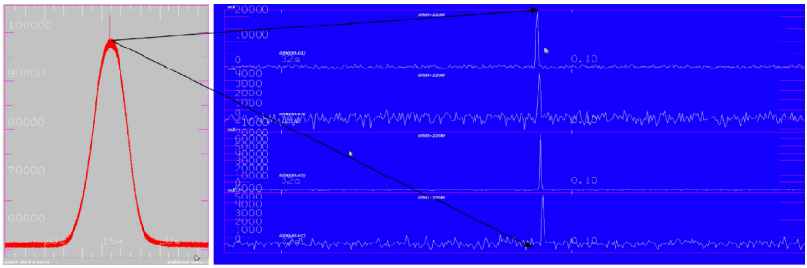
ках темпа вспышек – до нескольких тысяч событий в день по всему небу (4π), для вероятного обнаружения нужно поле зрения больше половины квадратного градуса. Сейчас именно CHIME обнаруживает все больше БРВ в диапазоне 400-1400 МГц. Замечательно, что обновленная синфазная решетка ПРАО БСА стала обнаруживать БРВ в диапазоне 111 МГц.

Можно перечислить главные характеристики БРВ: импульсы от 1 до 100 мс, яркость до сотен янских в импульсе, яркостные температуры самых быстрых всплесков достигают огромных величин до 10^{36} К. Структура некоторых всплесков определяется даже на уровне долей микросекунды, то есть всплески идут из областей с размером всего около сотни км.

Интересно привести для сравнения структуру импульсов пульсара в Крабовидной туманности – его наносекундые субимпульсы соответствуют физическому размеру области излучения в один метр! Как правило, меры дисперсии БРВ лежат в диапазоне от 300 до 1500 пс/см^3, всплески часто бывают сильно поляризованы, как линейно (до 100 %), так и по кругу (~20%). Есть явные указания на большую меру вращения, набранную в магнитном поле вблизи самого источника излучения всплеска. Уже обнаружено (например на CHIME) несколько повторных всплесков, мало того, один БРВ 180916.J0158+65, вероятно, имеет период, равный 16 дням, что может указывать на двойственную природу объекта, хотя возможна и свободная прецессия.

В апреле 2020 года пришла удивительная новость – на радиорешетке STARE2 обнаружен экстремально яркий БРВ от галактического магнетара SRG 1935+2154, расположенного в молодом остатке сверхновой G57.2+0.8. Импульс от этого магнетара был в 4000 раз ярче, чем от любого источника, когда-либо наблюдаемого в Млечном Пути.

РАТАН-600 тоже подключился к поиску всплесков, так как ясно, что даже 120 на сегодня обнаруженных БРВ не дают необходимую статистику, чтобы делать надежные выводы о природе всех всплесков. Мы используем одну из четвертей телескопа – Западный сектор, в фокусе которого расположено вторичное зеркало, на фокальной плоскости которого установлены четыре идентичных радиометра на частоте 4.7 ГГц. Общая полоса приема (600 МГц) каждого радиометра разделена специальными СВЧ-фильтрами на четыре узкие полосы по 150 МГц. Это необходимо, чтобы выделять на фоне помех или



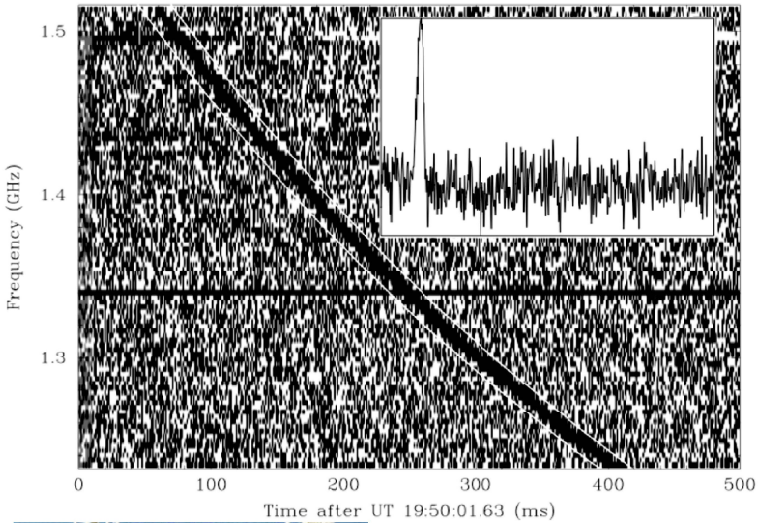
Наблюдение гигантского импульса от пульсара в Крабовидной тумунности на кривой прохождения на частоте 4.7 ГГц

близких источников импульсы от подверженных дисперсии космических источников. Очевидно, что минимальное число узких каналов в полосе для выделения дисперсии с квадратичной зависимостью от частоты равно четырем, а использование высокой частоты 4.7 ГГц, на которой нет дополнительного рассеяния (размазывания) импульса, сильно упрощает обработку записей, так как и число помех, и число независимых каналов не велико.

Хотя мы проводим обзор уже третий год, пока нам не удалось обнаружить значимые (больше 5 сигм) импульсы, подверженные дисперсии. Причины могут быть разные: во-первых, поле зрения всех четырех лучей не так велико, как например, у телескопа в Парксе, во-вторых, высокая частота априори хуже низкой (~ 1 ГГц), так как радиоспектр БРВ, вероятно, подобен пульсарному, то есть яркость всплесков сильно падает с частотой. Возможно, есть еще селективный эффект, связанный с высокой линейной поляризацией БРВ, так как наша аппаратура настроена на прием только одной поляризации. Довольно значительную часть дневного времени обзора число и уровень помех вокруг нашего телескопа (окрестности станицы Зеленчукская) настолько велик, что эффективное время обзора неба заметно падает. Тем не менее мы не теряем надежду обнаружить быстрые радиовсплески на высокой частоте. Вероятно, в 2021 году мы увеличим число лучей до восьми, что удвоит поле зрения. К тому же, у нас появилась уверенность, что наши аппаратура и методика успешно справятся с поставленной задачей. Мы неоднократно обнаруживали гигантские импульсы от 33-миллисекундного пульсара в Крабовидной туманности. В конце 2018 и вначале 2019 года мы успешно наблюдали на одном четырехканальном радиометре на частоте 4.7 ГГц многие сотни одиночных импульсов от транзиентного магнетара XTE J1809-197, когда он на время стал самым ярким радиопульсаром в Галактике. Мы неоднократно наблюдали одиночные импульсы от близкого пульсара PSR0329+54.

Быстрые радиовсплески еще десять лет назад были "маргинальным" явлением для большого числа астрономов. И надо сказать, были основания – вспомним анекдотичную историю с "перитонами" в Парксе, на деле оказавшимися сигналами от преждевременно открываемой дверцы микроволновой печи в здании рядом с телескопом.

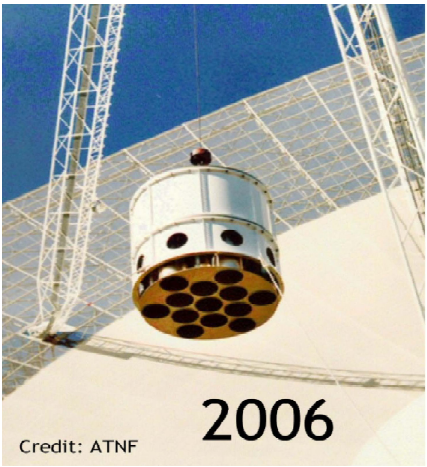
Ныне признанные и популярные БРВ позволили измерять параметры самих источников излучения, которыми весьма вероятно являются сильно замагниченные молодые нейтронные звезды – магнетары – излучение от которых может быть сильно переменным, и даже транзиентным. Многие исследователи верят, что обнаружение всплесков в других диапазонах даст еще один мощный толчок к интенсивным исследованиям всего космоса – от окрестностей Солнца до процессов в ранней Вселенной.



Запись быстрого радиовсплеска

Действительно, мы получили дополнительный бонус от налюдений БРВ – исследование межгалактической среды, которая, как показали измерения межгалактической дисперсии, может быть наполнена и электронами, и протонами. То есть появляется возможность обнаружить и исследовать темную материю в межгалактическом пространстве.

Итак, в 10-х годах 21 века появился мощный инструмент исследования и далекого, и близкого космоса с помощью столь удивительного физического явления – быстрых радиовсплесков.



Установка в фокус 64метрового телескопа в Паркс 13-лучевого радиометрического комплекса на частоте 1.4 ГГц

ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ОБЛАСТЕЙ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

И. И. Зинченко

Звёздное небо над нами не является неизменным. Звезды рождаются и умирают. Конечно, на протяжении человеческой жизни увидеть эти изменения почти невозможно. Лишь изредка случаются яркие события вроде вспышки сверхновой, которые знаменуют собой конец жизненного пути некоторых звезд (звезда при этом не исчезает полностью, а, сбрасывая внешние слои, коллапсирует в нейтронную звезду или черную дыру). Возраст многих звезд очень мал по космическим меркам, а это значит, что образовались они недавно. Каждый год в нашей Галактике рождается несколько звезд. В некоторых галактиках скорость образования звезд значительно выше – в них происходят так называемые вспышки звездообразования.

Но все эти оценки сделаны по косвенным проявлениям процесса звездообразования. Непосредственно его увидеть очень сложно. Звезды рождаются в глубине облаков пыли и газа, куда почти не проникает видимый свет. «Звездные колыбели» становятся видны на более длинных волнах – в инфракрасном (ИК) и в радио диапазонах. Температура этих областей очень низка – всего 10-30 градусов выше абсолютного нуля и даже ниже. При таких температурах по закону Планка пик излучения приходится на интервал длин волн, который можно рассматривать, как относящийся и к ИК диапазону, и к радиодиапазону (граница между ними довольно условна). Его называют и дальним инфракрасным, и субмиллиметровым (по длине волны излучения), и (суб)терагерцовым (по частоте). Именно этот диапазон и оказывается наиболее информативным при изучении процессов звездообразования. Эта высокая информативность обусловлена еще и тем, что он очень богат спектральными линиями различных молекул, которых оказалось неожиданно много в межзвездной среде. Эти линии несут важную информацию о физических условиях и процессах в областях звездообразования. Не менее важен в этом отношении и миллиметровый диапазон длин волн. Дело в том, что основной компонент межзвездной среды – водород – находится в этих областях в молекулярной форме, и, поскольку молекула водорода не имеет дипольного момента, в холодных облаках он не наблюдаем. Увидеть этот молекулярный газ и определить его свойства помогают другие широко распространенные молекулы, такие как молекула угарного газа CO, низший вращательный переход которой соответствует длине волны 2.6 мм.

Эта линия CO была впервые зарегистрирована в межзвездной среде в 1970 году, когда развитие приемной техники миллиметрового диапазона позволило это сделать. Несколькими годами ранее на сантиметровых волнах были зарегистрированы линии некоторых других молекул (OH, H_2O, NH_3). К настоящему времени в межзвездной и околозвездной среде обнаружено около 200 различных молекул, не считая изотопологов.

Активное освоение миллиметрового диапазона в радиоастрономии началось с конца 50-х, 60-х годов прошлого века. Были построены первые крупные антенны этого диапазона, в том числе в СССР две антенны диаметром 22 м в Пущино и в Крыму (последняя имеет более точную поверхность), а также пассажный радиотелескоп РТ-25х2 (Научно-исследовательский радиофизический институт – НИРФИ, Горький / Нижний Новгород). В НИРФИ под руководством

А.Г. Кислякова были созданы высокочувствительные приемники коротковолновой части миллиметрового и субмиллиметрового диапазона, проведены наблюдения космических объектов, в том числе областей звездообразования, в основном на РТ-22 КрАО. В дальнейшем эти работы проходили в ИПФ РАН под руководством И.И. Зинченко. Успешно велась работа по охлаждаемым приемникам с участием специалистов из НПО «Сатурн» в Киеве. Параллельно в Харькове под руководством В.М. Шульги был создан мазерный усилитель диапазона длин волн 3 мм, а также малошумящие приемники на диодах с барьером Шоттки. С участием сотрудников ИРЭ РАН был создан приемник того же диапазона на основе перехода сверхпроводник-изолятор-сверхпроводник (СИС), который долгое время являлся основным типом приемников для радиоастрономических наблюдений на коротких миллиметровых волнах. Для наблюдений спектральных линий был использован акустооптический анализатор спектра, разработанный в Санкт-Петербургском политехническом институте под руководством Н.А. Есепкиной. Важную роль играла поддержка руководства РТ-22 КрАО. Объединение усилий этих групп позволило получить ряд важных результатов. При этом на РТ-22 в Пущино под руководством Р.Л. Сороченко успешно велась работа по изучению областей звездообразования в спектральных линиях молекул и в радиорекомбинационных линиях на более длинных волнах. В ИКИ РАН начались исследования мазеров в областях звездообразования, в том числе методами РСДБ, продолженные затем также в АКЦ ФИАН.

Миллиметровые и особенно субмиллиметровые волны сильно поглощаются атмосферными газами, прежде всего, парами воды и кислородом. Поэтому телескопы этого диапазона стараются строить высоко в горах. Но есть и исключения. Так, крупнейший для своего времени миллиметровый радиотелескоп диаметром 22 м (РТ-22 Крымской астрофизической обсерватории) был построен на берегу Черного моря. Так же на берегу моря расположен и 20-м радиотелескоп обсервато-

РТ-22 КрАО

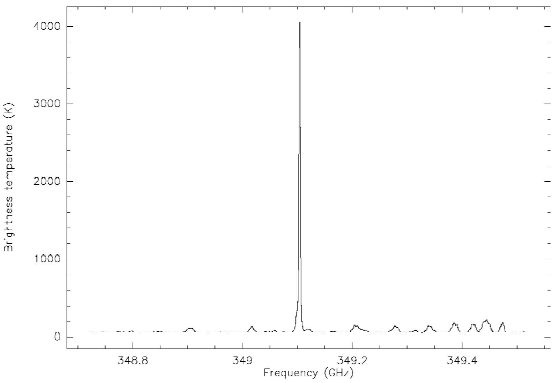
рии Онсала (Швеция), практически на уровне моря находится 14-м радиотелескоп обсерватории Мецахови (Финляндия). В спектре поглощения атмосферы есть так называемые «окна прозрачности», расположенные между полосами поглощения атмосферных газов. Радиотелескопы на уровне моря могут вполне эффективно работать в окнах прозрачности 3 мм (частоты примерно от 70 до 115 ГГц) и 2 мм (частоты примерно от 130 до 160 ГГц). Наблюдения на более высоких частотах с такого уровня практически невозможны. На Земле не так уж много подходящих мест для строительства высокогорных обсерваторий. Такое место должно иметь хороший «астроклимат», то есть демонстрировать благоприятную статистику атмосферного поглощения в рабочих диапазонах, а также должно быть более или менее доступным. Основной фактор, который определяет статистику атмосферного поглощения – это содержание водяного пара в атмосфере. Поиск мест с минимальным содержанием водяного пара – это отдельная задача, которой активно занимаются разными способами. Уже довольно давно был построен 30-м радиотелескоп в горах Испании на высоте примерно 2800 м (Пико Велета), который очень эффективно работает в окне прозрачности 1.3 мм, а в ясные морозные зимние дни и на 0.8 мм. Есть несколько субмиллиметровых телескопов на вершине потухшего вулкана Мауна Кеа (Гавайи, высота 4200 м). Недавно завершено строительство Большого Миллиметрового Телескопа диаметром 50 м в горах Мексики (высота 4600 м). Одно из наиболее благоприятных мест – это пустыня Атакама в Чили на высоте примерно 5000 м над уровнем моря. Недавно там было завершено строительство гигантского комплекса антенн под названием Большая миллиметровая/субмиллиметровая решетка в Атакаме (Atacama Large Millimiter/submillimeter Array – ALMA). Этот комплекс включает в себя 54 антенны диаметром 12 метров и 12 антенн диаметром 7 метров. Самая короткая рабочая длина волны – примерно 0.3 мм (частота ~ 1 ТГц). Эти антенны образуют интерферометр с максимальной базой 16 км, что позволяет получить угловое разрешение примерно 0.01 секунды дуги. Некоторое подобие ALMA в северном полушарии – это интерферометр NOEMA (NOrthern Extended Millimeter Array) во французских Альпах, состоящий их 12-и антенн диаметром 15 м. Но он расположен на более низкой высоте и его рабочий диапазон ограничен длиной волны 0.8 мм. Уникальным местом является южный полюс, где великолепный астроклимат благодаря большой высоте над уровнем моря и очень

Большая миллиметровая/субмиллиметровая решетка в Атакаме (Чили)

низкой температуре. Там также построен субмиллиметровый телескоп диаметром 10 м. Пока отстает в строительстве субмиллиметровых телескопов Азия, хотя там есть очень хорошие площадки в Тибете и на Памире.

Однако, даже в самых лучших условиях наблюдения на частотах выше 1.5 ТГц (длина волны 0.2 мм) с поверхности Земли невозможны. Решением являются бортовые инструменты, устанавливаемые на аэростатах, самолетах и космических аппаратах. Одним из таких инструментов является самолетная обсерватория SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy) – телескоп диаметром 2.7 м на борту Boeing 747. Но даже в этом случае не удается полностью избавиться от влияния атмосферы. Очень много новых результатов дала субмиллиметровая космическая обсерватория Herschel Европейского космического агентства. Этот телескоп диаметром 3.5 м успешно работал с 2009 по 2013 год в точке Лагранжа L2 на расстоянии 1.5 миллиона километров от Земли. Сейчас прорабатываются новые проекты космических субмиллиметровых телескопов. Один из них – проект «Миллиметрон» (Спектр-М), который предполагает запуск в точку Лагранжа охлаждаемой до температуры ~ 5 К антенны диаметром 10 м, оснащенной болометрическими и гетеродинными приемниками субмиллиметрового диапазона. Запуск планируется в конце 20-х годов.

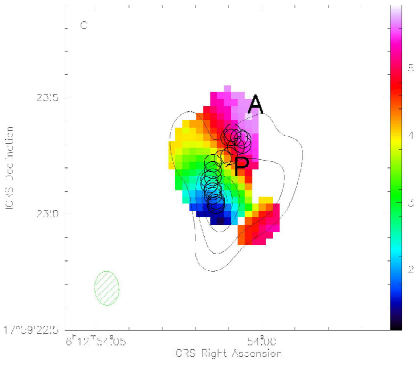
Что и каким образом удается узнать о межзвездных облаках по радионаблюдениям? Во-первых, на основе крупномасштабных обзоров в линии CO были получены данные о распределении и кинематике (по эффекту Доплера) молекулярного газа в Галактике, а позднее и в других галактиках. Такие обзоры дают общее представление о распределении и кинематике межзвездного вещества, однако имеют довольно низкое угловое разрешение и с трудом позволяют выделить и исследовать компактные области звездообразования. Близкие к нам очаги звездообразования находятся в так называемых темных облаках, наблюдаемых в оптическом диапазоне. В этих облаках образуются звезды сравнительно небольшой массы, порядка солнечной. Более далекие области звездообразования обнаруживаются в обзорах плоскости Галактики с достаточно высоким разрешением в континууме и в линиях некоторых молекул на миллиметровых и субмиллиметровых волнах. Многие из них отождествляются с так называемыми инфракрасными темными облаками, которые рассматриваются как начальные стадии образования массивных звезд. Индикаторами образования таких звезд являются также мощные ИК источники, а в радиодиапазоне – мазеры и компактные области ионизованного водорода (H II).



Спектр излучения S255IR вблизи частоты обнаруженной мазерной линии. Более слабые видимые линии в основном принадлежат CH_3CN.

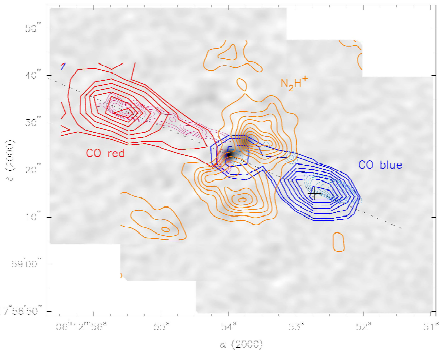
К настоящему времени проведены многочисленные исследования областей звездообразования разного типа на разных масштабах при помощи как одиночных радиотелескопов, так и радиоинтерферометров. Если попытаться коротко суммировать основные результаты, то можно выделить следующее.

Сравнительно недавно, благодаря в основном наблюдениям на космической субмиллиметровой обсерватории Herschel, было установлено, что межзвездные облака имеют волокнистую структуру и именно в волокнах сосредоточены протозвездные сгустки. В результате появилась новая парадигма звездообразования, согласно которой такие межзвездные волокна играют основную роль в процессе образования звезд. В настоящее время изучение межзвездных волокон активно продолжается. Если наблюдения на Herschel охватывали близкие к нам темные облака, то в дальнейшем были проведены обзоры волокнистых структур на масштабах всей Галактики. Наблюдения демонстрируют фрагментацию волокон, продольный коллапс в некоторых из них, более активное звездообразование в местах пересечения волокон. Последнее может указывать на инициирование процесса звездообразования столкновениями волокон.



Карта первого момента (скорости) в мазерной линии. Контуры – излучение в континууме на волне 0.85 мм. (Zinchenko et al. 2017)

Еще на ранних этапах изучения областей звездообразования в линиях различных молекул было найдено, что ряд спектральных линий, прежде всего линии молекулы CO имеют протяженные «крылья», что свидетельствует о движении вещества с большой скоростью относительно центра. Так были обнаружены высокоскоростные биполярные истечения, которые оказались неотъемлемой стадией процесса звездообразования. Наблюдения с высоким разрешением на интерферометрах выявили наличие сплющенных вращающихся дискообразных структур вокруг протозвездных объектов. Эти данные указывают на то, что аккреция вещества на протозвезду происходит через протозвездные диски. При этом часть вещества выбрасывается вдоль оси вращения в виде биполярных истечений. Эти истечения уносят часть углового момента аккрецирующего вещества, что позволяет решить про-



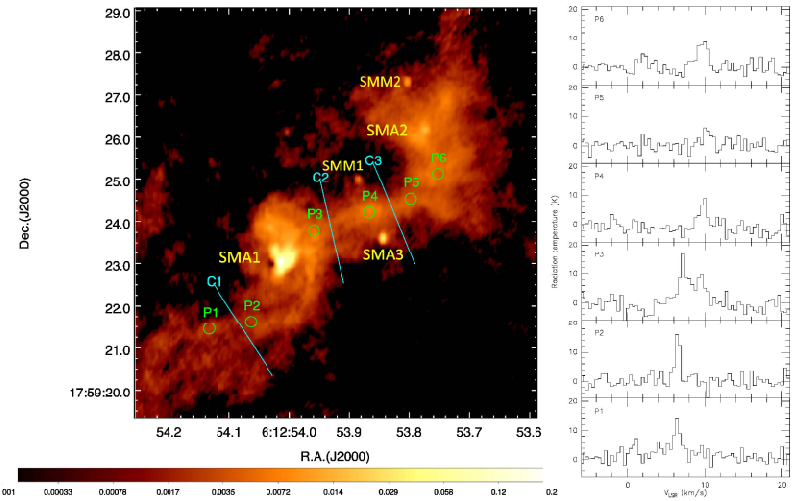
Пример наблюдений высокоскоростного биполярного истечения в области образования массивных звезд S255IR. Синие и красные контуры показывают изучение в синем и красном крыльях линии молекулы CO (Zinchenko et al. 2015).

блему сжатия протозвездного ядра, которому препятствует сохранение углового момента. Имеются наблюдения, подтверждающие вращение истечений.

Новые возможности, предоставляемые такими инструментами, как ALMA и NOEMA, сделали возможным детальное изучение околозвездных дисков. Были получены, в частности, впечатляющие изображения сравнительно близких протопланетных дисков, в которых отчетливо видны кольцеобразные «прогалы», свидетельствующие об образовании планет. Диски или, возможно, торы наблюдаются вокруг звезд разных масс, хотя их характеристики, так же, как и характеристики биполярных истечений, меняются в зависимости от массы звезды.

Много внимания уделяется поиску и изучению дисков вокруг массивных звезд, поскольку механизмы образования таких звезд неясны. Диски или торы вокруг таких звезд действительно наблюдаются, причем их вращение в ряде случаев неплохо описывается законом Кеплера. При этом бывает, что еще лучшее согласие с наблюдениями дают модели, сочетающие вращение и аккрецию. Несколько лет назад впервые были зарегистрированы мощные вспышки светимости у двух массивных протозвезд, которые, как было показано, обусловлены эпизодической аккрецией вещества из диска. Таким образом, диски вокруг таких звезд, вероятно, сильно неоднородны и это соответствует некоторым развиваемым сейчас моделям. К сожалению, увидеть эти неоднородности пока не удалось, даже на ALMA, но в принципе возможности ALMA могут это позволить.

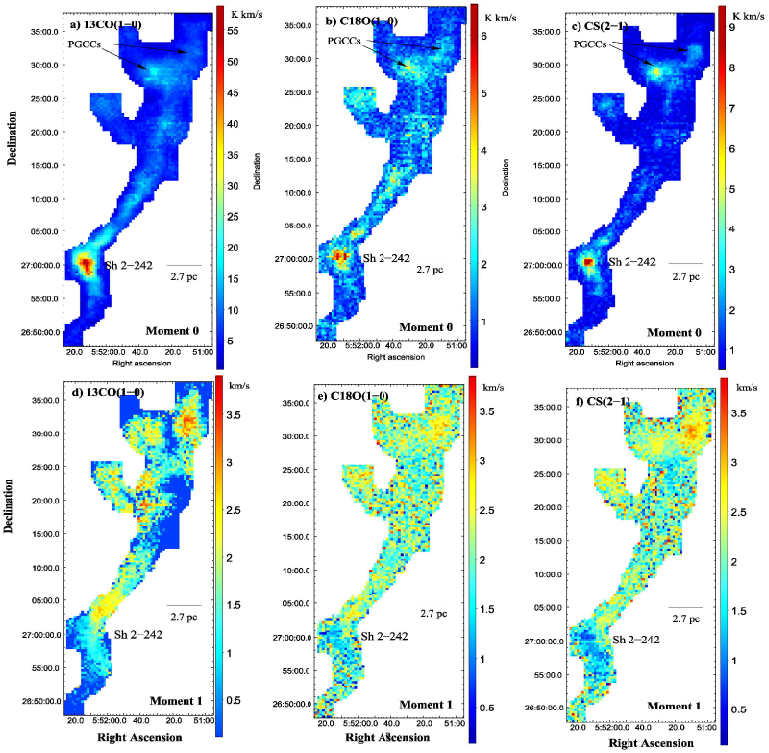
Массивные звезды ионизуют вещество вокруг себя. Излучение этих ионизированных областей H II в континууме и в радиорекомбинационных линиях хорошо наблюдается в радиодиапазоне, позволяя получать информацию о характеристиках ионизующих звезд, а также изучать взаимодействие ионизованного и нейтрального вещества. Расширение зон H II создает ударные фронты, которые могут служить триггером процесса звездообразования.



Необычно узкое (порядка 1000 а.е.) волокно, обнаруженное нами в области S255IR по наблюдениям на ALMA и спектры излучения в линии J=7-6 C34S (Zinchenko et al. 2020).

Хорошими трассерами ближайших окрестностей массивных протозвезд являются мазеры на переходах различных молекул, прежде всего воды и метанола. Анализ механизмов накачки мазеров позволяет делать выводы о физических условиях в областях мазерного излучения. Хотя имеются хорошо развитые модели возбуждения мазеров, иногда удается обнаружить новые, не предсказанные мазерные линии. Плотность потока мазеров может сильно меняться во времени, отражая изменения уровня накачки и свойств среды. Нередко наблюдаются вспышки мазеров. Например, очень мощная вспышка мазера воды в одной из областей звездообразования была зарегистрирована недавно на РТ-22 КрАО.

Яркость молекулярных мазеров очень велика и это позволяет изучать их методами радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами (РСДБ). Уникальный вклад здесь внес российский космический телескоп «Радиоастрон» (Спектр-Р), который позволил достичь рекордного углового разрешения. Мазеры разного типа отслеживают разные структуры и процессы в областях звездообразования. Одни из них возбуждаются на фронтах ударных волн. Другие накачиваются инфракрасным излучением вблизи протозвезд. Методы РСДБ позволяют видеть движение мазеров в картинной плоскости, а по эффекту



Карты протяженного волокна в S242 в различных линиях
(Dewangan, Pirogov, Ryabukhina et al. 2019)

Доплера мы видим их движение вдоль луча зрения. Таким образом можно получить трехмерную картину движения мазеров вблизи протозвезд.

РСДБ наблюдения мазеров дают также возможность точного определения расстояний на масштабах Галактики на основе измерений годичного параллакса мазерных источников. К настоящему времени такие измерения проведены для целого ряда объектов.

Как отмечалось выше, к настоящему времени в межзвездной среде в основном методами радиоастрономии обнаружено около 200 различных молекул, не считая их изотопологов. Наиболее богатый химический состав наблюдается в так называемых «горячих ядрах», ассоциируемых с ранними стадиями образования массивных звезд. Среди этих соединений много так называемых сложных органических молекул. Такие молекулы вызывают большой интерес в связи с поиском следов жизни во Вселенной. Появлялись сообщения об обнаружении простейшей аминокислоты – глицина, но они пока не подтвердились. Многие из наблюдаемых молекул являются важными индикаторами физических условий в межзвездных облаках. Выше уже говорилось о роли молекулы угарного газа CO, которая является самой распространенной молекулой после молекулы водорода. Вследствие большого обилия, оптическая толщина в линиях CO обычно очень велика. Поскольку электрический дипольный момент у молекулы CO мал по сравнению с большинством других распространенных молекул, скорость радиационных переходов тоже мала по сравнению со скоростью переходов за счет соударений в типичных условиях межзвездных облаков. В результате молекулы CO оказываются «термализованы», то есть распределение населенностей по уровням описывается законом Больцмана с температурой, соответствующей кинетической температуре газа. Вследствие этого и большой оптической толщи, яркостная температура в линиях CO отражает кинетическую температуру газа. Однако, с другой стороны, большая оптическая толщина приводит к тому, что в этих линиях мы видим условия во внешних слоях облака. Внутренние слои лучше прослеживаются в линиях других молекул с большим дипольным моментом, которые возбуждаются при более высоких концентрациях газа. Среди этих молекул есть такие, которые являются хорошими индикаторами температуры. Это молекулы типа симметричного волчка, в первую очередь NH_3, CH_3CN, CH_3CCH. Правила отбора разрешенных переходов в этих молекулах приводят к тому, что относительные населенности ряда уровней определяются исключительно столкновениями молекул, то есть температурой газа. Анализ данных наблюдений нескольких переходов молекулы позволяет также оценить концентрацию газа в области излучения.

Анализ химического состава также является важным средством изучения как физических условий в облаках, так и их эволюционного статуса. К настоящему времени разработаны модели химических процессов в межзвездной среде, включающие в себя тысячи реакций как в газовой фазе, так и на поверхности пылинок. Наблюдения различных изотопологов некоторых молекул, в первую очередь ^{12}CO, ^{13}CO и $C^{18}O$ выявили значительные градиенты распространенностей разных изотопов по радиусу Галактики. Например, отношение $^{13}CO/^{12}CO$ значительно возрастает во внутренних областях Галактики. Анализ этих градиентов помогает понять особенности нуклеосинтеза в Галактике. По наблюдениям спектральных линий выявлены также градиенты физических характеристик областей звездообразования по радиусу Галактики.

Возможности новых инструментов позволяют изучать отдельные комплексы звездообразования в близких галактиках, а также молекулярный газ и пыль в очень далеких галактиках. Это позволяет проследить историю звездообразования во Вселенной.

СЕМЕН ЯКОВЛЕВИЧ БРАУДЕ – ЧЕЛОВЕК И РАДИОАСТРОНОМ

К 110-летию со дня рождения

О.М. Ульянов

28 января 2021 года исполнится 110 лет со дня рождения замечательного Человека и выдающегося Радиоастронома Семена Яковлевича Брауде. Он ушел от нас 20.06.2003 на 93 году жизни. Семен Яковлевич прожил яркую и насыщенную жизнь, оставив свой след в небе, словно яркая комета. Этот след остался в судьбах его учеников и даже учеников его учеников, вдохновляя их всех продолжать начатую Семеном Яковлевичем эпоху декаметровой радиоастрономии.

Семен Яковлевич Брауде родился 28 января в 1911 г. в городе Полтава (Украина) в семье чиновника. Его отец был финансовый работник, а мать – зубной врач. Это позволило ему получить прекрасное школьное, а со временем и университетское образование.

В сентябре 1928 г. Семен Брауде стал студентом физико-химико-математического факультета Харьковского университета. Он успешно его закончил в 1932 г. (сейчас его имя заслужено находится в списке известных людей, связанных с Харьковским национальным университетом им. В.Н. Каразина). Еще со студенческой скамьи (1930 г.) Семен Брауде активно работал в лабораториях университета, а со временем и в лабораториях УФТИ (Украинский физико-технический институт – был образован в Харькове в 1928 г. при содействии академика А.Ф. Иоффе https://www.kipt.kharkov.ua/en.html). Несмотря на то, что основные научные направления УФТИ были связаны с ядерной физикой, Семен Яковлевич Брауде попал в лабораторию электромагнитных колебаний будущего академика, а тогда профессора А.А. Слуцкина. В эту же группу попал будущий директор украинского Института Радиофизики и электроники (http://www.ire.kharkov.ua/en/) Александр Яковлевич Усиков (сейчас ИРЭ носит его имя). В 1937 г. Семен Яковлевич Брауде в возрасте 26 лет защитил кандидатскую диссертацию.

Осенью 1941 г. в составе института связи Красной армии Семен Яковлевич эвакуируется из Харькова в Среднюю Азию в г. Бухару, где работал до сентября 1942 г. С сентября 1942 г. по март 1944 г. переехал и работал в г. Алма-Ата, где в это время находился коллектив УФТИ.

В 1944 г. коллектив УФТИ возвратился в Харьков. Научные исследования продолжались. Бурная научная деятельность в предвоенный и военный период дала Семену Яковлевичу Брауде возможность в 1943 г. защитить докторскую диссертацию. Докторская диссертация С.Я. Брауде была посвящена решению проблемы стабилизации магнетронных генераторов (диплом ТН № 000117). В 1944 г. Семену Яковлевичу присвоили звание профессора (аттестат ПР. № 000137).

В послевоенные годы С.Я. Брауде сочетал научную и преподавательскую деятельность (1945-1950 г.г. – заведующий кафедрой приемо-передающих устройств, Электротехнического института, 1950-1956 г.г. – заведующий кафедрой теоретической радиотехники, профессор Харьковского политехнического института). Для курса лекций он выбирал новый материал, который зачастую еще не был изложен в учебниках. С его слов, это приводило к тому, что зачас-

тую он сам знал материал только на две лекции раньше, чем студенты. Все это создавало атмосферу научного творчества в студенческой среде и позволило Семену Яковлевичу выбрать себе достойных студентов для дальнейших совместных научных исследований. Помимо А.В. Меня, одним из таких студентов был Леонид Григорьевич Содин (впоследствии доктор физико-математических наук, лауреат Государственной премии СССР 1987 г.).

Путь Семена Яковлевича в радиоастрономию был довольно долгим. По распоряжению Президиума АН УССР (по одним данным в 1957 году, по другим источникам в 1958 году) при ИРЭ была организована первая радиоастрономическая обсерватория в Украине. Возглавлял созданное им же радиоастрономическое направление С.Я. Брауде.

С 1952 года в англоязычной литературе начали появляться статьи о применении радиолокации в области планетарной астрономии и астрометрии. Даже появилась теоретическая работа о возможности локации Солнечной короны. Все это не могло пройти мимо Семена Яковлевича. В 1957 г. он совместно с Ф.Г. Бассом опубликовали теоретическую работу о возможности отражения радиоволн от солнечной короны (До питання про відбивання радіолокаційних сигналів від Сонця. Український фізичний журнал, т. II, №2, 1957, с. 149-154). К сожалению, эта статья не была переведена на английский язык и осталась неизвестной для мирового сообщества радиоастрономов и астрофизиков. В 1960-1965 гг. С.Я. Брауде совместно с Е.В. Чаевским и В.В. Вайсбергом исследуют эффекты совместного действия синхротронного и теплового излучения, а также эффекты поглощения в ионизированном газе. С другой стороны, коллектив научных сотрудников, который возглавлял С.Я. Брауде, к 1960 году уже имел огромный опыт в проектировании и конструировании сложных приемо-передающих антенн. Вероятно, эти обстоятельства, также, как и природная любознательность ученого, привели Семена Яковлевича к мысли о возможности проектирования большого приемо-передающего антенного поля в декаметровом диапазоне длин волн. С помощью такого антенного поля предполагалось проводить астролокацию короны Солнца. Однако после доклада о таких планах в президиуме, а затем и на Научном Совете АН СССР по проблеме "Радиоастрономия", Семена Яковлевича отговорили от строительства передающей антенны. Поэтому решили основным направлением развития радиоастрономии выбрать конструирование только приемных антенн. После этого было принято решение строить Т-образный радиотелескоп УТР-1 (украинский Т-образный радиотелескоп 1-го поколения).

К 1967 году в активе Семена Яковлевича было более 120 научных работ и изобретений. Радиотелескоп УТР-2 (украинский Т-образный радиотелескоп 2-го поколения) и последовавшая за ним радиоинтерферометрическая сеть радиотелескопов "УРАН" (1-4) были венцом творчества Семена Яковлевича и всего коллектива радиоастрономов, который он к тому времени возглавлял.

Первоначально основным направлением декаметровой радиоастрономии было создание каталога дискретных радиоисточников. Большая чувствительность УТР-2 позволила такой каталог создать. Семен Яковлевич всегда скрупулезно интересовался у своих сотрудников состоянием научных исследований. Он всегда принимал участие в обсуждении полученных результатов, руководил

научным радиоастрономическим семинаром и поддерживал продвижение молодых сотрудников по служебной лестнице. Семен Яковлевич Брауде любил свое детище – радиотелескоп УТР-2 и старался как можно чаще на нем бывать. Причем в каждую мелочь технического или организационного плана он вникал очень глубоко. Наверно поэтому радиотелескоп УТР-2 успешно работает вот уже 50 лет, претерпев несколько глобальных модернизаций.

Вполне естественно, что в области декаметровой радиоастрономии развивались и другие направления. Такими направлениями были исследования ридберговских состояний атомов углерода, который находится в межзвездных облаках, исследования короны Солнца и солнечного ветра, исследования радиоштормов Юпитера, исследования радиоизлучения пульсаров, исследования галактического фона, исследования вспыхивающих звезд, интерферометрические исследования в наиболее низкочастотном диапазоне.

В 1980 г. в составе ИРЭ был создан сектор радиоастрономии (Постановление Президиума № 135 от 26 марта 1980 г.). В этом же году С.Я. Брауде был назначен заместителем руководителя Отделения (тогда Сектора) радиоастрономии.

К 1983 г. уже 5 учеников и сотрудников Семена Яковлевича защитили докторские. Более 30 его учеников и сотрудников стали кандидатами наук. Семеном Яковлевичем было опубликовано более 200 научных работ и издано четыре монографии. Поэтому абсолютно заслуженно в 1983 г. его наградили золотой медалью имени А.С. Попова. Постановление Президиума наук АН СССР о награждении Семена Яковлевича этой медалью подписал тогда исполняющий обязанности Президента АН СССР академик В.А. Котельников.

В 1986 г. в академии наук Украины был создан Радиоастрономический институт, который возглавил академик Леонид Николаевич Литвиненко. Семен Яковлевич Брауде принял активное участие в его создании и вместе с коллективом радиоастрономов перешел работать в этот новый институт, завершив, таким образом, организационную часть создания коллектива радиоастрономов в Украине. Семен Яковлевич Брауде стал основателем школы декаметровой радиоастрономии мирового масштаба. Сегодня ученики его учеников успешно продолжают исследования. К наблюдениям традиционных объектов, которые перечислены выше, в последние годы добавились наблюдения радиоизлучения молний на Сатурне, транзиентного радиоизлучения пока еще неизвестной природы, ведется программа по обнаружению экзопланет в радиодиапазоне, радиотелескоп УТР-2 и интерферометрическая сеть УРАН участвовали и участвуют в наземной поддержке космических миссий – Wind, Cassini, JUNO, Parker. Проводятся совместные радиоастрономические наблюдения с ILT (International LOFAR Radiotelescope), NenuFar и другими крупнейшими в мире радиотелескопами. За последние десятилетия украинские декаметровые радиотелескопы стали сегментом мировой сети низкочастотных радиотелескопов.

Вклад Семена Яковлевича Брауде в современные успехи украинской и мировой радиоастрономии трудно переоценить. Наверное поэтому на обратной стороне Луны вблизи ее южного полюса есть кратер ударного типа, который носит имя "Braude". Это имя ему присвоил Международный Астрономический Союз в честь Семена Яковлевича Брауде – основоположника декаметровой радиоастрономии. 9 сентября 2009 года на здании Радиоастрономического института НАН Украины (ул. Искусств,4), где работал ученый, была открыта мемориальная доска Семену Яковлевичу Брауде, Радиоастрономическая обсерватория в Граково названа его именем.

50-ЛЕТИЕ
УКРАИНСКОГО Т-ОБРАЗНОГО РАДИОТЕЛЕСКОПА (УТР-2)

50 лет назад в институте радиофизики и электроники АН УССР (в 1985 году на базе радиоастрономических отделов института был создан Радиоастрономический институт НАНУ) под руководством С.Я.Брауде и А.В.Меня были начаты работы по созданию радиоастрономических антенн декаметровых волн на новых принципах, позволяющих снизить влияние негативных факторов. В результате в начале 70-х гг. был создан радиотелескоп УТР-2, который до настоящего времени является самым крупным и наиболее совершенным в мире инструментом декаметрового диапазона длин волн. Его отличительными особенностями являются: большие линейные размеры (2 х 1 км) и эффективная площадь (150000 м^2); высокая направленность (ширина диаграммы направленности около 0.5°); низкий уровень боковых лепестков; широкий диапазон частот (8-35 МГц); электронное управление лучем в широком секторе по обеим координатам и многолучевость; большой динамический диапазон и помехоустойчивость; гибко изменяющаяся конфигурация, развитая система контроля и надежность работы.

В последние годы на радиотелескопе УТР-2 активно внедряется регистрирующая аппаратура нового поколения на базе цифровых сигнальных процессоров (DSP) и програмируемых логических матриц (ПЛИС). Помимо внедрения новой аппаратуры, на радиотелескопе постоянно модернизируются и другие системы. Сочетание высокой эффективности радиотелескопа УТР-2 и новых регистрирующих средств позволило в последние годы провести большой объем исследований по различным программам, которые дали новые астрофизические результаты. Удалось по-новому взглянуть на Солнце, Юпитер, Сатурн, межпланетные мерцания, пульсары и источники континуума, а также обнаружить сверхгигантские атомы с главными квантовыми числами более 1000.

К 60-ЛЕТИЮ НАЧАЛА КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

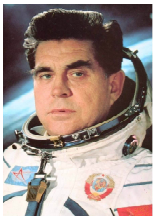
М.И.Рябов, Б.А.Мурников

60 лет назад, 12 апреля 1961 года в космос полетел первый космонавт планеты Земля Юрий Алексеевич Гагарин. С этого времени началась космическая эра в истории человечества.

С самого начала космической эры представители Украины были в числе активных участников событий. Прежде всего, это двое ведущих главных конструкторов – С.П.Королев (родился в Житомире, а годы юности прошли в Одессе) и В.П.Глушко (родился в Одессе и здесь у него в юношеские годы зародилась мечта о космических полетах). Это хорошо известные факты, но они не слишком широко отмечаются нашими средствами массовой информации. В область забвения СМИ также попали и имена космонавтов родом из Украины. Их число составляет 19 человек, что обеспечивает Украине третье место в мире. На первом месте США, на втором Россия. У Китая 11 космонавтов и недалеко то время, когда он обгонит Украину. Блестящую плеяду космонавтов Украины начинает П.Р.Попович, полетевший в космос в 1962 году. Вслед за ним полетел Г.Т.Береговой в 1968 году. В этом году мы отмечаем 100-летие со дня его рождения. Третий космонавт Г.С.Шонин длительное время был связан с Одессой, полетел в 1969 году. Четвертым космонавтом стал одессит Г.Т.Добровольский, трагически погибший во время спуска космического аппарата после 23 суток полета. Космонавт независимой Украины Л.К.Каденюк – восемнадцатый в списке космонавтов Украины, совершил полет продолжительностью 15 суток. Не умаляя его роли и активной гражданской позиции по защите космической отрасли Украины, отметим рекорды продолжительности полетов других космонавтов украинского происхождения. По продолжительности полетов на первом месте Ю.И.Маленченко, совершивший 6 космических полетов общей продолжительностью 827 суток. На втором месте космонавт С.А.Волков, который за три полета провел в космосе 547 суток. Больше всего космонавтов из Харьковской области. Сегодня молодежь нуждается в ярких примерах звездных историй настоящих героев космоса вместо тех, которые навязываются многочисленными СМИ. История каждого из них достойна внимания молодежи и памяти всех поколений. Она должна войти в школьные учебники истории Украины.

ГАЛЕРЕЯ КОСМОНАВТОВ УКРАИНЫ

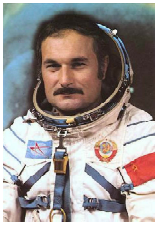
Космонавт, генерал-майор авиации Попович Павел Романович (1930-2009). Родился 5 октября в г. Узин Киевской обл. Полеты в космос: 1-й полет (12-15 августа 1962 г.) на корабле "Восток-4" – первый в мире групповой полёт двух пилотируемых кораблей, совместно с А. Г. Николаевым, который пилотировал "Восток-3". 2-й полёт в космос (3-19 июля 1974 г. командир станции "Салют-3"). Всего в полете: 18 сут. 16 ч. 26 мин.



Космонавт, генерал-лейтенант авиации Береговой Георгий Тимофеевич (1921-1995). Родился 15 апреля 1921 г. в г. Фёдоровка Полтавской обл. Во время войны совершил 186 боевых вылетов. Полет в космос: 1968 г. на корабле "Союз-3" для отработки ручного управления и манёвров с беспилотным "Союзом-2". Всего в полете: 3 сут. 22 ч. 50 мин.В 1972-1987 гг. возглавлял Центр подготовки космонавтов.

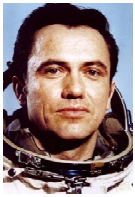
Космонавт, генерал-лейтенант авиации Шонин Георгий Степанович (1935-1997). Родился 3 августа 1935 в г. Ровеньки Луганской обл. Полет в космос: 11 октября – 16 октября 1969, командир корабля "Союз-6". Полёт проходил одновременно с полётом космических кораблей "Союз-7" и "Союз-8". Всего в полете: 4 сут. 22 ч. 42 мин. 47 сек.

Космонавт, подполковник Добровольский Георгий Тимофеевич (1928-1971). Родился 1 июня 1928 года в Одессе. 6-29 июля 1971 года совершил полёт инженером-испытателем на "Союзе-11" и орбитальной станции "Салют-1" (командир Владислав Волков, бортинженер Виктор Пацаев). На то время рекордно продолжительный полет закончился трагически: экипаж погиб во время возвращения на Землю вследствие разгерметизации спускового аппарата. Всего в полете: 23 суток 18 ч. 21 мин.



Космонавт, генерал-лейтенант авиации Жолобов Виталий Михайлович. Родился 18 июня 1937 г. в с. Старая Збурьевка Херсонской обл. 6 июля 1976 года к космической станции "Салют-5" отправился корабль "Союз-21" (командир Борис Волынов, бортинженер В. Жолобов). Всего в полете: 49 сут. 06 ч. 23 мин. Президент Аэрокосмического общества Украины.

Космонавт, полковник Ляхов Владимир Афанасьевич (1941 -2018). Родился 20 июля 1941 г. в г. Антрацит Луганской обл. Командир 3-х экспедиций. 1-я (25.02.1979 – 19.08.1979) на станции "Салют-6", 2-я с 27.06.1983 г. до 23.11.1983 г. (станция "Салют-7"), 3-я (29.08.1988 – 07.09.1988) на станции "Мир". Всего в полете: 333 сут. 07 ч. 47 мин.



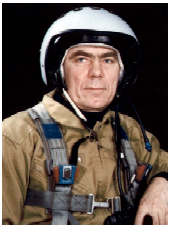
Космонавт, генерал-майор авиации Попов Леонид Иванович. Родился 31 августа 1945 г. в г. Александрия Кировоградской обл. Командир 3-х кораблей и пилотируемых орбитальных комплексов. 1-й (9 апреля – 11 октября 1980 года) на КК "Союз-35" и ОС "Салют-6". 2-й (14 по 22 мая 1981 г. на КК "Союз-40" и орбитальном комплексе "Салют-6"–"Союз Т-4"–"Союз-40". 3-й полёт (19 по 27 августа 1982 года) на КК "Союз Т-7" и орбитальном комплексе "Салют-7"–"Союз Т-5"–"Союз Т-7". Всего в космосе: 200 сут. 14 ч. 45 мин.

Космонавт, генерал-полковник Кизим Леонид Денисович (1941-2010). Родился 5 августа 1941 в г. Красный Лиман Донецкой обл. Командир 3-х космических экспедиций. 1-я: ремонт станции "Салют-6" (27.11 – 10.12.1980). 2-я (8.02.1984 – 2.10.1984) на станции "Салют-7. В 3-й экспедиции (13.03.1986 – 16.07.1986) на станциях "Салют-7" и "Мир". Всего в космосе: 374 сут. 17 ч. 57 мин.

Космонавт, полковник Волк Игорь Петрович (1937- 2017). Родился 12 апреля 1937 г. в г. Змиёв Харьковской обл. Полет на орбитальном комплексе "Салют-7"–"Союз Т-11"–"Союз Т-12" в 1984 году. Экспедиция посещения вернулась на Землю на КК "Союз Т-11". Продолжительность полёта 11 сут. 19 ч. 14 мин. 36 сек. Пилот Бурана.

Космонавт, генерал-лейтенант Васютин Владимир Владимирович (1952-2002). Родился 8 марта 1952 г. в г. Харькове. Вместе с Г. Гречко и А. Волковым на корабле "Союз Т-14" работал в 1985 году на станции "Салют-7". Всего в космосе: 64 сут. 21 ч. 52 мин.

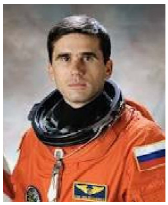
Космонавт, полковник Волков Александр Александрович. Родился 27 мая 1948 г. в г. Горловка Донецкой обл. Участник 3-х космических экспедиций: 1."Союз Т-14"–"Салют-7" (1985), 2."Союз ТМ-7"–"Мир-4" (1988-1989) 3. "Союз ТМ-13"–"Мир-10" (1991-1992). Командир последних двух экспедиций. В 1991-1998 гг. был командиром отряда космонавтов. Всего был в космосе 391 сут. 11 ч. 52 мин.



Космонавт, летчик-испытатель Левченко Анатолий Семенович (1941-1988). Родился 21 мая 1941г. в г. Краснокутск Харьковской обл. 21-29 декабря 1987 года был космонавтом-исследователем на станции "Мир". Пилот Бурана. Всего в космосе: 7 сут. 21 ч. 58 мин.

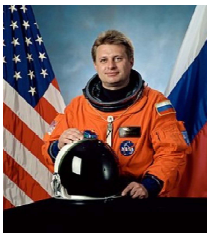
Космонавт, летчик-испытатель Арцебарский Анатолий Павлович. Родился 9 сентября 1956 г. в пгт. Просяна Днепропетр. обл. В 1991 г. Командир экспедиции "Союз ТМ-12" к орбитальной станции "Мир". Совершил 6 выходов в открытый космос общей продолжительностью 32 часа 17 минут. Всего в космосе: 144 сут. 15 ч. 21 мин.

Космонавт, генерал-лейтенант Циблиев Василий Васильевич. Родился 20 февраля 1954 г. в с. Приветное Крымской обл. 1-й полет 01.07.1993 – 14.01.1994 на корабле "Союз ТМ-17", 14-я экспедиция на станцию "Мир". 2-й полет 10.02.1997 – 14.08.1997 на корабле "Союз ТМ-25", 23-я экспедиция на станцию "Мир". Всего в космосе: 391 сут. 15 ч. 53 мин.

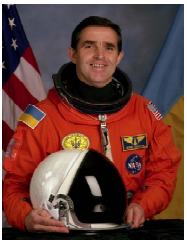


Космонавт, полковник Маленченко Юрий Иванович. Родился 22 декабря 1961 г. в г. Светловодск Кировоградской обл. Участвовал в 6 космических миссиях: 1) на станцию "Мир" с (1.07.1994 – 4.11.1994), 2) на Атлантис STS-106 (8-20.09.2000), 3) на МКС (24.04 – 28.10.2003), примечательно, что во время полета, 10 августа, состоялось его бракосочетание с Екатериной Дмитриевой (из семьи эмигрантов из СССР), находившейся в это время в Хьюстоне, 4) на МКС (10.10.2007 – 19.04.2008), 5) на МКС (15.07 – 19.11.2012), 6) на МКС (15.12.2015 – 18.06.2016). 6 раз выходил в открытый космос. Всего в космосе: 827 сут. 09 ч. 22 мин.

Космонавт, полковник Гидзенко Юрий Павлович. Родился 26 марта 1962 г. в с. Еланец Николаевской обл. Принимал участие в 3-х космических экспедициях: 1-я (03.09.1995 – 29.02.1996) – станция "Мир", 2-я (31.10.2000 – 21.03.2001) – МКС, 3-я (25.04.2002 – 5.05.2002) – МКС. Всего в космосе: 329 сут. 22 ч. 47 мин.



Космонавт, полковник Онуфриенко Юрий Иванович. Родился 6 февраля 1961 года в с. Рясне Харьковской обл. 1-й полёт на станцию "Мир" (21.02.1996 – 2.09.1996). Во время полёта 6 раз выходил в открытый космос. 2-й полет на МКС (05.12.2001 – 19.06.2002). Всего в космосе: 389 сут. 14 ч. 46 мин.



Космонавт, генерал-майор Каденюк Леонид Константинович (1951-2018). Родился 28 января 1951 г. в г. Клишковцы Черновицкой обл. Участвовал в полёте на шаттле "Колумбия" (19.11.1997 – 5.12.1997). С 1971 по 2000 гг. был в отряде пилотов проекта "Буран". Всего был в космосе: 15 суток 16 ч. 34 мин.

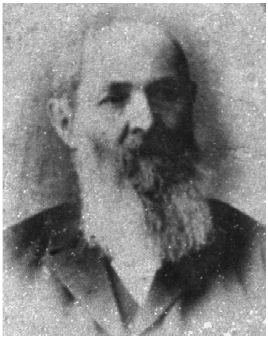
Космонавт, полковник Волков Сергей Александрович. Родился 1 апреля 1973 г. в г. Чугуев Харьковской обл. Сын А.А.Волкова. Участвовал в 3-х экспедициях на МКС: 1-я (8.04.2008 – 24.10.2008); 2-я (7.06.2011 – 22.11.2011); 3-я (2.09.2015 – 2.03.2016). Ведущий специалист отряда космонавтов. Всего был в космосе: 547 сут. 22 ч. 20 мин.

ОДЕССКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ 150 ЛЕТ

История Астрономической обсерватории связана с историей Новороссийского университета, возникшего на базе Ришельевского лицея в 1865 году. В то время астрономическая обсерватория находилась в одной из комнат большого здания Ришельевского лицея. В 1866 году доцент кафедры астрономии Л.Ф.Беркевич, назначенный заведующим обсерватории, поставил вопрос перед Советом университета о строительстве отдельного здания под астрономическую обсерваторию. Проект обсерватории, представленный им Совету университета 4 мая 1869 г., был одобрен, и профессору Беркевичу был поручен надзор за строительством. Несмотря на недостаток средств, все время сопровождавший строительство обсерватории, 3 (15) августа 1871 г. астрономическая обсерватория была открыта, и этот день считается днем основания Одесской астрономической обсерватории в составе Императорского Новороссийского университета. В 1885 и 1915 гг. главное здание обсерватории было достроено (башня под телескоп и переходной вестибюль) и оно приобрело современный вид.

В течение 20-90-х годов XX века обсерватория несколько раз меняла свой статус. Так, в 1920-1933 годах, после ликвидации университета в Одессе, обсерватория имела статус Одесской государственной астрономической обсерватории Наркомпроса УССР, будучи некоторое время Главной астрономической обсерваторией Украины; в 1933 году, с восстановлением Одесского университета, обсерватория вновь вошла в его состав как научное учреждение с отдельными правами юридического лица. В 1993 году обсерватория получила статус научно-исследо-

Астрономическая обсерватория, 50-е годы



Беркевич Леопольд Фомич (27.12.1828-12.05.1897), доктор астрономии, профессор

вательского института I категории при Одесском государственном университете с сохранением профессионального названия "Астрономическая обсерватория". Сейчас это – Научно-исследовательский институт "Астрономическая обсерватория" Одесского национального университета имени И.И.Мечникова.

Становление и дальнейшее развитие астрономии и подготовки астрономических кадров в Одессе связаны, в первую очередь, с научными руководителями – директорами астрономической обсерватории и заведующими кафедрой астрономии Новороссийского университета.

Л.Ф.Беркевич – заведующий кафедрой астрономии и геодезии в Новороссийском университете и преподаватель в одесских училищах, директор астрономической обсерватории (1871-1880), специалист по небесной механике, занимался исследованием движения астероидов. Основные заслуги заключаются в создании астрономической обсерватории и оснащении ее наблюдательным оборудованием, в подготовке ученых-астрономов. Первым крупным астрономическим прибором для обсерватории стал меридианный круг производства известной немецкой фирмы "A. & G. Repsold" (в 1862 г.). Ученик Л.Ф.Беркевича Е.Е.Блок провел многочисленные экспедиции по наблюдению прохождения Венеры по диску Солнца (1874 год), по определению координат многих пунктов в Закавказье во время русско-турецкой войны 1878-1879 годов, а позднее и в Турции. Другой его ученик, А.К.Кононович, впоследствии стал директором астрономической обсерватории и внес огромный вклад в развитие астрономии в Одессе.

А.К.Кононович – заведующий кафедрой астрономии и геодезии и директор Астрономической обсерватории Новороссийского университета (1881-1910 гг.). Большой организатор образования и науки, известный специалист в области методов вычисления орбит визуально-двойных звезд, наблюдений солнечных пятен и протуберанцев, создал фотографическую коллекцию этих объектов и снимков звездного неба, один из пионеров применения астрофотометрии в России.

Кононович Александр Константинович (12.02.1850-18.05.1910), доктор астрономии, профессор

А.К.Кононович превратил обсерваторию в хорошо оснащенное астрономическими приборами научное учреждение с первым в России спектрогелиографом, изготовленным, кстати, совместно с талантливым механиком университета И.А.Тимченко (1852-1924). При А.К.Кононовиче были проведены фотометрические исследования больших планет, изучение законов отражения света в различных длинах волн от различных поверхностей. Он провел многочисленные и высококачественные фотометрические наблюдения

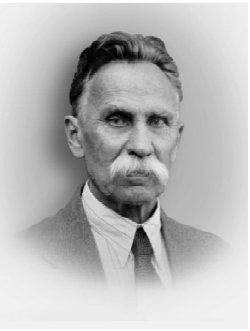
планет – Марса, Юпитера и Сатурна. А.К.Кононович начал первые астрофизические исследования в Одессе, дооснастив обсерваторию новыми фотометрами, протуберанц-спектроскопом, широкоугольным астрографом, причем некоторые приборы были первыми в Российской империи. В 1886 году был установлен 6,5-дюймовый телескоп-рефрактор английской фирмы T.Cooke & Sons, для которого в обсерватории была построена башня с куполом. А.К.Кононович воспитал большую плеяду выдающихся ученых астрономов, работавших впоследствии в Пулково, Симеизе, Москве и других местах страны и за рубежом, в частности А.Р.Орбинского, А.П.Ганского, Л.В.Окулича, В.В.Стратонова, Ф.А.Бабичева, Н.Н.Донича.

В честь А.К.Кононовича и А.Р.Орбинского были названы малые планеты: малая планета № 8322 носит имя "Kononovich", а № 11361 – "Orbinsky". Именем А.П.Ганского названа малая планета (№ 1118, 1928 г.), кратер на Луне (1970) и ледник на архипелаге Шпицберген.

А.Я.Орлов был приглашен в Новороссийский университет в 1912 году. Сначала на должность заведующего кафедрой астрономии, а с января 1913 года – директора обсерватории. С приходом в Новороссийский университет А.Я.Орлова астрономические исследования и образование приобрели большую динамику и значение для отечественной и мировой науки. Новый заведующий кафедрой астрономии и астрономической обсерватории внедрил в практику астрометрические, геодезические работы и геофизические исследования. Он добился расширения штата, пригласил на работу в обсерваторию известных впоследствии астрономов Н.М.Ляпина, М.В.Васнецова, оставив при кафедре выпускников Новороссийского университета Н.В.Циммермана, а затем Д.В.Пясковского. А.Я.Орлов разработал новые методы определений положения полюсов Земли, движения частиц кометного хвоста, элементов солнечного экватора и провел фундаментальные исследования вращательного движения Земли. Итог его широтных исследований подведен в книге "Служба широты", опубликованной посмертно в 1958 году.

С помощью университетского механика И.А.Тимченко был модернизирован меридианный круг, ставший одним из лучших инструментов этого класса в стране. Сотрудниками Астрономической обсерватории было проведено нивелирование и геодезическая съемка улиц города, одесских лиманов, определены величины морских приливов и отливов, изучены процессы береговых оползней. А.Я.Орлов основал научную библиотеку обсерватории, издание "Трудов астрономической обсерватории", "Циркуляра Одесской астрономической обсерватории", "Одесского астрономического календаря". А.Я.Орлов подготовил многих выдающихся отечественных и зарубежных ученых: известного пулковского астронома, заведующего Симеизским отделением В.А.Альбицкого; основателя и директора Института астрономии Польской академии наук академика

Орлов Александр Яковлевич (06.04.1880-28.01.1954), доктор астрономии, профессор, член-корр. АН СССР, академик УАН, академик АН УССР, Заслуженный деятель науки УССР



Покровский Константин Доримедонтович (11.05.1868-05.11.1944), доктор астрономии, профессор, член-корр. АН СССР

Й.Й.Витковского; профессора Белградского и Колумбийского (США) университетов В.С.Жардецкого; директора Парижского Бюро времени, долгот и широт, члена-корреспондента Польской академии наук Н.М.Стойко-Радиленко; директора Полтавской гравиметрической обсерватории, члена-корреспондента АН УССР, Заслуженного деятеля науки УССР З.Н.Аксентьеву; профессора Киевского университета Д.В.Пясковского. В двадцатые годы А.Я.Орлов был руководителем Одесского отделения Русского общества любителей мироведения, и в это время к нему из Петрограда, а потом Ленинграда, приезжали совсем еще юные, а впоследствии выдающиеся ученые В.П.Цесевич и В.В.Шаронов. А в Одесском отделении секретарем одной из секций и вычислителем обсерватории работал всемирно известный впоследствии физик и космолог Г.А.Гамов.

В 1934 году А.Я.Орлов оставил Одессу и переехал в Москву. Именем А.Я.Орлова названа малая планета № 2724 "Орлов".

К.Д.Покровский пришел в Одесский университет (1934 г.), уже имея большой опыт как преподавательской, так и научной работы. В 1936 году при активном участии и под руководством К.Д.Покровского в Одесском университете была восстановлена кафедра астрономии и открыта аспирантура при ней. Возобновилась издательская деятельность обсерватории. Были приобретены несколько телескопов и приборов, в частности зенит-телескоп, двойной астрограф Кука-Хайде, гелиограф, экспедиционный горизонтальный солнечный телескоп. В научную тематику, кроме предыдущих направлений астрометрии, небесной механики и астрофизики Солнца, вошли новые – теоретические исследования двойных звезд, астероидов, комет, метеорных потоков, спектральные наблюдения звезд.

В 1935-1939 годах на приобретенном еще А.Я.Орловым в 1932 году зенит-телескопе проводились наблюдения с целью исследования изменения широты. В эти же годы на меридианном круге выполнены наблюдения склонений 181 звезды программы зенит-телескопа. Появились первые аспиранты-астрономы. Обсерватория успешно провела экспедицию в Омскую область на наблюдение солнечного затмения 19.06.1936 г. По предложению К.Д. Покровского обсерватория включается в работу по "Каталогу слабых звезд" – на меридианном круге начинаются наблюдения 645 звезд Фундаментального каталога слабых звезд. К.Д.Покровский продолжает исследования комет, где ему принадлежат фундаментальные работы по кометным радиантам (в 1918 и 1919 годах совместно с Г.А.Шайном), и по визуально-двойным звездам. В обсерватории работали известные ученые: профессор И.Д.Андросов – астрометрист и геодезист, профессор Н.М.Михальский – небесный механик, В.Б.Баласогло – исследовательница Солнца, астрометристы Б.В.Новопашенный и А.С.Цесюлевич. В годы войны вместе с доцентом Б.В.Новопашенным К.Д.Покровскому удалось сохранить все имущество обсерватории, включая библиотеку. Однако дальнейшая его судьба оказалась печальной – он был репрессирован

по абсурдному обвинению, и в 1944 г. умер в тюремной больнице, не дожив до суда. Реабилитирован посмертно в 1993 году.

Новопашенный Борис Владимирович (04.12.1891-12.02.1975), кандидат физико-математических наук

Б.В.Новопашенный работал в обсерватории в 1929-1975 гг., дважды исполнял обязанности директора обсерватории – в 1933 и 1944 годах. Выдающийся астрометрист, наблюдатель на меридианном круге (1929-1961). Он определил точные положения большого количества звезд, больших и малых планет (более 65000 наблюдений) – основы опубликованных 50 каталогов. Основные результаты: 1930-1935 гг. – 5000 звезд экваториальной зоны; 1935 г. – положения больших и малых планет; 1936-1939 гг. – склонение звезд зоны Одесского зенит-телескопа; 1941-1945 гг. – 645 звезд ФКСЗ (Фундаментального каталога слабых звезд); 1954-1961 гг. – положение 2967 звезд КСЗ (Каталога слабых звезд). Кроме этих работ, в 1932, 1934 и 1939 гг. Б.В.Новопашенный участвовал в гравиметрических съемках в экспедициях А.Я.Орлова. Преподавал астрономию во многих вузах Одессы, работал также доцентом кафедры астрономии Одесского государственного университета им. И.И.Мечникова, много внимания уделял распространению астрономических знаний среди населения, работал с любителями астрономии.

В.П.Цесевичу принадлежит особое место в истории Одесской обсерватории. Владимир Платонович стал основателем современной научной школы Одесской астрономической обсерватории, основные направления которой развиваются и в наше время. В.П.Цесевич сделал огромный вклад в изучение затменных переменных и физических пульсирующих звезд, эруптивных переменных, полуправильных и неправильных пульсирующих звезд. Благодаря деятельности В.П.Цесевича обсерватория стала всемирно известным центром исследований переменных звезд. Стоит отметить имена одесских исследователей переменных звезд, таких как С.В.Рублев, Е.Н.Макаренко, В.Г.Каретников, О.Е.Мандель, Ю.С.Романов, М.С.Казанасмас, Б.А. Драгомирецкая, Р.И.Чуприна, Г.А.Ланге, Ю.Е.Мигач, А.М.Шульберг, Б.Н.Фирманюк. Исследования В.П.Цесевича, его коллег и учеников сыграли важную роль в международном проекте наблюдений звезд типа RR Лиры. При этом продолжались активные астрометрические наблюдения на меридианном круге (Б.В.Новопвшенный, Л.А.Клепикова, М.Ю.Волянская, В.М.Нечаев, Л.Ф.Черниев и др.).

Цесевич Владимир Платонович (11.10.1907-28.10.1983), доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент АН УССР, Заслуженный деятель науки и техники Украины

Во время директорства В.П.Цесевича (1944-1983 гг.) обсерватория построила две загородные наблюдательные станции в селах Крыжановка и Маяки, со-

здала три высокогорных пункта в Армении, на Северном Кавказе и в Туркмении. Надо сказать, что все станции, пункты, в том числе радиотелескоп "Уран-4" строились силами сотрудников обсерватории и студентов. По инициативе и под патронатом В.П.Цесевича были продолжены, начатые А.К.Кононовичем, но уже систематические фотографические наблюдения звездного неба, ставшие основой одной из лучших в мире коллекций. В 1957-1998 годах на семикамерном астрографе на наблюдательной станции в с. Маяки наблюдения выполняли почти все сотрудники обсерватории, в частности, С.В.Рублев, Э.П.Стрелкова, В.Ф.Карамыш, Л.А.Погребной, Б.Д.Починок, В.П.Безденежный, В.Д.Мотрич, А.В.Клабукова, А.И.Пихун, В.П.Сотников, В.Ф.Лемещенко, Ю.Т.Федотов, Б.А.Мурников, О.Е.Мандель, Л.А.Коровкина, Н.Н.Фащевский, С.В.Кашуба, В.И.Кашуба и др. По пластинкам семикамерного астрографа проводились не только измерения блеска звезд с целью определения их переменности, но и были обнаружены переменность блеска квазара 3С273, оптическое проявление вспышки гамма-барстера (Е.Н.Крамер, И.С.Шестака, А.Н.Карнашов, В.В.Назаренко, С.В.Назаренко, Л.Я.Скобликова, В.Ф.Лемещенко, Ю.М.Горбанев), многие другие уникальные явления.

На время В.П.Цесевича пришлись Международный Геофизический Год (1957-1958) и Международный Год спокойного Солнца (1964-1965). Обсерватория принимала активное участие в этих проектах, а полученные средства позволили провести дооснащение учреждения оборудованием. Это также дало толчок метеорным и кометным исследованиям в обсерватории, возможность изготовить новое оборудование (в частности, метеорный патруль), провести масштабные наблюдения и получить выдающиеся результаты. В наблюдениях, измерениях и обработке результатов наблюдений в разное время принимали участие: Е.Н.Крамер, И.С.Шестака, Н.Н.Израецкая, В.А.Воробьева, Е.П.Ширяева, Г.В.Даниленко, В.П.Орлов, И.Н.Ковшун, В.Ф.Лемещенко, В.А.Смирнов, А.К.Маркина, В.И.Мусий, Е.А.Тимченко-Островерхова, Н.М.Шипер, А.В.Кузьменко и др.

В 70-е годы по инициативе В.П.Цесевича обсерватория включилась в программу создания болидной сети, руководителем которой был В.В.Федынский (Москва), а ответственным исполнителем в Одессе – Ю.Д.Руссо. С группой сотрудников (Б.А. Мурников, В.Ф.Лемещенко, В.П.Безденежный, В.П.Сотников и др.) он установил изготовленные у нас болидные камеры в двух десятках пунктов Украины и Северного Кавказа. Но с кончиной В.В.Федынского финансирование сети прекратилось, и работы были свернуты.

В.П.Цесевич начал изготовление телескопов в мастерских обсерватории. Усилиями конструкторов, оптиков и механиков П.П.Аргунова, Н.Н.Фащевского, Л.С.Паулина, В.Н.Иванова, А.Завершнева и их коллег создано более 40 телескопов с диаметрами главных зеркал от 30 см до 100 см. Телескопы установлены в разных местах бывшего СССР и за его пределами. В настоящее время эти работы продолжены Ю.Н.Бондаренко и С.В.Подлесняком. В области электронного приборостроения и над созданием систем управления телескопами работали М.Г.Архипов, В.В.Егоров, В.Н.Иванов, И.И.Крищук, А.Ф.Переверзенцев, В.В.Драгомирецкий, Р.А.Чайчук, А.В.Рябов, О.Ш.Шахруханов и другие.

При В.П.Цесевиче в астрономической обсерватории начались электрофотометрические исследования звезд, создавалось оборудование для этой цели. Пер-

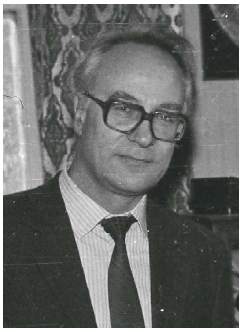
вые электрофотометры и электроспектрофотометры были разработаны и изготовлены В.Г.Каретниковым, Н.С.Комаровым, Ю.А.Медведевым и В.П.Позигуном. Началась бурная эпоха спектрофотометрии. На наблюдательной станции в Маяках и на высокогорных базах были получены несколько тысяч спектров более 800 звезд, электрофотометрические наблюдения сотен звезд, которые стали основой нескольких каталогов и базой для нескольких диссертаций. Наблюдения проводились в экспедициях в Туркмении (800 м), на Терсколе (3100 м), в Абастумани (1700 м), в Мондах (2100 м), на перевале Безымянный (2100 м). В них активно участвовали сотрудники обсерватории: М.Г.Архипов, С.И.Белик, В.Ф.Гопка, Е.А.Депенчук, Н.И.Дорохов, Т.Н.Дорохова, А.В.Драгунова, Н.Н.Закожурникова, Л.Э.Канцен, В.Ф.Карамыш, Н.С.Комаров, Ю.А.Медведев, Т.В.Мишенина, Л.Ф.Орлова, А.Ф.Переверзенцев, В.А.Позигун, А.Г.Черкасс, Р.И.Чуприна и др.

Было выполнено несколько десятков хоздоговоров, значительно укрепивших материальную базу обсерватории. Под руководством проф. Н.С.Комарова начаты всесторонние исследования атмосфер холодных звезд. Здесь следует отметить пионерские работы В.Е.Панчука, В.В.Цымбала, Т.В.Мишениной и др. Программы расчетов синтетических спектров звезд В.В.Цымбала используются многими исследователями до сих пор. Благодаря заслуженному авторитету одесских исследователей и по инициативе Н.С.Комарова были организованы Всесоюзные рабочие группы "Звездные атмосферы" и "Спектрофотометрические и фотометрические стандарты".

Владимир Платонович стал также основателем космических исследований в Астрономической обсерватории. Наблюдение первого спутника Земли одесские астрономы провели одними из первых в СССР. И в дальнейшем эта работа получила развитие и стала значительной частью общей тематики обсерватории. Она требовала усилий, как в научном, так и в техническом смыслах, поскольку нужно было создавать соответствующее регистрирующее оборудование, методики наблюдений и их обработки, математическое обеспечение и т.д. Темой изучения орбитального движения спутников и вариаций плотности верхней атмосферы Земли, исследованием собственного вращения ИСЗ, в том числе новыми фотометрическими методами, в разное время занимались проф. В.М.Григоревский, кандидаты наук Ю.А.Медведев, С.Я.Колесник, Н.И.Кошкин, сотрудники Отдела космических исследований А.В.Добровольский, М.П.Петров, Н.С.Згоняйко, Н.Р.Бурлак, Ю.И.Загинайло, А.А.Коробко, Н.Г.Пальцев, С.М.Меликянц, В.В.Драгомирецкий, А.В.Рябов и др. В 70-80-е годы в обсерваторию были привлечены значительные средства за счет серии хоздоговоров.

В 70-х годах был создан Одесский университетско-академический астрономический комплекс, в который вошли наша обсерватория (ОАО) и ГАО АН Украины. В Одессе под руководством В.П.Цесевича был организован Отдел астрономического приборостроения ГАО и Опытное производство (ОП), задачей которого была модернизация оборудования, разработка и создание новых приборов. Инженеры и конструкторы ОП и ОАО разработали и изготовили десятки приборов, в частности электрофотометров, для нужд обеих обсерваторий (И.И.Крищук, Р.А.Чайчук, В.В.Кулибаба, А.Ф.Переверзенцев, В.В.Драгомирецкий, Д.Е.Мкртичян и др.).

В это время в обсерватории окончательно сложилась научная школа, основателем которой считается В.П.Цесевич, с названием "Исследование физичес-



Медведев
Юрий Александрович
(17.03.1937 - 07.05.1999),
кандидат физико-
математических наук

ких параметров и координат переменных и стационарных звезд, искусственных небесных тел, малых тел и пылевой составляющей Солнечной системы, разработка новых методов и средств астрономических наблюдений". Таким образом, в названии были отражены основные направления научных исследований.

Как заведующий кафедрой астрономии В.П.Цесевич большое внимание уделял подготовке астрономических кадров, был прекрасным лектором. Среди выпускников его периода много известных астрономов, докторов наук, в том числе В.К.Абалакин, Е.А.Витриченко, В.М.Григоревский, Н.Б.Дивари, В.Г.Каретников, Н.С.Комаров, Е.Н.Крамер, Р.Б.Теплицкая, В.Е.Панчук, Г.М.Петров, И.Б.Пустыльник, И.С.Шестака, И.Л.Андронов, С.М.Андриевский, Т.В.Мишенина, В.В.Ковтюх, С.А.Коротин, Е.А.Панько. В.П.Цесевич подготовил около 40 кандидатов наук. Многие из них работали или работают сейчас в НИИ АО ОНУ.

На кафедре астрономии при В.П.Цесевиче работали К.Н.Савченко, В.К.Абалакин, И.С.Астапович, С.В.Рублев, Е.Н.Крамер, Б.В.Новопашенный, М.Ю.Волянская, А.С.Цесюлевич, А.М.Шульберг, оказавшие большое влияние на развитие астрономических исследований в обсерватории.

Имя В.П.Цесевича присвоено Малой планете – астероиду № 2498 "Tsesevich".

В 1983 году на пост директора обсерватории (на то время НИЛ-7) был назначен Ю.А.Медведев. Ещё будучи начальником наблюдательной станции в с. Маяки он много внимания уделял её оснащению, вместе с В.Г.Каретниковим разработал электрофотометр, который был установлен на 8-дюймовом рефлекторе, а позже и спектроэлектрофотометр. Он имел "золотые руки" и техническое образование, которые позволяли ему значительно усовершенствовать приборы. Будучи одновременно заведующим сектором космических исследований, он активно занимался поисками хоздоговорной тематики и был научным руководителем нескольких НИР. При Ю.А.Медведеве сектор космических исследований существенно расширился и впоследствии стал Отделом космических исследований – одним из ведущих в АО ОНУ. На наблюдательной станции в Крыжановке для нужд космической отрасли было начато строительство лазерного спутникового дальномера. Ю.А.Медведев активно занимался общественной и научно-организационной работой.

В.Г.Каретников с ноября 1983 года – заведующий кафедрой астрономии, с 1989 года – директор Астрономической обсерватории университета. Став директором, проф. В.Г.Каретников возглавил научную школу обсерватории. За время его руководства обсерватория получила статус Научно-исследовательского института с отдельными правами юридического лица. Обсерватория была компьютеризирована, в тяжелые переходные времена сохранен штат работников, возобновлена работа специализированного совета по защитам диссертаций, издание профессионального журнала "Odessa Astronomical Publications"

и "Одесского астрономического календаря", основано издание сборника очерков "Страницы истории астрономии в Одессе".

Каретников Валентин Григорьевич (род. 22.08.1938), доктор физико-математических наук професор, академик АНВШУ, академик АИФЕТН

Большой вклад В.Г.Каретников внес в изучение затменных двойных и тесных двойных систем. Он исследовал большую группу таких звезд, привлекая к работе студентов, аспирантов и молодых коллег – Е.В.Менченкову, Л.В.Глазунову, С.В.Куценко, В.В.Ковтюха и др. Впервые в Украине ученики В.Г.Каретникова начали теоретические работы по моделированию потоков газа в двойных звездных системах (В.В.Назаренко) и по эволюции двойных звезд на "протозвездной" стадии (Ф.В.Сироткин). Вместе с зарубежными коллегами В.Г.Каретников на протяжении многих лет составлял библиографический указатель тесных двойных звезд. Проводилась работа по всем научным направлениям обсерватории. В частности, изучением переменных звезд продолжали заниматься сотрудники В.П.Мурникова, С.В.Васильева, Н.Д.Лемещенко, Р.К.Сахарова, Л.Е.Лысова, А.И.Мовчан, В.Г. Деревягин, Л.П.Зайкова, Н.И.Острова и др.

Кафедра астрономии. Находясь территориально в астрономической обсерватории (в парке Т.Г.Шевченко), кафедра всегда была тесно с ней связана. Многие сотрудники АО читали спецкурсы студентам, а сотрудники кафедры работали совместителями на хоздоговорах обсерватории. Выполнялись и публиковались совместные научные работы. В годы руководства кафедрой В.Г.Каретникова кроме него здесь работали С.М.Андриевский, И.Л.Андронов, Е.Н.Крамер, А.М.Шульберг, А.А.Базей, В.И.Марсакова, Б.А.Мурников, В.А.-Позигун, М.И.Мялковский, лаборант Т.И.Кабанова.

На счету Валентина Григорьевича более 50 выпусков студентов-астрономов. Многие из них работают в НИИ АО ОНУ, многие (например, А.Ющенко, Д.Мкртичян, Ю.Белецкий, И.Егорова, Н.Горлова, В.Окнянский, А.Халевин, В.Бычков и др.) нашли свое место в разных обсерваториях мира – в Чили, Италии, Греции, России и других странах.

В 1996 году именем "Karetnikov" названа малая планета № 4685.

С астрономической обсерваторией и кафедрой астрономии Одесского университета времен советского периода связано много имен астрономов, известных в Украине и мире, в частности, уже упоминавшийся В.К.Абалакин (1930-2018), член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии СССР, Почетный академик Академии космонавтики, директор Главной (Пулковской) астрономической обсерватории АН СССР (1983-2000); И.Д.Андросов (1888-1948), известный геодезист, автор 4 монографий по геодезии и картографии, с 1935 по 1939 год – старший научный сотрудник астрономической обсерватории; Э.А.Витриченко (1936-2013), астрофизик, ведущий научный сотрудник Института космических исследований РАН; В.П.Глушко (1908-1989), академик АН СССР, главный конструктор жидкостных ракетных двигателей; В.М.Григоревский (1930-1981), основатель в СССР (вместе с В.П.Це-

Андриевский Сергей Михайлович, (род. 05.08.1961), доктор физико-математических наук, профессор, академик АНВШУ, Заслуженный деятель науки и техники Украины

севичем) фотометрических исследований искусственных спутников Земли, основатель Молдавской астрономической обсерватории в Кодрах; Н.Б.Дивари (1921-1993), выдающийся специалист по атмосферной оптике, заведующий кафедрой математики Одесского политехнического института, председатель Одесской секции альпинизма, мастер спорта СССР; Е.Н.Крамер (1920-2001), выдающийся специалист по метеорной астрономии, изобретатель метеорного наблюдательного оборудования, основатель многих направлений в метеорных исследованиях; В.Е. Панчук (род. в 1946 г.), астрофизик, профессор, Заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, ведущий научный сотрудник Специальной астрофизической обсерватории РАН, заведующий кафедрой Ставропольского университета; Г.М.Петров (1924-2018), астрометрист Николаевской астрономической обсерватории, лауреат Государственной премии СССР, орденоносец СССР и Украины; Г.М.Попов (1936-2009), ученый-оптик, соавтор звездного космического телескопа "Спика", автор ряда монографий по астрономической оптике; С.В.Рублев (1930-1974), известный астрофизик, бывший начальник наблюдательной станции в с. Маяки (1956-1960), 1960-1967 – Ростовский госуниверситет, с 1967г. – зав. отделом и зам. директора по научной работе САО РАН; А.М.Шульберг (1914-1994), известный астрофизик, внесший значительный вклад в исследование двойных затменных звезд, преподавал астрофизику многим поколениям студентов-астрономов Одесского госуниверситета.

Последние три десятилетия Одесской астрономической обсерватории приходятся на новый период исторического этапа страны – годы независимости Украины. Девяностые годы были финансово тяжелыми для любых научных исследований в Украине. Однако ученые астрономической обсерватории продолжили традиционные исследования в направлениях, которые были уже "прописаны" в рамках научной школы, заложенной трудом нескольких поколений одесских астрономов. Позже, в так называемые "нулевые" годы, научная школа приобрела более обобщенное название – "Одесская научная астрономическая школа", которую в 2008 году возглавил д.ф.-м.н., проф. С.М.Андриевский, с 2006 года директор обсерватории и в 2006-2016 гг. – заведующий кафедрой астрономии ОНУ. В 2016 году кафедра астрономии была объединена с кафедрой теоретической физики.

В течение современного периода продолжались исследования переменных звезд, как физических, так и двойных. Результатам исследований переменных звезд разных типов посвящено много научных публикаций. В этой области плодотворно работали (и многие продолжают работать) С.М.Андриевский, И.Л.Андронов, Г.А.Гарбузов, Л.В.Глазунова, Н.И.Дорохов, Т.Н.Дорохова, В.Г.Каретников, С.В.Колесников, В.В.Ковтюх, В.И.Марсакова, Д.Е.Мкртичян, В.В.Назаренко, О.П.Парамонова, А.И.Пихун, Ю.С.Романов, С.Н.Удовиченко, И.А.Усенко, З.Н.Фенина, А.В.Халевин, А.В.Ющенко и др.

Большой вклад в исследования свойств переменных звезд внесли группы сотрудников под руководством д.ф.-м.н. И.Л. Андронова, д.ф.-м.н. С.М. Андриевского, д.ф.-м.н. В.В. Ковтюха.

С.М.Андриевским с коллегами, в частности, исследована группа страглеров галактического поля и рассеянных скоплений. Изучению пульсирующих звезд цефеид (и пульсирующих звезд других типов) посвящен ряд работ С.М.Андриевского, В.В.Ковтюха, Ф.А.Чехонадских, И.А.Усенко и их коллег. Спектроскопические исследования цефеид позволили определить не только параметры и химический состав их атмосфер, но и проследить распределение отдельных химических элементов в плоскости Галактики.

Основные направления научной деятельности группы И.Л.Андронова: теоретическое моделирование переноса вещества в звездных системах со сверхсильными магнитными полями; исследование взаимодействующих двойных звезд, а также пульсирующих и эруптивных звезд разных типов; математические методы анализа многокомпонентных одномерных и многомерных сигналов, исследование полуправильных, неправильных и долгопериодических переменных. Много работ посвящено, в частности, исследованию звезд AM Геркулеса, TT Овна, DO Дракона, полуправильных и долгопериодических переменных звезд (с участием С.В.Колесникова, Л.Л.Чинаровой, Л.С.Кудашкиной, В.И.Марсаковой и др.).

Начаты исследования в области астросейсмологии (Д.Е.Мкртичян, Т.Н.Дорохова, А.Ю.Гамарова и др.).

Дальнейшее развитие получают спектроскопические исследования, начатые д.ф.-м.н. Н.С.Комаровым (1938-2003), и продолженные под руководством д.ф.-м.н. Т.В.Мишениной. По инициативе Н.С.Комарова в 2002 г. создается международная рабочая группа "Химическая и динамическая эволюция звезд и галактик", действующая и в настоящее время, сопредседателем которой сейчас является Т.В.Мишенина. Создание такой группы состоялось благодаря значительным наработкам одесских астрономов в этой области и международному авторитету их работ. Отныне особое значение приобретают исследования, направленные именно на определение эволюционного статуса звезд, которые принадлежат разным подструктурам Галактики и другим звездным мегаобразованиям.

Начиная с 2003 года работы по спектроскопическим исследованиям звездных атмосфер и химической эволюции Галактики (С.М.Андриевский, В.В.Ковтюх, С.А.Коротин, Т.В.Мишенина и др.) были значительно развиты, и вышли на передовые рубежи мировой науки. Благодаря широкому международному сотрудничеству и на основе анализа высококачественного спектрального материала, полученного на больших телескопах США, Чили (Европейская Южная Обсерватория), России, Франции и других стран, проведены исследования, результаты которых имеют значение приоритетных в мире.

Группой Т.В.Мишениной была впервые проведена селекция звезд-гигантов, находящихся на стадии "кламп" (звезды, в которых состоялась гелиевая вспышка), что позволило более детально проследить продвинутые стадии эволюции звезд и оценить процессы перемешивания и нуклеосинтеза, проходящие на этих эволюционных стадиях. Определено содержание десятков элементов в атмосферах нескольких сотен звезд с целью анализа поведения этих элементов в звездах, принадлежащих к разным подструктурам Галактики, и

на различных эволюционных стадиях. На основе полученных результатов воссоздана картина обогащения нашей Галактики различными элементами и построена современная модель химической и динамической эволюции Галактики. Проведены исследования звезд с активными хромосферами. Впервые обозначены нерешенные проблемы происхождения стронция, скандия, титана и ванадия при сравнении высокоточных наблюдений с последними в мире расчетами моделей галактической эволюции. Определено содержание молибдена, рутения, гафния в атмосферах около 300 звезд галактического диска и проведен анализ источников обогащения Галактики молибденом, рутением и другими элементами. Выявлены существенные различия в содержании лития, алюминия и бария в звездах с планетарными системами и без них (Т.В.Мишенина, Т.И.Горбанева, В.В.Ковтюх, С.А.Коротин и др).

Спектроскопическим исследованиям уникальной звезды Пшибыльского посвящены работы В.Ф.Гопки, А.В.Ющенко, В.А.Ющенко. В атмосфере звезды были обнаружены радиоактивные элементы.

Проведены исследования уникальной цефеиды Полярной (И.А.Усенко, В.В.Ковтюх), у которой в последнее время почти не наблюдаются пульсации.

С.М.Андриевский, С.А.Коротин и др. присоединились к международному проекту "Первые звезды" (Франция), в рамках которого были применены достижения одесской астрофизической школы. Были разработаны модели атомов и ионов многих химических элементов, позволяющих проводить исследования спектров при условии отсутствия термодинамического равновесия в плазме звездных атмосфер. Впоследствии эти методы были внедрены в сотрудничестве со специалистами из США, Бразилии, Литвы, Германии.

В 2006 году в обсерватории под руководством А.И.Жука начаты работы, посвященные проблемам космологии. Группа занимается изучением вопросов темной материи и темной энергии, исследованием многомерных космологических моделей, теорий гравитации и др. Получены новые решения и результаты в этой области. В частности, предложен подход космологического экранирования для исследования гравитационного взаимодействия во Вселенной и образования крупномасштабной структуры. Впервые в рамках этого подхода построена теория формирования структур во Вселенной в моделях с периодическими граничными условиями и выполнено численное моделирование. Показано, что суперструктуры во Вселенной не должны быть больше, чем масштаб экранирования, что полностью соответствует наблюдательным данным (А.И.Жук, М.В.Эйнгорн, А.В.Чоповский, А.Ю.Бургазли и др.)

Наблюдательная космология (Е.А.Панько, С.М.Андриевский, и др.): на основании проведенного анализа особенностей распределения галактик в скоплениях показано, что рассмотренные подструктуры не случайны, они встречаются в более чем 20% богатых скоплений, что совпадает с результатами современных вариантов многочисленного моделирования эволюции крупномасштабной структуры Вселенной. Создан каталог морфологических типов богатых скоплений галактик.

Астрофизическая составляющая исследований в НИИ АО ОНУ, наверное, самая мощная. Однако продолжают успешно развиваться и другие традиционные направления, такие как:

Астрометрия, небесная механика, звездная астрономия. Новый толчок это направление получило в связи с вводом в строй телескопа ОМТ-800, позволяющего определять координаты небесных тел, в частности малых тел – комет, астероидов. Развиты теоретические работы по моделированию движения астероидов (А.А.Базей, В.В.Троянский).

Исследование метеорных явлений, комет и астероидов, мониторинг состояния земной атмосферы. Исследования были продолжены и развиты, благодаря энтузиазму как представителей старшего поколения, так и молодых ученых, которых возглавил Ю.М.Горбанев За последние годы была возобновлена работа по наблюдению метеоров, усовершенствованы метеорный патруль, создано новое оборудование – 17/30-см телескоп Шмидта с ПЗС-приемником, экспедиционные телескопы для базисного метеорного патрулирования, зенитный спектрограф с электрофотометром, разработаны новые методики обработки наблюдений и создано соответствующее программное обеспечение. С 2003 г. метеорные исследования базируются на использовании телевизионного телескопического метода, который впервые применен на территории СНГ и позволяет решать фундаментальные задачи метеорной астрономии. В настоящее время продолжается мониторинг околоземного космического пространства телескопами обсерватории в поисках малых тел и комет. Результаты наблюдений оперативно направляются в международные электронные циркуляры.

Наряду с метеорными работами сотрудниками обсерватории проводились исследования верхних слоев земной атмосферы методом сумеречной фотометрии и другие исследования по околоземной и атмосферной астрономии (Ю.И.Загинайло, Н.Ф.Самсонова, Л.С.Шакун, В.Д.Мотрич). Были разработаны методы и программы моделирования рассеивания солнечного излучения в атмосфере Земли.

Исследование движения искусственных небесных тел. Не прекращалась деятельность Отдела космических исследований. В перечне научных тем присутствует тематика по изучению движения искусственных спутников Земли и их вращения вокруг центра масс методами фотометрии и астрометрии. За эти годы сотрудникам отдела удалось сохранить приобретенный опыт и имеющееся материальное обеспечение, модернизировать аппаратуру, проводить наблюдения, создать и постоянно пополнять информационную базу, разработать новое современное математическое обеспечение исследований. Как результат – заинтересованность партнеров-заказчиков, сотрудничество с Государственным КБ "Южное", Национальным центром управления и испытания космических систем (НЦУИКС) Государственного космического агентства Украины (ГКАУ), и целый ряд, пусть и небольших, но дополнительных хоздоговорных работ. Проведен анализ изменения орбит нескольких сотен ИСЗ, движущихся в атмосфере Земли на низких и высокоэллиптических орбитах, выявлен сложный характер изменений со временем атмосферного торможения у различных объектов, статистически выявлена связь с лунными приливами в атмосфере, которые заметно влияют на движение ИСЗ. Разработана новая численная модель орбитального движения пассивных ИСЗ, которая включает учет современных данных о гравитационном поле Земли, возмущений от третьих тел и торможения в атмосфере ниже 1000 км, приливных горбов в твёрдом теле Земли, в океане и атмосфере, давления солнечного излучения с

учетом тени и полутени Земли, а также релятивистских поправок. Построена модель вращения вокруг центра масс, ориентации, изменения скорости вращения под воздействием факторов космического пространства ряда пассивных спутников и крупных тел "космического мусора", что позволяет улучшить точность прогнозирования движения и сближения спутников на орбите (Н.И.Кошкин, Л.С.Шакун, Н.Р.Бурлак, Е.А.Коробейникова, С.М.Меликянц, С.Л.Страхова, И.В.Кара, С.С.Терпан и др.).

Исследование ИСЗ и других подвижных объектов продолжается на новых телескопах, созданных в последние годы и установленных на наблюдательной станции в с. Маяки.

Это современный автоматизированный телескоп ОМТ-800 на параллактической монтировке и скоростной автоматизированный телескоп КТС, оборудованные высокочувствительными ПЗС камерами. Последний прибор изготовлен при технической поддержке и сотрудничеству с Шанхайской (Китай) и Николаевской астрономическими обсерваториями. Ожидается высокая производительность телескопов и высокая точность получаемых характеристик движения искусственных космических объектов.

Успешно развиваются наблюдения геостационарных спутников и фрагментов космического лома на базе телескопа с диаметром главного зеркала 60 см. Несколько объектов впервые занесено в международные каталоги (В.И.Кашуба, Е.Г.Губин, Сухов П.П. и др.).

Разработка и создание астрономического оборудования. В условиях серьезных финансовых проблем 90-х годов удалось закончить изготовление телескопа-рефлектора с диаметром главного зеркала 100 см. Сейчас этот телескоп установлен в Выгорлатской астрономической обсерватории (Словакия), где директором работает выпускник нашей кафедры астрономии доктор Игорь Кудзей. С его помощью телескоп установлен и оснащен двухканальным электрофотометром. Работа осуществлена благодаря усилиям как словацких коллег, так и наших сотрудников Л.С.Паулина, Н.Н.Фащевского, А.В.Рябова, В.Н.Иванова, Н.И.Дорохова, В.Ф.Мельниченко. Были выполнены работы по завершению строительства и передаче заказчикам двух 40-см телескопов для Вологодского педагогического института (Россия) и для любительской обсерватории в городе Свидник (Словакия) с выездом на место и установкой. Кроме этого в Туркмении на горе Душак-Эрекдаг в 1990 году построен павильон и в 1991 году перевезен и установлен созданный в обсерватории 80-сантиметровый телескоп с первым в стране двухканальным электрофотометром конструкции Н.И.Дорохова.

На наблюдательной станции в с. Маяки установлены новые телескопы, которые сейчас работают по программам исследования ближнего космоса (околоземное пространство) и объектов Солнечной системы. Это телескопы с диаметрами главного зеркала 40, 60 см и современный автоматизированный телескоп с диаметром главного зеркала 80 см (ОМТ-800), аналогов которому сейчас в Украине нет. Этот телескоп был создан группой опытных специалистов обсерватории, в которую входили Н.Н.Фащевский, С.В.Подлесняк, В.В.Жуков, Е.Г.Губин, В.Ф.Мельниченко и др., под патронатом директора обсерватории С.М.Андриевского. Следует отметить, что В.В.Жуков оказал также очень значительную финансовую поддержку этому проекту, работе по построению

самого телескопа и связанной с ним инфраструктуры. Научная программа наблюдений на ОМТ-800 выполняется сотрудниками обсерватории В.В.Троянским, В.И.Кашубой, С.Г.Кашубой, Н.В. Базей и др.

Над созданием приемной астрономической аппаратуры продолжают работать В.В.Драгомирецкий, С.Н.Удовиченко, А.В.Рябов, Ю.Н.Бондаренко, Ю.М.Горбанев, С.В.Подлесняк, В.В.Жуков и другие.

Создание баз астрономических данных. Трудно себе представить астрономию без каталогов. И здесь обсерватория также имеет значительные достижения. Прежде всего, это результаты астрометрии – каталоги точных положений звезд, инфракрасных источников, планет (М.Ю.Волянская, Н.В.Базей, А.П.Челомбитько, М.И.Мялковский и др.).

Коллекция фотопластинок (Фототека) имеет все признаки объекта национального достояния Украины. Она включена в состав Украинской виртуальной обсерватории и уже используется для создания цифрового банка данных систематизированных снимков звездного неба.

В начале 90-х годов была продолжена работа по созданию спектрофотометрических и фотометрических каталогов (Н.С.Комаров, А.В.Драгунова, С.И.Белик, Е.А.Депенчук, Н.И.Дорохов, Н.Н.Закожурникова, В.Ф.Карамыш, В.Д.Мотрич, Л.Ф.Орлова, В.А.Позигун, Т.А.Руссо, А.Г.Черкасс, Л.В.Коротина и др.). Опубликованы также каталоги характеристик переменных звезд (Л.Л.Чинарова и др.) и каталоги по результатам фотографической фотометрии (М.С.Казанасмас, Н.А.Миськин, Л.А.Завершнева, Л.Ф.Томак, А.В.Драгунова, М.П.Ясинская и др.).

Новые телескопы

С развитием спектральных исследований появились электронные каталоги звездных спектров, а также каталоги, основанные на результатах анализа этих спектров – базы данных по содержанию различных химических элементов в атмосферах звезд, параметрам звездных атмосфер (С.М.Андриевский, Т.В.Мишенина, В.В.Ковтюх, С.А.Коротин, С.И.Белик, И.А. Усенко, А.В.Ющенко и др.).

Созданы электронные базы данных по результатам наблюдений метеорных явлений и комет (И.С.Шестака, Е.Н.Крамер, Ю.М.Горбанев, А.К.Маркина, Л.Я.Скобликова, В.И.Мусий и др.). В Отделе космических исследований сформированы координатные и фотометрические каталоги искусственных космических объектов, атласы кривых блеска ИСЗ (Ю.А.Медведев, А.В.Добровольский, Н.Р.Бурлак, С.Я.Колесник, Н.И.Кошкин, Л.С.Шакун, С.Л.Страхова, Е.А.Коробейникова, С.М.Меликянц, П.П.Сухов, Н.Г.Пальцев и др.).

Основная (преобладающая) часть научно-исследовательских работ, которые выполняла астрономическая обсерватория, имеет характер фундаментальных исследований. Результатом таких исследований являются публикации в профессиональных журналах. Только за период 1992-2020 гг. опубликованных статей насчитывается 2073 – всего, из них 1054 в зарубежных изданиях. Кроме этого, опубликовано более 1000 тезисов докладов на научных конференциях различного уровня, в основном – международных.

Подытоживая приведенную выше информацию о научной деятельности НИИ "Астрономическая обсерватория", достаточно выборочную и неполную, следует заметить, что и обсерватория, и кафедра астрономии (сейчас это кафедра теоретической физики и астрономии) уделяют также внимание состоянию астрономического образования в Украине и просвещения в Одессе и области. Пробелы в вопросе просвещения заполняются работой лектория "Планетарий", который был создан в астрономической обсерватории при кафедре астрономии в 2000 году. В 2018 году на территории обсерватории совместно с Департаментом образования Одесского Горсовета построен полноценный планетарий, который принял на себя функции лектория как популяризатора знаний о космосе и окружающем Землю ближнем пространстве. Ежегодно совместно с Одесским астрономическим обществом (председатель М.И.Рябов) проводятся научно-методические конференции-семинары для преподавателей физики и астрономии школ Одессы и Одесской области "Современная астрономия и космонавтика в школьном образовании".

Астрономическая обсерватория продолжает издание ежегодного "Одесского астрономического календаря", который стал достаточно популярным среди любителей и профессионалов, как в Украине, так и в ближнем зарубежье, а также научный журнал "Odessa Astronomical Publications".

В заключение, подводя итог изложенного, и в преддверии наступающего юбилея следует отметить, что Одесская астрономическая обсерватория обладает достаточным потенциалом для успешного продолжения научной деятельности в будущем.

P.S. Автор старалась вспомнить всех, причастных к работе Астрономической обсерватории. Но 150 лет – большой промежуток, через обсерваторию прошли сотни сотрудников, и упущения неизбежны. Приношу свои извинения тем, кто не был упомянут на страницах очерка.

АСТРОНОМИЯ В ОДЕССКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. И.И.МЕЧНИКОВА – 155 ЛЕТ ИСТОРИИ

Город Одесса был задуман и создан в 1794 году как портовый город, что требовало образования в нем специальной камеры для поверки приборов, с помощью которых определялось место судна в море. А методы определения места судна тогда требовали знаний астрономии. Неудивительно, что курсы астрономии находились в учебных планах всех гимназий, лицеев и университетов государств, имеющих порты. Известно, что в Одессе астрономия читалась и в Ришельевской гимназии, и в сменившем ее Ришельевском лицее, и в созданном на его базе Новороссийском университете, причем с передачей ими друг другу астрономических, геодезических и других приборов: университет получил от лицея 23 прибора, послуживших основой Астрономического кабинета университета.

Эти приборы использовалось в учебных целях, начиная с 1865 года, когда приглашенный в университет магистр астрономии Л.Ф.Беркевич начал читать студентам курсы "Космография", ныне "Общая астрономия", и "Сферическая тригонометрия", ныне "Сферическая астрономия", подкрепленные практическими наблюдениями во дворе университета. Неудобства выноса приборов и ограниченность наблюдаемой со двора небесной сферы указали на необходимость переноса приборов в другое, свободное от зданий города место – в урочище Ланжерон (ныне парк Т.Г.Шевченко), которое еще в 1863 году (до образования университета) Одесская общая городская дума выделила под расположение будущей университетской астрономической обсерватории.

Обсерватория была построена и начала работу в 1871 году, и первой ее научной работой явились наблюдения прохождения Меркурия по диску Солнца. Однако первой научной тематикой в Одессе все же стала теория движения малых планет, разрабатываемая первым заведующим кафедрой астрономии и геодезии нашего университета Л.Ф.Беркевичем – тема его докторской диссертации, защищенной в Новороссийском университете в 1867 году. Для обеспечения своей тематики наблюдательными данными Л.Ф.Беркевич приобрел меридианный круг Репсольда 1862 года выпуска, но установить его в построенном в обсерватории меридианном зале с готовыми фундаментами и открываемыми в северной и южной стенах проемами не смог. Тематика меридианных наблюдений была открыта позже.

Необходимо отметить, что при открытии обсерватории Л.Ф.Беркевич запросил рекомендации по возможной научной тематике у директора Пулковской обсерватории О.В.Струве, который посоветовал заняться астрофизическими проблемами. Возможно, что эта рекомендация отодвинула сроки введения в строй меридианных наблюдений и поспособствовала началу астрофизической тематики, введенной А.К.Кононовичем, который, пройдя трехлетнюю астрофизическую стажировку в Европе, сменил Л.Ф.Беркевича на постах заведующего кафедрой астрономии и геодезии и заведующего астрономической обсерваторией. Таким образом, А.К.Кононович стал первым астрофизиком юга Российской империи, как считает его В.П.Цесевич в очерке по истории астрономии в Одессе.

Первыми астрофизическими темами стали наблюдения протуберанцев,

пятен на Солнце, наблюдения отражательной способности поверхностей планет и сравнение их альбедо с лабораторными исследованиями различных земных материалов, изучение орбит двойных звезд и фотометрические наблюдения звезд. Эти работы проводились на новых приборах, приобретенных и созданных в обсерватории: протуберанц-спектроскопе, спектрогелиографе, телескопе-рефракторе Кука (1886) с окулярным микрометром и широкоугольном астрографе (большой астрограф). В разработке и создании новейшей аппаратуры принимал участие знаменитый университетский механик Й.А.Тимченко, а спонсором часто выступал Н.Н.Донич. выпускник Новороссийского университета, богатый молдавский помещик.

Таким образом, при А.К.Кононовиче выполнялись многие научные тематики по физике Солнца, планетной физике и звездной астрофизике, не были забыты и велись работы по небесной механике. При этом применялись новейшие методики фотометрии и спектроскопии небесных тел. Работа по вышеназванным тематикам получила широкую известность в мире, и Астрономическую обсерваторию Новороссийского университета признали в мире как крупное научное образование и включили в списки астрономических учреждений мира. Следует сказать, что в это время в Одесском университете А.К.Кононович также подготовил плеяду видных впоследствии ученых астрономов Васильева А.С., Ганского А.П. и Стратонова В.В., что можно также отнести к заслугам одесской астрономии.

Надо отметить, что в 1896 году на территории обсерватории университета была создана Южная база Пулковской обсерватории, заведующим которой стал одесский астроном А.Р.Орбинский, а работниками также и другие одесские астрономы. На базе были построены отдельные павильоны под меридианный круг и пассажный инструмент, принадлежащие Пулковской обсерватории. Таким образом, может косвенно, но одесские астрономы были причастны и к астрометрическим наблюдениям на этих приборах (в павильоне пассажного инструмента впоследствии размещался зенит-телескоп). База просуществовала до 1912 года, когда она со своим инструментарием переехала в Николаевскую морскую обсерваторию, ставшую филиалом Пулковской обсерватории.

В этот же год к руководству одесской астрономией пришел А.Я.Орлов, который первой задачей своей работы в обсерватории поставил воссоздание в Одессе классического направления – астрометрии, для которой были все условия: собственный меридианный круг, павильон для него, оставленный после отъезда пулковской базы, и прошедшие хорошую астрометрическую практику сотрудники. Одесский меридианный круг Репсольда был установлен, приведен в рабочее состояние, тщательно исследован и на нем получен первый одесский каталог положений небесных тел. Наблюдения на меридианном круге продолжались весь XX век. Его материалы вошли в 50 коллективных каталогов. Последний каталог положений опубликован в 20 томе журнала Odessa Astronomical Publications.

А.Я.Орлов внес в копилку научных работ обсерватории и геофизическую тематику. За время работы в Одессе им было проведено много экспедиций по установлению гравиметрических пунктов в европейском, сибирском и алтайском регионах страны вплоть до города Благовещенск. Полученные материалы позволили создать гравиметрическую карту страны и привязать ее к европейскому фундаментальному реперу в городе Потсдам (Германия). По этой теме был создан ре-

пер нулевого (высшего) класса в помещении Одесской обсерватории. В бытность А.Я.Орлова директором обсерватории в Одессе была создана специализированная Полтавская гравиметрическая обсерватория, оснащенная инструментарием и научным персоналом, перешедшим из Одесской обсерватории.

А.Я.Орлов не закрыл ни одной из существовавших до его прихода научных тематик и даже развил несколько зависшую тематику по небесной механике. С отъездом А.Я.Орлова из Одессы в 1933 году вся геофизическая тематика перешла в ведение Полтавской гравиметрической обсерватории. Но замена этим потерям не заставила себя ждать – пришедший в 1934 году на место руководителя одесской астрономии К.Д.Покровский, известнейший ученый, специалист по исследованию метеоров и комет, ввел эту тематику в планы обсерватории. Тема прижилась и особенно сильно развилась во время руководства ею Е.Н.Крамером. Метеорная тематика работает и сегодня. Она обеспечена современной наблюдательной аппаратурой и использует новые методы наблюдений и их обработки.

К.Д.Покровский не ограничился кометно-метеорной тематикой. К традиционным направлениям он добавил теоретические исследования двойных звезд и астероидов, определение масс больших планет (Марс, Юпитер, Сатурн), движение полюса Земли, изменение блеска цефеид, наблюдения покрытий звезд Луной и спектральные наблюдения затменных двойных звезд. При К.Д.Покровском был заметно расширен парк наблюдательных инструментов – зенит-телескоп, двойной астрограф Кука-Хайде с предобъективной призмой, гелиограф Фуке, горизонтальный солнечный телескоп и другие приборы. В это время восстанавливается кафедра астрономии (1936) в университете и появляются первые аспиранты по основным трем тематикам обсерватории.

С приездом в 1944 году в Одессу В.П.Цесевича, сразу возглавившего одесскую астрономию, определяющей стала тематика исследования переменных звезд чуть ли не всех типов, преимущественно затменных переменных звезд и короткопериодических цефеид. Послевоенный малый штат обсерватории привел к сокращению научных тематик – постепенно ушли в прошлое наблюдения Солнца, покрытия звезд Луной, став темой любителей астрономии. Ушла регулярная ранее работа по микрометрическим наблюдениям движений визуально-двойных звезд. Но пришло постоянное применение астрографов для получения снимков звездного неба сначала с "большим" астрографом еще времен А.К.Кононовича, затем "двойным", "тройным" и, наконец, семикамерным астрографами.

Первоначально визуальные наблюдения звезд перешли на новые методы – фото- и электрофотометрию и спектроскопию разного разрешения. В обсерватории было создано современное оборудование и подготовлен научный персонал. И в настоящее время основной метод звездных исследований сместился в сторону высокодисперсионной спектроскопии звезд разной природы, но работает и звездная электрофотометрия. Основы настоящих исследований звезд укладываются в тематику "Химическая и динамическая эволюция звезд и галактик". Но есть и другие направления – наблюдения и моделирование катаклизмических двойных звезд, физика течения газа в тесных двойных звездах разной природы, эволюция двойных звезд на протозвездной стадии и другие.

Особое место в тематике обсерватории заняли наблюдения и анализ движения искусственных спутников Земли (ИСЗ). Тематика возникла в 1957 году, когда

в Одессе начались наблюдения изменения блеска ИСЗ и были предложены методики определения характеристик вращения и ориентации в пространстве этих объектов. Впоследствии была приобретена и создана на месте необходимая для выполнения тематики аппаратура и подготовлен штат сотрудников. В настоящее время ведутся обширные наблюдения низко- и высоколетящих спутников, включая те, которые находятся на геостационарных орбитах. К сожалению, обсерватория, обладающая двумя лазерными телескопами, с зеркалами 32 и 100 см, из-за объективных трудностей не может их использовать для наблюдения ИСЗ.

Следует отметить, что в планах обсерватории некоторое время была тематика по исследованию межзвездного поглощения света, начатая в 1967 году в кооперации с Абастуманской астрофизической обсерваторией. Она велась группой сотрудников обсерватории во главе с М.С.Казанасмасом и завершилась созданием звездных площадок, содержащих группы звезд с определенными звездными величинами и спектральними классами. Параллельно с этим сотрудниками был создан "Атлас поисковых карт переменных звезд", который получил одобрение и широкую известность. Недолго была тематика по исследованию верхней атмосферы Земли сумеречными методами. Однако безвременная смерть руководителей темы (Н.Б.Дивари, Ю.И.Загинайло) привела к ее закрытию.

С сожалением можно вспомнить много других тематик, закрытых в связи с отъездом их исполнителей из Одессы. Одной из первых была тематика начала XX века – первого спектрального изучения пульсирующих звезд цефеид в России (В.С.Жардецкий); вторая – геофизическая тематика А.Я.Орлова, описанная выше, и работы Н.М.Стойко-Радиленко о неравномерности суточного вращения Земли; в середине века – космогонические исследования К.Н.Савченко и его критические исследования теории относительности, а также исследования движения звезд в скоплениях (В.К.Абалакин) и теоретическое изучение физики звезд Вольфа-Райе (С.В.Рублев); и уже в начале XXI века – эволюция двойных звезд, находящихся на протозвездной стадии развития (Ф.В.Сироткин).

В 1992 году появились новые тематики. Первой из них были исследования астросейсмологических процессов – одной из новейших проблем астрофизики. Они велись небольшой группой и их последняя публикация датирована 2012 годом. Тематика закрылась после ухода из обсерватории основных исполнителей темы Д.Е.Мкртчяна и безвременной смерти Т.Н.Дороховой. Затем, но уже в 2006 году, планы обсерватории обогатились новой космологической тематикой, которую принес А.И.Жук с внутриуниверситетским переходом с кафедры теоретической физики в штат обсерватории. Тематика обеспечена руководством и переменным штатом сотрудников, успешно развивается и результаты ее исследований публикуются в солидных журналах.

Много внимания в нашей обсерватории всегда уделялось введенной еще А.К.Кононовичем приборостроительной практике. Много приборов было сделано механиками Й.А.Тимченко и его сыном Николаем, оснастившими ими практически все телескопы обсерватории. Много приборов для обсерватории сделано и после них. Это астрографы – двойной, тройной и семикамерный (1957 год), метеорный радиолокатор (1957-1960), метеорный спектросенситометр (1962-1968), ЭОП-камера для наблюдений слабых метеоров (1965), большая серия электрофотометров и спектрофотометров (1964-1991), аппаратура для

лазерной дальнометрической локации высокоорбитальных искусственных спутников Земли, выполненная по хоздоговорной теме "Репер-С" (1974).

Приборостроители обсерватории были объединены в сектор (затем отдел) астроприборостроения, одной из задач которого была автоматизация управления телескопами и их навесной аппаратурой. Первыми были электроприводы движения телескопов, затем электрофотометры для наблюдений ИСЗ как на низких, так и геостационарных орбитах. Затем появились фотогиды для астрографа, затем создана цифровая автоматизированная система управления с ЭВМ. Еще более объемной стала работа при создании одесского отделения Опытного производства ГАО АН Украины, основными работниками которого были сотрудники одесской обсерватории, которые изготовили и внедрили в наблюдения новейшие автоматизированные фотометры (тип АЭФ) для многих организаций СССР.

Огромное участие приняла Одесская обсерватория и кафедра астрономии в развитии в Одессе радиоастрономических исследований. Кафедра астрономии, в учебных планах которой был спецкурс "Радиоастрономия", подготовила кадры научных сотрудников по радиоастрономической специальности, первым из которых был М.И.Рябов. Создание проекта и месторасположение радиотелескопа инициировано В.П.Цесевичем в 1974 году, а построенный радиотелескоп "УРАН-4" вступил в строй в 1987 году. В создании же радиотелескопа приняли участие многие сотрудники, зачастую за счет личного времени и средств Одесской обсерватории. В настоящее время "УРАН-4" входит в систему Академии наук Украины – Радиоастрономического института, но сотрудничество продолжается.

В настоящее время заметно сокращение крупной и широко известной, развитой В.П.Цесевичем, тематики по телескопостроению. В обсерватории было создано около 50 телескопов различного размера. Из них три 40-см телескопа послужили основой для открытия новых обсерваторий в Вологде (Россия), в Сегеде (Венгрия) и Свиднике (Словакия). Наибольшие (по размеру зеркал) из них располагаются – 100 см в Словакии (Выгорлатская обсерватория), два 80 см телескопа в России (пик Терскол) и в Туркмении (гора Душак), один 80 см и один 60 см в Одессе, и много 30-40 см телескопов и два лидара – в странах бывшего СССР. В настоящее время эта тематика продолжена, но в очень скромных объемах.

Необходимо еще сказать о двух темах – по созданию Болидной сети СССР и Лазерно-локационной сети Украины. Обе сети в перспективе должны были войти в Европейскую сеть. Для первой сети были спроектированы и изготовлены 30 автоматических болидных камер с шестью объективами каждая, были оборудованы установочные места для них на территории 25 метеорологических станций СССР, но финансирование на работу сети не поступило, и тема была закрыта. С Лазерно-локационной сетью вышло еще хуже – приходящие в 1994-1999 годах на окончание строительства станции целевые деньги были использованы на нужды университета, и тему в нашей обсерватории пришлось заморозить.

Но в практике работ всех астрономических обсерваторий есть и работы, связанные с текущими астрономическими явлениями, такими, как затмения Солнца, Луны, прохождения планет по диску Солнца, вспышки новых звезд и другие явления. Часто обсерватории, помимо плановых работ, заключают договора о кооперации по наблюдениям других явлений. Так, первое наблюдение обсерватории связано с прохождением Меркурия по диску Солнца в 1871 году. В дальнейшем

такие явления наблюдались неоднократно. Сотрудники обсерватории многократно участвовали в наблюдениях затмений Солнца – первое в 1887 году. В 1963 году сотрудники участвовали в первой советско-американской кооперации по наблюдению раскрытия ИСЗ "Эхо-2" и в советско-британских наблюдениях вспыхивающей звезды UV Кита. И таких кооперций было много.

В заключение я просто перечислю научные темы, основные и самые объемные из которых (п.п. 5-10 и 21) выделены жирным шрифтом:

1. Небесно-механические работы по изучению возмущений при движении малых планет – астероидов, первой была планета Юнона (1865 год и поныне).

2. Фотометрические исследования больших планет с целью определения и изучения их альбедо, а также определения их масс (1881-1944).

3. Исследования физики солнечных образований – протуберанцев и пятен на диске фотометрическими и спектральными методами (1881-1944), но была также работа по изучению структуры солнечной хромосферы – кандидатская диссертация Р.И.Теплицкой "Изменение кривых роста к краю солнечного диска" (1962).

4. Наблюдения визуально-двойных звезд с помощью окулярного микрометра и изучение их движений (1881-1944).

5. Фотометрические наблюдения звезд разных типов с помощью визуальных, фотографических и фотоэлектрических методов (1881 год и поныне).

6. Определение положений небесных тел с помощью меридианных кругов в 1896-1912 (пулковский круг), и на одесском меридианном круге в1916-1998 гг.

7. Определения гравиметрических постоянных для разных географических пунктов страны в европейском, сибирском и алтайском регионах (1912-1933).

8. Исследование метеоров по результатам определения их орбит и определение их физических характеристик (1934 год и поныне).

9. Исследование физики переменных звезд и звезд поздних спектральных типов спектральными методами разного разрешения (1938 год и поныне).

10. Исследование положений, орбит и физических характеристик искусственных спутников Земли разного назначения (1957 год и поныне).

11. Космогонические исследования К.Н.Савченко (1944-1956).

12. Теоретические исследования звезд Вольфа-Райе С.В.Рублевым (1953-1960).

13. Изучение движения звезд в скоплениях В.К.Абалакиным (1957-1965).

14. Изучение поглощения света межзвездной средой в кооперации с Абастуманской обсерваторией (1967-2007).

15. Определение по фотографическим наблюдениям положений комет и составление архивных списков по данным астрографов (1970 – 2006).

16. Фотометрия и определение формы и вращения астероидов (1974 год и поныне).

17. Радиоастрономические исследования (1974 год и поныне).

18. Исследование атмосферы Земли и околоземного пространства сумеречными методами (1991-2003).

19. Астросейсмологические исследования (1992-2012).

20. Космологические исследования (2006 год и поныне).

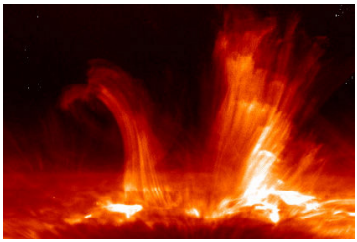
21. Астроприборо- и телескопостроение (1881 год и поныне).

НОВОСТИ АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКИ
(Обзор по состоянию на 1 октября 2020 года)

Станция Solar Orbiter отправилась к Солнцу. Solar Orbiter – космический аппарат для исследования Солнца, разработанный командами Европейского космического агентства и НАСА. Основная задача SO – наблюдать за полярными регионами Солнца. Зонд был запущен 10 февраля 2020 года.

Научная программа станции рассчитана на девять лет, ее основными задачами станут исследования корональных выбросов массы, формирования протуберанцев, определение напряженности магнитного поля в активных областях экваториального пояса Солнца, изучение короны звезды и механизмов ускорения солнечного ветра. Кроме того, аппарат сможет впервые в истории наблюдать за полярными регионами Солнца и получать их прямые полные изображения. Для выполнения всех поставленных задач станция оснащена комплектом из десяти научных приборов, в которые входят коронограф, магнитометр, детекторы заряженных частиц, а также системы получения изображений. Планируется, что полет до Солнца займет два года, после чего станция совершит 22 оборота вокруг Солнца. При этом она будет менять наклонение своей эллиптической орбиты при помощи гравитационных маневров вблизи Венеры, что даст ей возможность увидеть полюса Солнца в 2025-2029 годах. В феврале 2021 года Solar Orbiter окажется на расстоянии 0,5 астрономической единицы от Солнца, а в октябре 2022 года – на расстоянии 0,3 астрономической единицы, что составляет около 60 солнечных радиусов. Зонд "Паркер", который в настоящее время исследует Солнце, сближается с ним на гораздо меньшее расстояние (от 10 до 35 радиусов Солнца), однако для Solar Orbiter такие сближения не нужны. 15 июня аппарат подошел к звезде на минимальное расстояние: 77 миллионов километров. С помощью научных приборов, установленных на Solar Orbiter, зонд получил несколько фотографий в ультрафиолетовом диапазоне волн, которые помогли выявить вспышки на Солнце – "костры", как их прозвали ученые. Интенсивность "костров" в миллионы раз меньше, чем у "обычных" вспышек.

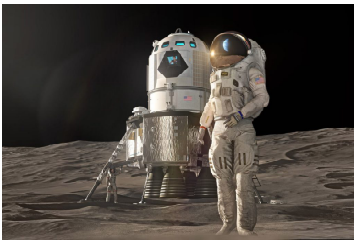
Обсерватория IRIS НАСА обнаруживает на Солнце наноджеты. В новом исследовании ученые сообщают о первом в истории наблюдений Солнца убедительном обнаружении наноджетов – ярких узких потоков плазмы, движущихся перпендикулярно магнитным структурам, расположенным в солнечной короне – в процессе, который может доказывать существование нановспышек – гипотетических событий, которые могут вызывать разогрев солнечной короны до экстремально высоких температур, не получивший до сих пор од-



нозначного научного объяснения. В попытке понять, почему температура атмосферы Солнца намного выше температуры его поверхности, и определиться в пользу одной из многочисленных гипотез о причинах этого нагрева использпользовалась миссией НАСА Interface Region Imaging Spectrograph (IRIS). Инструмент IRIS работает в паре с устройством получения изображений высокого разрешения и позволяет подробно рассматривать труднодоступные для наблюдений при помощи других инструментов события, происходящие на Солнце.

США объявили о планах отправить астронавтов к Луне в 2024 году. Американское управление по аэронавтике и исследованиям космоса (НАСА) объявило о выделении 28 млрд долларов на осуществление космической программы "Артемида-3" – второго проекта пилотируемых полетов на Луну.

Экипаж будет состоять из двух астронавтов – мужчины и женщины. Полет планируется осуществить к 2024 году, но это будет зависеть от того, насколько быстро Конгресс одобрит выделение 3,2 млрд долларов на создание лунного модуля. Возобновляя программу пилотируемых полетов к Луне, Белый дом намеревается восстановить американское лидерство в космосе. Астронавты полетят на космическом корабле "Орион", по техническим характеристикам похожем на капсулу серии "Апполон". "Орион" – корабль нового поколения, предназначен для дальних полетов в космос, в том числе к Марсу. Это будет первая высадка на Луне с 1972 года. "Сумма в 28 млрд долларов рассчитана на осуществление программы "Артемида" в течение четырех лет, по истечении которых мы должны совершить посадку на Луну. Сюда входят расходы на ракету-носитель SLS, на "Орион", на строительство лунного модуля и, конечно, на скафандры", – сказал администратор НАСА Джим Брайдстайн.



На 2021 год намечена экспериментальная беспилотная миссия "Артемида-1" вокруг Луны, которая продлится один месяц и в течение которой будут испытаны некоторые ключевые системы космического корабля. В конце этого десятилетия планируется создать на Луне базовый лагерь "Артемида" со всей инфраструктурой, необходимой для долгосрочного исследования планеты.

Ученые хотели бы научиться добывать лед на Южном полюсе Луны, поскольку потенциально его можно было бы использовать для производства топлива прямо на Луне, что было бы дешевле, чем доставлять его с Земли.

Комета Чурюмова-Герасименко образовалась при скользящем столкновении кометезималей. Астрономы выяснили, что ядро кометы Чурюмова – Герасименко могло образоваться при скользящем прямом столкновении двух кометезималей, между которыми сформировалась перемычка. При этом сами доли ядра оказались достаточно прочными, чтобы не разрушиться при ударе, в этом им помог лед и органические вещества.

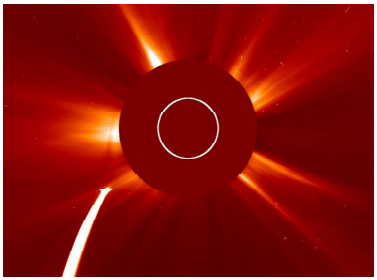
Короткопериодическая комета 67P/Чурюмова – Герасименко стала главной целью для межпланетной станции "Розетта", которая исследовала ее на протяжении двух лет и собрала огромное количество данных о ядре и коме кометы, а также об изменениях в ее поведении в ходе приближения к Солнцу. В ноябре 2014 года станция впервые в истории высадила на поверхность ядра кометы

модуль, который успел собрать научные данные до потери с ним связи. Научная программа станции завершилась 30 сентября 2016 года запланированной жесткой посадкой на ядро кометы.

Комета Борисова родом из межзвездного пространства демонстрирует признаки фрагментации. От второго по счету известного ученым объекта родом из межзвездного пространства, оказавшегося в нашей Солнечной системе, по-видимому, откалывается несколько фрагментов.

Фотографии кометы, открытой крымским астрономом Борисовым, предположительно попавшей в Солнечную систему из межзвездного пространства, которые были сделаны 28 и 30 марта 2020 года при помощи космического телескопа Hubble ("Хаббл") НАСА/ЕКА, демонстрируют вытянутое ядро, готовое разделиться на два фрагмента. Эта картина значительно отличается от того, что "Хаббл" наблюдал 23 марта, когда ядро представляло собой единую структуру. Обычно от главного ядра откалывается фрагмент, и этот фрагмент имеет очень небольшие размеры по сравнению с ядром. Вероятность того, что комета Борисова распадается на значительные по величине фрагменты, довольно низкая. Комета потеряла лишь от 0,1 до 1 процента от общей массы, что можно сравнить с потерей автомобилем зеркала заднего вида.

Обсерватория SOHO открыла свою четырехтысячную комету. Космическая обсерватория SOHO открыла свою 4000-ю по счету околосолнечную комету. Это удалось сделать благодаря астрономам-любителям, которые изучают снимки Солнца, получаемые обсерваторией каждый день, сообщается на сайте NASA. За 25 лет работы обсерватории было обнаружено четыре тысячи околосолнечных комет: в основном, при помощи коронографа LASCO (Large Angle and Spectrometric Coronagraph), который использует технику блокирования солнечного диска, что позволяет увидеть корону звезды. Открытие 4000-й по счету кометы состоялось 15 июня 2020 года, это сделала любительница астрономии Трюгве Престгард (Trygve Prestgard), изучавшая снимки Солнца в рамках проекта "Sungrazer". Комета, получившая обозначение SOHO-4000, относится к семейству Крейца, а размер ее ядра оценивается в 4-10 метров. Видеоролик, посвященный проекту "Sungrazer": https://www.youtube.com/watch?time_continue=141&v=2wT4ZQG19S0&feature=emb_logo. Стоит отметить, что каждый июнь происходит всплеск открытий комет, сделанных



на базе данных SOHO: все из-за удачного положения аппарата, позволяющего видеть отраженный кометными хвостами свет Солнца. Так, в период с 1 по 9 июня 2020 года обсерватория обнаружила 17 комет, что примерно вдвое больше типичного темпа обнаружений.

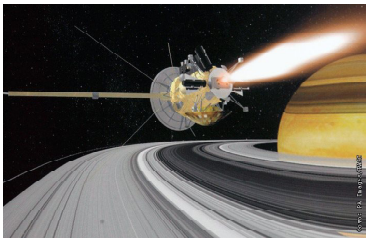
Комета над Одессой. Комета C/2020 F3 (NEOWISE) была открыта 27 марта 2020 года космическим инфракрасным телескопом WISE (Wide-Field Infrared Survey Explorer). Комета NEOWISE находилась менее чем в 20 градусах от Солнца с 11 июня 2020 года по 9 июля 2020 года. К 10 июня 2020 года, когда комета была потеряна в сиянии Солнца, ее блеск был $+7^m$. 3 июля 2020 года, когда комета NEOWISE прошла перигелий, она находилась на расстоянии 0,29 а.е. (43 млн км) от Солнца. Когда комета вошла в поле зрения SOHO LASCO C3 22 июня 2020 года, она достигла 3-й звёздной величины. По состоянию на июль комета NEOWISE достигла видимой звёздной величины $+1^m$, намного превысив яркость, достигнутую кометой C/2020 F8 (SWAN), и у неё появился второй хвост. Первый голубоватый газовый (ионный) хвост светится за счёт флуоресценции молекул C_2 и CN, а более поздний второй золотой хвост состоит из пыли, как у кометы Хейла-Боппа, хотя и не так велик. 5 июля 2020 года прибор WISPR зонда "Паркер" выявил в ионном хвосте вторую компоненту – натриевый ионный хвост. 23 июля 2020 года комета сблизилась с Землёй до 103,5 млн км (0,69 а.е.). В следующий раз C/2020 F3 (NEOWISE) вернётся к Солнцу через 6800 лет – её афелий находится на расстоянии 500-700 а.е. от Солнца.

Финальные снимки с космического аппарата Кассини. Исследователи заняты анализом некоторых окончательных данных, отправленных с космического аппарата "Кассини" (Cassini), который находился на орбите вокруг Сатурна более 13 лет до конца своей миссии в сентябре 2017 года.

На последнем этапе своего путешествия "Кассини" был выведен на особенно смелую орбиту, проходящую между Сатурном и его кольцами, что привело его ближе к Сатурну, чем когда-либо прежде. Это позволило ученым получить снимки ультрафиолетовых полярных сияний Сатурна с беспрецедентным разрешением.

Полярные сияния Сатурна образуются в результате взаимодействия солнечного ветра – потока энергетических частиц, испускаемых Солнцем, с быстро вращающимся магнитным полем Сатурна. Они расположены в полярных областях планеты и известны своей высокой динамичностью, часто пульсируя и вспыхивая, поскольку различные динамические процессы происходят в плазменной среде планеты.

Одних спутниковых снимков едва ли будет достаточно, чтобы разгадать тайны полярного сияния – энергетические частицы, вызывающие яркие световые лучи вокруг полюсов Сатурна, возникают далеко от поверхности пла-

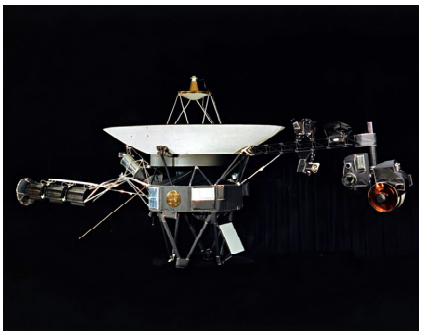


неты, где линии магнитного поля скручиваются, и облака плазмы взаимодействуют друг с другом. Находясь в нужной области, "Кассини" иногда был встроен в поток частиц, соединяющий полярные сияния с магнитосферой.

Несмотря на то, что миссия "Кассини" закончилась, полученные ею данные по-прежнему полны сюрпризов и будут продолжать помогать исследователям понять работу гигантских полярных сияний планеты, особенно в сочетании с наблюдениями станцией Juno ("Юнона") магнитосферы Юпитера.

Вселенская миссия. По проекту NASA космические корабли-близнецы "Вояджер-1" и "Вояджер-2" были отправлены в космос в 1977 году. "Вояджер-1" начал своё путешествие 5 сентября, что на 16 дней позже отправления его "собрата". Но именно "Вояджер-1" получил своё первенство в названии, поскольку его маршрут был более быстрым. Уже 15 декабря 1977 года он обогнал близнеца, покинув пояс астероидов. В настоящее время "Вояджер-1" остаётся самым отдалённым земным космическим зондом.

Учёные надеются, что связь с "Вояджерами" удастся поддерживать и после того, как они пересекут гелиопаузу, примерно до 2025 года. "Вояджер-1" движется по гиперболической траектории, поэтому он не вернётся в Солнечную систему под действием её гравитационного притяжения. Если с ним ничего не случится по пути, примерно через 40 000 лет он должен пролететь в 1,6 светового года (15 трлн км) от звезды Глизе 445 созвездия Жирафа, которая движется в сторону созвездия Змееносца. В дальнейшем, вероятно, "Вояджер-1" будет вечно странствовать по галактике Млечный Путь. Текущее удаление "Вояджера-1" от Земли и от Солнца, скорость его движения и статус научной аппаратуры отображаются в режиме реального времени на сайте NASA.



Под поверхностью Марса может быть жизнь. Хотя на поверхности Марса не было обнаружено никакой жизни, новое исследование, проведенное астрофизиком и научным сотрудником в Центре космических наук Нью-Йоркского университета в Абу-Даби Димитром Атри, показывает, что условия под поверхностью могут потенциально поддержать ее существование. Подземное пространство – менее резкое и со следами воды – никогда не исследовалось. Согласно Атри, постоянная бомбардировка проникающих галактических космических лучей (ГКЛ) может обеспечить энергию, необходимую для катализа органической активности под поверхностью.

Появляется все больше данных, свидетельствующих о наличии водной среды на древнем Марсе, что ставит вопрос о возможности существования жиз-

необеспечивающей среды. Эрозия марсианской атмосферы привела к резким изменениям в ее климате, исчезли поверхностные воды, сократились пригодные для жизни места на планете, и лишь небольшое количество воды осталось вблизи поверхности в виде солевых растворов и отложений водяного льда. Жизнь, если бы она когда-либо существовала, должна была бы адаптироваться к суровым современным условиям, которые включают низкие температуры и поверхностное давление, а также высокую дозу радиации.

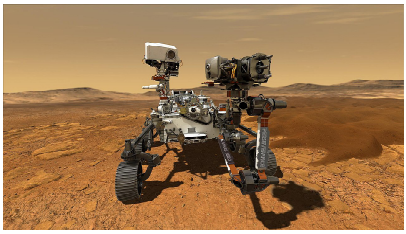
Аппарат НАСА "Мейвен" наблюдает пульсирующее ночное небо на Марсе. Космический аппарат НАСА "Мейвен" (MAVEN) сделал изображения, на которых видно, как обширные области марсианского ночного неба пульсируют в ультрафиолетовом свете. Данные помогут ученым исследовать сложные схемы движения воздушных потоков в среднем слое атмосферы на Марсе.

Астрономы заметили, что атмосфера Красной планеты пульсирует ровно три раза за ночь – и только в определенное время года. Также они увидели неожиданные волны и спирали над зимними полюсами и подтвердили данные о том, что это ночное свечение было самым ярким в зимних полярных регионах.

Свечение исходит в основном на высоте около 70 километров. Оно такое же яркое, как северное сияние Земли. Но в видимом диапазоне длин волн его увидеть нельзя. Поэтому человек (скажем, астронавт будущего) их сам не увидит – только с помощью прибора.

Новые миссии к Марсу. 30 июня Ракета Atlas V запустила аппараты миссии "Марс-2020" – ровер "Персеверанс" и первый внеземной вертолет "Инженити". Одной из главных задач марсохода станет сбор образцов грунта, которые через несколько лет заберет следующая миссия и доставит на Землю в 2031 году.

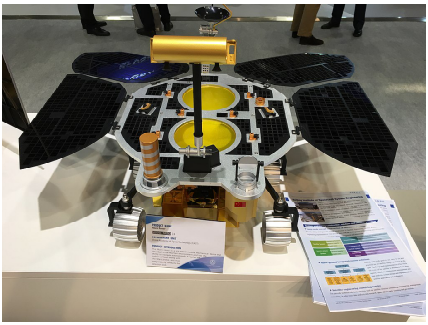
На текущий момент на Марсе работают два аппарата, причем оба разработки NASA: неподвижная станция InSight и марсоход "Кьюриосити", успешно работающий на планете с 2012 года. Новый ровер "Персеверанс" основан на той же платформе, однако его миссия отличается от "Кьюриосити". Он будет искать органические соединения, потенциально указывающие на присутствие микроорганизмов в прошлом или настоящем, исследовать климат Марса и пытаться синтезировать кислород из атмосферы. Второй аппарат миссии "Марс-2020" – вертолет "Инженити" – тоже примечателен: если он сумеет подняться в воздух, это станет первым управляемым атмосферным полетом за пределами Земли. Прибытие аппаратов назначено на 18 февраля 2021 года. Посадка состоится в кратере Езеро, в месте, которое в прошлом было дельтой реки. Номинальный срок миссии после посадки составляет один год, но фактически, если марсоход не столкнется с непреодолимыми техническими трудностями, его работа продолжится.



Япония запустила к Марсу космический зонд ОАЭ "Аль-Амаль". Японская ракета-носитель H-IIA с космическим зондом Объединенных Арабских Эмиратов "Аль-Амаль" ("Надежда") для изучения Марса стартовала 20 июля 2020 года с космодрома на острове Танэгасима. Запуск прошел успешно. Аппарат отделился от ракеты-носителя на высоте 430 км и продолжил движение по заданной траектории.

Аппарат весом около 1350 кг создан при сотрудничестве Космического агентства ОАЭ, Космического центра имени Мухаммеда бен Рашида и трех американских университетов. Он оснащен двумя солнечными батареями, многоканальной камерой с высоким разрешением, а также инфракрасным и ультрафиолетовым спектрометрами. Главная задача миссии – изучение марсианской атмосферы и климата. В частности, с помощью зонда "Аль-Амаль" ученые будут наблюдать за ежедневными и сезонными погодными циклами на планете, а также за пылевыми бурями, которые очень сильно влияют на погоду. С помощью полученных данных специалисты рассчитывают узнать, каким образом атмосфера Марса за время его существования претерпела такие сильные изменения. Как ожидается, зонд достигнет Марса в 2021 году, когда ОАЭ будут отмечать 50-летие. Предполагается, что аппарат будет находиться на орбите планеты один марсианский год (687 земных дней).

Китайский марсианский зонд на пути к Марсу. 23 июля 2020 года Китай запустил марсианский зонд "Тяньвэнь-1" ("Вопросы к небу"), который в рамках своей миссии совершит орбитальный полет, посадку на поверхность Марса и перемещение по ней. Этот запуск стал первым шагом Китая по исследованию планет Солнечной системы. Как ожидается, китайский марсианский зонд "Тяньвэнь-1" достигнет Марса примерно в феврале 2021 года. После выхода на орбиту вокруг Красной планеты потребуется еще два-три месяца, чтобы провести исследование выбранной зоны для посадки. Космический аппарат продолжает двигаться к Марсу. Все его системы работают в нормальном режиме.



Протоземля формировалась намного быстрее, чем считалось прежде. Пыль, доставленная на Землю с метеоритами, позволила выяснить, что протоземля формировалась намного быстрее, чем считалось ранее. Анализ этой метеоритной пыли показал, что формирование протоземли фактически было завершено примерно в течение 5 миллионов лет.

Эти новые данные позволяют отвергнуть альтернативную гипотезу о формировании Земли, согласно которой все более и более крупные планетные тела случайным образом врезались друг в друга в ходе процесса, продолжительность которого могла составлять десятки миллионов лет.

Ядро Земли сформировалось экстремально быстро, в течение 5 миллионов лет, на протяжении которых железо перетекало из мантии в ядро, после чего планета остыла, и на нее стала "садиться" пыль из солнечной туманности, атомы железа в которой имели строго определенный средний изотопный состав.

Обнаружено самое древнее вещество на Земле. Ученые из Полевого музея естественной истории (США) обнаружили самый старый твердый материал на Земле: звездную пыль, которая старше Солнечной системы как минимум на несколько сотен миллионов лет. Частицы пыли были заключены в метеорит, упавший в Австралии 50 лет назад. Найденные частицы называются "пресолярными зернами", так как они образовались еще до появления Солнечной системы. Их возраст оценивается в пять-семь миллиардов лет. Для сравнения: Солнцу около 4,6 миллиардов лет.

Авторы исследования предполагают, что пыль появилась во время активного звездообразования, которое произошло около семи миллиардов лет назад. На последнем этапе своей жизни звезды выбросили в космос частицы вещества, которые попали в метеорит. Метеорит упал на деревню Мурчисон в австралийском штате Виктория в 1969 году. Звездный материал был извлечен из метеорита около 30 лет назад, но его возраст удалось определить только сейчас.

"Хаббл" наблюдает планеты, состоящие из "сахарной ваты". Астрономы наблюдали при помощи космического телескопа Hubble ("Хаббл") молодые экзопланеты редкого класса, плотность вещества которых настолько низка, что ее можно сравнить с плотностью сахарной ваты.

Новые данные, полученные с использованием космической обсерватории НАСА/ЕКА Hubble, впервые позволили оценить химический состав вещества двух таких экзопланет с экстремально низкой плотностью вещества, которые расположены в системе Кеплер 51. Эта планетная система, в которую на самом деле входят три планеты со сверхнизкой плотностью вещества, обращающиеся вокруг солнцеподобной звезды, была впервые открыта при помощи "охотника за планетами" НАСА космического телескопа Kepler ("Кеплер") в 2012 г. Однако лишь в 2014 г. астрономы определили, что эти планеты имеют экстремально низкие плотности вещества.

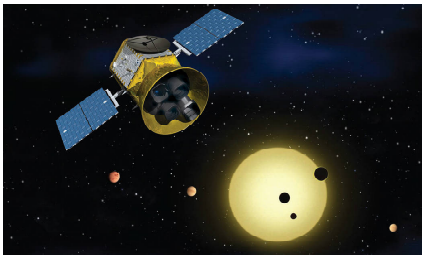
Вокруг ближайшей к нам звезды может вращаться вторая землеподобная планета. Международная группа ученых обнаружила первые доказательства того, что у Проксимы Центавра – ближайшей к Солнцу звезды – может быть не один, а два спутника, похожих на нашу планету. Если данные подтвердятся, планетологам придется пересмотреть существующие теории формирования "суперземель". Планета, получившая название "Проксима С", вращается вокруг звезды Проксима Центавра, красного карлика из тройной системы Альфа Центавра. Масса планеты примерно в 5,8 раз превышает массу Земли, а год на Проксима С длится примерно пять земных лет.

Удивительное количество экзопланет может иметь жизнь. В нашей Солнечной системе есть одна обитаемая планета – Земля. Новое исследование показывает, что другие звезды могут иметь до семи планет земного типа в отсутствие газового гиганта, такого как Юпитер. Ученые обнаружили, что некоторые звезды могут иметь до семи обитаемых планет, и такая звезда, как наше Солнце, потенциально может поддерживать шесть планет с жидкой водой. Если их будет более семи, планеты окажутся слишком близко друг к другу и дестабилизируют орбиты друг друга. Движение планет должно быть круговым, а не овальным или нерегулярным – это сводит к минимуму любой тесный контакт и поддерживает стабильные орбиты. Юпитер, масса которого в два с половиной раза больше массы всех других планет Солнечной системы вместе взятых, ограничивает пригодность нашей системы к существованию нескольких обитае-

мых планет. Юпитер оказывает большое влияние на обитаемость нашей Солнечной системы, потому что он массивен и нарушает другие орбиты.

Студентка-астроном открыла 17 новых экзопланет, включая планету размером с Землю. Студентка Университета Британской Колумбии Мишель Кунимото (Michelle Kunimoto) открыла 17 новых планет, включая потенциально обитаемую планету размером с Землю, проводя поиск в архиве данных, собранных при помощи космического телескопа Kepler ("Кеплер") НАСА. Новые находки включают одну планету относительно редкого типа. Официально называемая KIC-7340288 b, эта планета, открытая Кунимото, превосходит по размеру Землю всего лишь в 1,5 раза. Планеты, имеющие такой, относительно небольшой диаметр, могут считаться каменистыми, в то время как более крупные планеты чаще являются газовыми гигантами. Кроме того, открытая планета лежит в обитаемой зоне родительской звезды. Эти находки становятся поистине удивительными, если учесть тот факт, что до настоящего времени нам известны лишь 15 подтвержденных планет небольшого размера, лежащих в обитаемых зонах, несмотря на огромный объем архива данных, собранных при помощи "Кеплера".

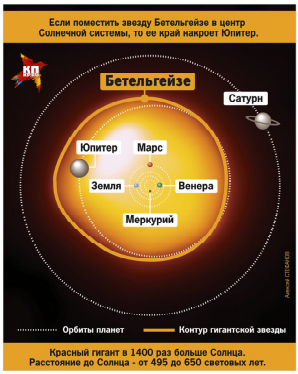
Космический телескоп TESS завершил основную научную программу. Телескопу за два года удалось обнаружить 2,1 тысячи кандидатов в экзопланеты, из которых 66 было подтверждено, а также совершить ряд открытий в области астрофизики. Основная задача обсерватории TESS заключается в поиске экзопланет методом транзитной фотометрии у ярких звезд, расположенных на расстоянии до трехсот световых лет от Земли. Телескоп регистрирует небольшие периодические изменения блеска звезд, которые вызываются прохождениями планет по их диску. К сентябрю 2019 года телескоп нашел более тысячи кандидатов в экзопланеты и даже открыл три экзокометы, шесть сверхновых типа Ia и зафиксировал вспышку от разрушения звезды черной дырой. 4 июля 2020 года TESS завершил свою основную научную программу, просканировав около 75% небесной сферы. В настоящее время TESS работает в рамках расширенной научной программы, которая продлится до сентября 2022 года. Обсерватория наблюдает за южным небом, определяя блеск тысяч звезд каждые двадцать секунд, что позволит изучать вспышки активности звезд и их пульсации. Затем TESS переключится на исследования северного полушария неба и областей вблизи плоскости эклиптики.



Астрофизики создали модели сверхновой, в которую может превратиться Бетельгейзе. Исследователи из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре (США) моделируют сверхновые, которые возникают после смерти пульсирующих сверхгигантов, таких как Бетельгейзе.

Бетельгейзе – красный сверхгигант переменного блеска, который находится в созвездии Ориона. Звезда, в десять раз массивнее Солнца, приближается к концу своей жизни: вероятно, она может взорваться как сверхновая. В начале 2020 года ученые сообщили о том, что блеск Бетельгейзе упал до самой низкой отметки (на 14 февраля уровень блеска звезды составлял всего 36% от его

нормы) за последние 70 лет. Возможно, скоро она превратится в сверхновую – и этот переход будет сопровождаться мощным взрывом, который может быть виден даже при дневном свете. Ученые считают, что затемнение звезды происходит из-за ее пульсации. Это явление относительно распространено среди красных сверхгигантов – а именно к ним относится Бетельгейзе. Бетельгейзе тускнеет не потому, что она вот-вот взорвется, а просто потому, что находится в пылевом облаке. Новые расчеты подтверждают теорию о том, что Бетельгейзе – как и многие красные сверхгигантские звезды – вероятно, сбросила часть материала со своих внешних слоев. Впрочем, в апреле 2020 года блеск ее заметно повысился, а в октябре она вернулась к среднему блеску (+0.6^{m}, против +1.6^{m} весной). Даже если недавнее затемнение не указывало на то, что звезда скоро взорвется, это не повод, чтобы перестать следить за небом.

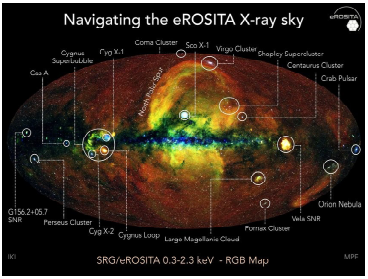


Ядра галактик сформировались через 1,5 миллиарда лет после Большого взрыва. Далекая галактика, более массивная, чем наша, с более чем триллионом звезд, показала, что "ядра" массивных галактик во Вселенной сформировались уже через 1,5 миллиарда лет после Большого взрыва, примерно на 1 миллиард лет раньше, чем показали предыдущие измерения.

Галактики классифицируются как мертвые и живые: мертвые галактики больше не образуют звезд, в то время как живые галактики по-прежнему ярки от активности звездообразования. "Гаснущая" галактика – это галактика, находящаяся в процессе умирания, то есть ее звездообразование значительно понижается. Гаснущие галактики не такие яркие, как живые галактики, но они не такие темные, как мертвые галактики. Понижение звездообразования говорит о том, что, к сожалению, галактика умирает, но это именно та галактика, которую мы хотим подробно изучить, чтобы понять, почему происходит гашение. Астрономы считают, что массивные галактики первыми умирают во Вселенной и что они являются ключом к пониманию того, почему это происходит.

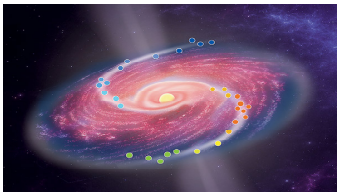
Исследователи продолжают изучать, как образуются массивные галактики и как они умирают в ранней Вселенной, и они ищут более массивные гаснущие галактики в далекой Вселенной, которые могут пролить свет на более ранние фазы процесса.

Миллион источников и Млечный Путь на рентгеновской карте всего неба. Телескопы ART-XC и eROSITA (eРОЗИТА) на борту орбитальной обсерватории "Спектр-РГ" завершили сканирование всего неба в рентгеновских лучах. Как было договорено за годы до запуска, российские ученые обрабатывают данные с одной стороны неба, а немецкие ученые (телескоп eРОЗИТА создан в Германии) работают с рентгеновскими фотонами, пришедшими с другой половины неба. Карта всего неба, построенная учеными двух научных консорциумов, оказалась удивительно информативной. Уже первый обзор неба спутником "Спектр-РГ" позволил телескопу eРОЗИТА построить карту, содержащую почти в 10 раз больше источников и в четыре раза более чувствительную, чем бывшая лучшей в мире карта немецкого спутника РОСАТ, полу-



ченная в 1990 году. Всего за полгода сканирования неба еРОЗИТА смогла удвоить полное число источников, зарегистрированных всеми спутниками в мире за 60 лет рентгеновской астрономии. Эта карта позволяет видеть, как сотни вспышек сверхновых, а возможно, и активность сверхмассивной черной дыры в центре Галактики, приводят к фонтанирующим выбросам горячего газа с температурами до 10 миллионов градусов из плоскости нашей Галактики Но три четверти (!) всех объектов на этой карте – это далекие квазары и ядра активных галактик, т.е. сверхмассивные черные дыры, излучающие за счет падения на них вещества. Они находятся далеко за пределами Млечного Пути на расстояниях в сотни миллионов и миллиарды световых лет от нас.

Ученые Крымской обсерватории обнаружили мощный киломазер в нашей Галактике. 23 июня впервые в онлайн-формате состоялось Общее собрание Российской академии наук. Президент РАН Александр Сергеев выступил с докладом о самых важных научных достижениях российских ученых в 2019 году. В их числе – вторыми по значимости, исследования сотрудников Крымской обсерватории в поселке Симеиз. С помощью 22-метрового радиотелескопа РТ-22 в линиях водяного пара был открыт мощный галактический киломазер. Сотрудники обсерватории зарегистрировали самую мощную за всю историю наблюдений двойную вспышку, во время которой плотность потока радиоизлучения увеличилась более чем в 1300 раз! Благодаря исследованиям объекта удалось получить детальную форму изменения спектральной плотности потока излучения источника в зависимости от времени.



Пойманы космические сигналы неизвестного происхождения. Группа астрономов, включая исследователей из Массачусетского технологического института в США, поймали повторяющиеся космические сигналы, относящиеся к быстрым радиовсплескам, происхождение которых остается неизвестным. Источник, обозначенный как FRB 180916.J0158+65, удален от Земли на 500 миллионов световых лет. Об этом сообщается в статье, опубликованной в журнале Nature. FRB 180916.J0158+65, обнаруженный с помощью телескопа CHIME в Канаде, оказался первым источником, который производит повторяющийся цикл радиовсплесков. Он испускает излучение в течение четырех дней, после чего следует 12-дневный период молчания. Сам 16-дневный цикл повторялся в течение 500 дней наблюдения. Источник радиовсплесков располагается на окраине массивной спиральной галактики (подробности об этих событиях в очерке С.Трушкина в этом выпуске календаря).

Телескоп Хаббл отметил свое 30-летие. 24 апреля 1990 года на космическом шаттле Discovery был запущен космический телескоп им. Хаббла вместе с экипажем из пяти астронавтов. Выведенный на низкую околоземную орбиту днем позже, телескоп открыл нам глаза на космос и преобразовал наше коллек-

тивное знание о Вселенной. Хаббл произвел революцию в современной астрономии не только для астрономов, но и для общественности, отправив нас в путешествие к новым исследованиям и открытиям. В отличие от любого другого телескопа до этого, Хаббл сделал астрономию актуальной, увлекательной и доступной для людей всех возрастов. На сегодняшний день миссия провела около 1,4 миллиона наблюдений и предоставила данные, которые астрономы всего мира использовали для написания более 17 000 рецензируемых научных публикаций, что делает ее одной из самых плодовитых космических обсерваторий в истории. Массивные звезды составляют всего несколько процентов от миллиардов звезд в нашей Вселенной. Тем не менее, они играют решающую роль в формировании нашей Вселенной посредством звездных ветров, взрывов сверхновых и производства тяжелых элементов. "Космический телескоп Хаббл сформировал воображение целого поколения, вдохновляя не только ученых, но и почти всех", – сказал профессор Гюнтер Хасингер, научный директор ESA.

Решена загадка расширения Вселенной. Земля, Солнечная система, весь Млечный Путь и несколько тысяч ближайших к нам галактик движутся в огромном "пузыре" диаметром 250 миллионов световых лет, где средняя плотность вещества в два раза меньше, чем для остальной Вселенной. Вселенная расширяется с тех пор, как 13,8 миллиардов лет назад произошел Большой взрыв – это предположение впервые было сделано бельгийским физиком Жоржем Леметром (1894-1966), разработано расчетами Г.А.Гамова и его учениками и впервые продемонстрировано Эдвином Хабблом (1889-1953). Постоянная Хаббла (H0) обозначает скорость расширения Вселенной. Наилучшие оценки H0 в настоящее время составляют около 70 (км/с) / Мпк (это означает, что объекты, удаленные друг от друга на 3,26 миллиона световых лет, разбегаются в среднем со скоростью70 км/с).

В то же время существуют два различных метода определения постоянной Хаббла. Первый основан на космическом микроволновом фоне: это микроволновое излучение, которое исходит от нас отовсюду, излучаемое с того времени, как Вселенная стала достаточно холодной, чтобы свет мог свободно циркулировать (примерно через 370000 лет после Большого взрыва). Используя точные данные, предоставленные космической миссией Планка, и учитывая тот факт, что Вселенная является однородной и изотропной, для H0 получается значение 67,4 с использованием общей теории относительности Эйнштейна. Второй метод расчета основан на сверхновых, которые появляются спорадически в далеких галактиках. Эти яркие события предоставляют наблюдателю очень точные расстояния, подход, который позволил определить значение для H0, равное 74. Если бы мы оказались в некоем гигантском "пузыре", где плотность вещества была значительно ниже, чем известная плотность для всей Вселенной, это имело бы последствия для расстояний до сверхновых и, в конечном счете, для определения H0. Все, что было бы необходимо, – это чтобы этот "пузырь Хаббла" был достаточно большим. Установив диаметр 250 миллионов световых лет для этого пузыря, подсчитано, что если бы плотность вещества внутри была на 50% ниже, чем для остальной части Вселенной, было бы получено новое значение для постоянной Хаббла – которое согласуется с полученным с использованием космического микроволнового фона.

Интенсивная вспышка черной дыры Млечного Пути нагрела газ далеко за пределами нашей Галактики. Около 3,5 миллионов лет назад сверхмассивная черная дыра в центре нашей Галактики Млечный Путь выпустила огромный всплеск энергии. Наши первобытные предки, уже живущие на аф-

риканских равнинах, вероятно, засвидетельствовали бы эту вспышку как призрачное сияние высоко над головой в созвездии Стрельца. Это могло бы продолжаться в течение 1 миллиона лет.

Теперь, спустя несколько веков, астрономы используют уникальные возможности космического телескопа Хаббл НАСА, чтобы раскрыть еще больше подсказок об этом катастрофическом взрыве. Взглянув на далекую окраину нашей Галактики, они обнаружили, что прожектор черной дыры достиг настолько дальнего космоса, что осветил огромный газовый поток, тянущийся за двумя спутниковыми галактиками Млечного Пути: Большим Магеллановым Облаком (БМО) и Малым Магеллановым Облаком (ММО).

То, что вызвало радиационную вспышку из горячей плазмы, сейчас возвышается на 30 000 световых лет выше и ниже плоскости нашей Галактики. Эти невидимые пузыри весом в миллионы Солнц называются пузырями Ферми. Их энергетическое гамма-излучение было обнаружено в 2010 году космическим телескопом НАСА им. Ферми. Теперь удалось протянуть руку "Хаббла" за пределы пузырей. Раньше думали, что пузыри Ферми и Магеллановый поток отделены друг от друга и не связаны друг с другом.Теперь видно, что одна и та же мощная вспышка от центральной черной дыры нашей Галактики сыграла главную роль для обеих субстанций.

Обнаружено необычное столкновение между двумя черными дырами. Ученые наблюдали то, что может оказаться столкновением между очень массивной черной дырой и другой черной дырой, имеющей обычную массу. Команда открыла столкновение между двумя черными дырами, однако масса одной из черных дыр оказалась в 1,5 раза больше, чем масса любой из наблюдаемых раньше черных дыр, участвующих в столкновении. Исследователи считают, что более массивная черная дыра в этой паре является результатом слияния двух меньших по размерам черных дыр. Такой двухэтапный иерархический механизм столкновений между черными дырами уже предлагался ранее, однако это наблюдаемое недавно событие слияния, получившее название GW190521, стало первым убедительным свидетельством в пользу данной гипотезы.

Ученые идентифицировали это столкновение между двумя черными дырами по гравитационным волнам – "ряби" пространства-времени – которые были испущены в последние моменты перед столкновением. Эти гравитационные волны со стороны события GW190521 были обнаружены 21 мая 2019 г. при помощи детекторов-близнецов LIGO, расположенных в Ливингстоне, штат Луизиана, США, а также детектора Virgo, расположенного близ Пизы, Италия. Более крупная черная дыра из этой сталкивающейся пары имеет массу порядка 85 масс Солнца. Один из возможных сценариев, предлагаемых в этом новом исследовании, состоит в том, что больший объект сам может представлять собой результат столкновения между двумя меньшими по размерам черными дырами, а не результат коллапса одиночной звезды. Согласно современным моделям, звезды, которые могут сформировать черные дыры массами от 65 до 135 масс Солнца, обычно не коллапсируют в конце жизненного цикла. Поэтому из них не формируются черные дыры.

20-Я ГАМОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ-ШКОЛА В ЭПОХУ КОРОНАВИРУСА

О работе 20-й Гамовской международной конференции-школы "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология и гравитация, физика высоких энергий, радиоастрономия и астробиология", Одесса, 9-16 августа, 2020

Организаторы конференции были перед непростым выбором. Проводить Гамовскую конференцию-школу с широким международным участием в условиях эпидемии коронавируса , которая началась весной этого года, становилось совершенно нереальным. Транспортное сообщение между странами было приостановлено, и границы закрылись. В то же время использовать опыт ряда конференций, перешедших в режим online, тоже не очень хотелось, поскольку утрачивалась живое общение между людьми. Эпидемиологическая обстановка и погода в Одессе ближе к летнему сезону подсказывали, что есть возможность сохранить прежний формат конференции, но без международного участия. Это исключало возможность организации ежедневных пленарных заседаний и предполагало ограничиться проведением секционных заседаний.

Кроме того, в связи с тем, что все базы отдыха в Одессе, включая базу отдыха университета "Черноморка", были закрыты, пришлось заменить и место проведения самой конференции. Сам юбилей этого года, 155-летие Одесского национального университета имени И.И. Мечникова, подсказал оптимальное решение – проводить заседания в самом университете, по возможности не отрываясь далеко от моря, на берегу которого иногородние участники могли снять напряжение карантина. По сути, такое решение полностью соответствовало и содержанию конференции. 20-я Гамовская конференция-школа была посвящена 155-летию создания Одесского национального университета имени И.И. Мечникова (в этом году исполнилось 175 лет со дня рождения самого И.И. Мечникова, а месяц его рождения, май, такой же, как и у университета); 55-летию открытия предсказанного Г.А. Гамовым космического фонового излучения Вселенной; 140-летию академика АН Украины, профессора А.Я. Орлова (директора Одесской астрономической обсерватории в 1913-1934 гг.); 170-летию со дня рождения профессора А.К. Кононовича (директора Одесской астрономической обсерватории в 1881-

1910 г.г.). Всего на конференции было зарегистрировано 40 иногородних участников и 32 участника из Одессы. Дополнительно было проведено online заседание биологической секции (38 участников из Украины, Германии и Казахстана).

Впервые в связи с карантином научный оргкомитет был сформирован из представителей только украинских организаций.

Открытие конференции состоялось в Большой физической аудитории университета 10 августа. Именно в этой аудитории в 1920-21 гг. учился Г.А. Гамов. Во время открытия конференции ректором университета профессором И.Н. Ковалем было объявлено о присуждении юбилейной Гамовской медали профессору И.А. Климишину за научные исследования в области космологии и популяризацию науки. Сам И.А. Климишин приехать в Одессу не смог, и медаль ему была отправлена по месту жительства.

С приветствием к участникам конференции обратился президент Украинской астрономической ассоциации, академик НАНУ Я.С. Яцкив, который в конце пленарной сессии провел расширенное заседание Бюро Рады УАА с обсуждением текущей ситуации развития астрономии в Украине и ряда организационных вопросов, включая необходимость создания Южно-украинской астрономической обсерватории. От имени научного и местного Оргкомитетов выступил М.И. Рябов с разъяснением программы работы конференции и порядка ее работы в условиях карантина. Сама программа пленарной сессии была предельно насыщенной. Было представление ранее объявленной на 25-летии Гамовских конференций в 2019 году книги "Г.А.Гамов: физика – космология – генетика", изданной в издательстве ОНУ к юбилею в серии "Они родом из университета". Основное содержание книги занимает очерк А.Д. Чернина, посвященный обновленной научной биографии Г.А. Гамова. В очерке М.И. Рябова дана краткая история 25 лет Гамовских конференций в Одессе, а в очерке И.Э. Рикун представлены одесские страницы биографии Г.А. Гамова. Кроме того, на пленарной сессии была презентация книг:

– A.Korsun, L.Gladkohata, L.Pakuliak, I.Kriachko Life and scientific activity of Prof. Oleksandr Orlov: The newest e-book with collection of memoirs and articles

– I.L.Andronov, I.B.Vavilova, Ya.S.Yatskiv et al. "Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation 1st Edition. Astrogeoinformatics" / ed. Petr Skoda, Adam Fathalrahman. Elsevier, 2020, 472 pp.

В пленарной сессии представлялись мемориальные доклады:

– Ryabov M.I. Astronomy in Odessa I.I.Mechnikov National University – 155 years of history.

– Balyshev M.A., Vavilova I.B. To the personalities of ukrainian astronomy: scientific work of Konstantin Savchenko.

В научной части пленарной сессии конференции рассмотрены различные проблемные и перспективные вопросы развития в докладах:

– Fedorov O.P. About the breakdown of the new model of space action: space vision of Ukraine 2021-2030.

– Ozhinskyi V.V., Vlasenko V.P., Poikhalo A.V. Radio telescope RT-32 in space researches.

– Kulichenko M.O., Kaliuzhnyi M.P., Bushuev F.I., Shulga O.V., Malynovskyi Ye.V., Savchuk S.G., Yankiv-Vitkovska L.M., Hrudynin B.O. Ukrainian radio meteor network – development and first results.

В дополнение к научной программе был дан анонс предстоящих секционных докладов:

– Volvach A.E., Volvach L.N., Larionov M.G. (Invited talk) Giant flares in W49N.

– Ryabov M.I., Murnikov B.A. The greatest achievements of ukrainian cosmonauts.

На конференци-школе обсуждались проблемы космологии, гравитации, физики элементарных частиц, астрофизики, радиоастрономии, солнечной активности и солнечно-земных связей, Солнечной системы, астробиологии. Во время работы конференции работали секции "Космология, гравитация, астрофизика высоких энергий, космомикрофизика" (руководитель проф. А.И. Жук), "Астрофизика" (руководители проф. Т.В. Мишенина, проф. И.Л. Андронов), подсекция "Астроинформатика" (руководитель д.ф.-м.н. И.Б. Вавилова), "Радиоастрономия" (руководители к.ф.-м.н. О.М. Ульянов, к.ф.-м.н. О.А. Литвиненко), "Солнечная активность и солнечно-земные связи, астробиология" (руководитель к.ф.-м.н. М.И. Рябов), "Солнечная система и околоземная астрономия" (руководитель к.ф.-м.н. Н.И. Кошкин), Биологическая секция (Online): "Перспективность идей Гамова для биологии XXI века" (руководитель секции проф. С.В. Чеботарь).

Статистические результаты работы научных секций: секция "Космология" (11 августа) – было представлено 8 устных докладов и 2 постера, секция "Астрофизика" (12 августа) – 13 устных докладов и 2 постера. Присоединенная секция "Астроинформатика" (11 августа) – 6 устных докладов, секция "Солнечная система и околоземное космическое пространство" (13 августа) – 14 устных докладов и 7 постеров, секция "Радиоастрономия" (14 августа) – 8 устных докладов и 1 постер, секция "Солнце и солнечно-земные связи" (14 августа) – 7 устных докладов и 8 постеров, на online биологической секции 13 августа представлено 14 устных докладов.

Таким образом, общее число представленных докладов составило 70 устных и 20 постеров. По результатам работы 20-й Гамовской конференции-школы её участники приняли Резолюцию, которая приведена в конце заметки. Следует заметить, что столь предметная Резолюция вызвана необходимостью решения ряда неотложных вопросов на уровне НАН Украины и Министерства образования и науки. При проведении конференции были соблюдены правила карантина.

Заседания проходили в просторной аудитории биологического факультета, каждый день работала только одна научная секция, массовых мероприятий не проводилось.

В то же время участники конференции смогли познакомиться с уникальными музеями университета – палеонтологическим и геолого-минералогическим, ботаническим садом. Все они создавались и пополнялись на протяжении всей истории университета. Проведение фуршета на борту прогулочного катера также оказалось удачным решением. Участники конференции посетили астрономическую обсерваторию в парке Шевченко и ознакомились с работой университетского Планетария и Космического лектория.

Следующая, 21-я Гамовская конференция-школа планируется с 15 по 22 августа 2021 года в г. Одессе. Формат ее проведения будет определяться текущей обстановкой, но при необходимости будет произведено сочетание режимов online и offline.

РЕЗОЛЮЦИЯ

20-й Гамовской международной астрономической конференции-школы "Астрономия на стыке наук: астрофизика, космология и гравитация, физика высоких энергий, физика элементарных астрочастиц, радиоастрономия и астробиология"

Гамовская конференция-школа проведена в Одесском национальном университете имени И.И. Мечникова с 10 по 14 августа 2020 года. В ее работе приняли участие 72 научных сотрудника из университетов Одессы, Киева и Харькова, Главной астрономической обсерватории НАН Украины, Радиоастрономического института НАН Украины, Института космических исследований НАН Украины, Национального Центра управления и испытания космических систем Государственного Космического Агентства Украины (40 иногородних участников и 32 участника из г. Одессы). Кроме того, 32 участника, включая зарубежных, участвовали в работе биологической секции в режиме online.

Конференция отмечает вклад ученых Одессы в развитие науки в Украине. Одесский национальный университет носит имя выдающегося ученого-микробиолога, лауреата Нобелевской премии И.И. Мечникова. Трое сотрудников университета, академик Д.К. Заболотный, академик А.А. Богомолец и академик В.И. Липский были в разное время Президентами НАН Украины. Замечательная плеяда астрономов в лице директоров Астрономической обсерватории университета профессора А.К. Кононовича, академика АН УССР А.Я. Орлова, чл.-корр. АН УССР К.Д. Покровского и чл.-корр. АН Украины В.П. Цесевича внесли выдающийся вклад в развитие отечественной астрономической науки.

В 2020 году на конференции-школе рассматривались следующие проблемы: космологии, гравитации, физики элементарных частиц, астрофизики, астроинформатики, радиоастрономии, солнечной активности и солнечно-земных связей, физики Солнечной системы и околоземного космического пространства, астробиологии.

Работа конференции проходила с соблюдением мер безопасности в условиях карантина. В связи с этим ее работа была ограничена только одним пленарным заседанием в Большой физической аудитории ОНУ в день открытия конференции. В дальнейшем, на биологическом факультете каждый день работала одна научная секция, что обеспечивало присутствие ограниченного числа участников.

Участники 20-й Гамовской конференции отмечают:

Исследования в Украине в области астрономии, космологии, радиоастрономии и других направлениях продолжают продуктивно развиваться, о чем свидетельствуют озвученные на конференции новые научные результаты и активность астрономов Украины в проведении конференции даже в условиях карантина. Украина остается в числе немногих стран, в которых так широко представлены астрономические исследования.

Несмотря на сохранившийся научный потенциал ученых, работающих в области астрономии, космологии и радиоастрономии, на его реализацию негативно сказываются известные факторы, имеющие место в современной Украине: отсутствие должного интереса государства к развитию фундаментальных и прикладных астрономических исследований, уменьшение престижности научной деятельности, слабая подготовка школьников в области естественных наук, мизерное финансирование науки, в результате чего инструментальная база астрономии практически не развивалась за последние десятилетия.

В рамках рассмотренных на конференции научных проблем и научных задач участники конференции поддерживают высказанные предложения и инициативы в адрес НАН Украины и МОН Украины:

1. Конференция отмечает важность работ по созданию современного радиоастрономического комплекса на базе антенных систем в г. Золочев Львовской обл.

2. Обращается в МОН Украины с просьбой найти возможность для поддержки украинских Астрономических обсерваторий, входящих в состав университетов, которые взаимодействуют с НЦУИКС ДКА Украины в рамках выполнения соответствующих заданий по обеспечению развитию наземной инфраструктуры для наблюдения околоземных космических объектов в интересах оборонных задач государства и необходимость увеличения их финансовой поддержки в Общегосударственной космической программе Украины.

3. Конференция считает очень важной разработку новой Государственной программы в области астрономии, направленной на создание современной базы астрономических исследований в кооперации со странами ЕС.

4. Участники конференции обращаются к МОН Украины и НАН Украины с просьбой рассмотреть предложение президента УАА, академика НАН Украины Я.С. Яцкива о создании совместно Одесским национальным университетом имени И.И. Мечникова, Главной астрономической обсерваторией НАНУ и Украинской астрономической ассоциацией Южно-Украинской астрономической обсерватории.

5. Все участники конференции обращают внимание Министерства образования и науки на критическую ситуацию с научными исследованиями практически во всех университетах Украины. Не имея постоянных ставок научных сотрудников и находясь в полной зависимости от результатов конкурсов госбюджетных тем (т.е. в зависимости от объективности оценок членов экспертных комиссий), астрономические обсерватории, имеющие статус НИИ в университетах, постоянно находятся на грани существования. Для их нормального функционирования необходимо, чтобы было определенное количество ставок на постоянной основе (базисное финансирование науки). Конкурсные и грантовые деньги по выигранным проектам должны использоваться для развития новых направлений научных исследований, привлечения дополнительных сотрудников, аспирантов и студентов для выполнения этих проектов, участия в конференциях и публикации статей в ведущих международных журналах.

6. Конференция поддерживает работу, проводимую Одесским национальным университетом имени И.И. Мечникова и Одесским астрономическим обществом по созданию университетского Астрономического и Космического образовательного центра с цифровым планетарием и экспозицией "Украина – космическое государство", а также "Одесса в истории космонавтики".

7. Гамовская конференция просит Президиум НАН Украины ускорить принятие решения об учреждении Именной Премии имени Георгия Гамова, инициированном Советом по проблеме "Астрономия" ОФА НАНУ, Украинской астрономической ассоциацией и уже поддержанной Отделением физики и астрономии НАНУ.

Для повышения престижности научной работы, формирования интереса к научному творчеству и научной подготовки школьников, студентов и аспирантов, конференция высказывает следующие предложения для МОН Украины:

1. Включить в школьную и вузовскую программу, наряду с предметом "Астрономия", также факультативный курс "Основы космических исследований", рассказывающий о практическом использовании космических средств наблюдений. Кафедры астрономии, астрономические обсерватории и институты МОН

и НАНУ при поддержке Украинской Астрономической ассоциации и Государственного космического агентства Украины в состоянии подготовить учебные пособия по космической тематике для целей школьного образования.

2. Отразить в школьной программе раздел, посвященный историческому вкладу Украины в развитие фундаментальной науки, научному и космическому потенциалу и его развитию в Украине. Молодежь должна знать исторический вклад выдающихся конструкторов космической техники С.П. Королева и В.П. Глушко, родившихся в Украине. Украина занимает третье место в мире по числу космонавтов после США и России. Необходимо, чтобы список космонавтов родом с Украины стал известен, как школьникам, так и широкой общественности:

1. Попович Павел Романович – (полеты в 1962, 1974 гг.)
2. Береговой Георгий Васильевич – (полет в 1968 году)
3. Шонин Георгий Степанович – (полет в 1969 году)
4. Добровольский Георгий Тимофеевич – (полет в 1971 году).
5. Жолобов Виталий Михайлович – (полет в 1976 году).
6. Ляхов Владимир Афанасьевич – (полеты в 1979, 1983, 1988 году).
7. Попов Леонид Иванович – (полеты в 1980, 1981, 1982 годах).
8. Кизим Леонид Денисович – (полеты в 1980, 1984 годах).
9. Волк Игорь Петрович – (полет в 1984 году).
10. Васютин Владимир Владимирович – (полет в 1985 году).
11. Волков Александр Александрович – (полеты в 1985, 1988-89, 1991-92 гг.).
12. Левченко Анатолий Семенович – (полет в 1987 году).
13. Арцебарский Анатолий Павлович – (полет в 1991 году).
14. Циблиев Василий Васильевич – (полеты в 1993-94, 1997 гг.)
15. Маленченко Юрий Иванович – (полеты в 1994, 2000, 2003, 2007-08, 2012, 2015).
16. Гидзенко Юрий Павлович – (полеты в 1995-96, 2000-01, 2002 гг.).
17. Онуфриенко Юрий Иванович – (полеты в 1996, 2001-02 гг.).
18. Каденюк Леонид Константинович – (полет в 1997 году).
19. Волков Сергей Александрович (полеты в 2008, 2011, 2015-2016 годах).

Учитывая многолетний успех проведения Гамовских конференций в Одессе, ее участники обращаются с просьбой о содействии:

– к мэру г. Одессы Г.Л. Труханову и Одесскому городскому совету с просьбой поддержать инициативу научной общественности города установить в сквере имени Георгия Гамова памятный знак, который будет информировать одесситов и гостей города о его вкладе в космологию и современные представления об эволюции Вселенной, ядерную физику и источниках энергии звезд, расшифровку генетического кода;

– к ректору ОНУ имени И.И. Мечникова профессору И.Н. Ковалю с просьбой повысить престиж именной Гамовской стипендии для студентов, увеличив ее размер, который должен превышать размер повышенной стипендии.

Научный Оргкомитет и участники конференции выражают благодарность ректору ОНУ профессору И.Н. Ковалю за содействие в организации работы конференции-школы, а также декану биологического факультета профессору В.В. Заморову за возможность проведения заседаний научных секций в помещении биологического факультета ОНУ.

Научный Оргкомитет предлагает провести 21-ю Гамовскую конференцию-школу в Одессе с 15 по 22 августа 2021 года.

Научный Оргкомитет

ОДЕССКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ – STARFEST 2020 ГОДА И ПРОГРАММЫ В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИИ КОРОНАВИРУСА

К началу сезона 2020 года Одесский Планетарий, расположенный на территории астрономической обсерватории ОНУ имени И.И.Мечникова в парке им. Т.Г.Шевченко подошел с хорошими возможностями для популяризации астрономии и космонавтики.

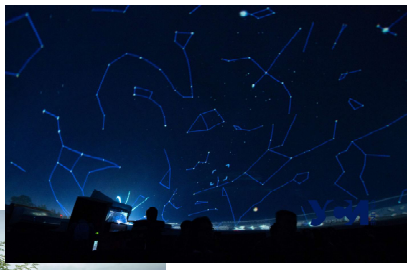
Были завершены работы по оформлению Космического лектория, что позволяло кроме полнокупольного показа на куполе цифрового Планетария проводить познавательные лекции с показом на всю стену. Эффект от таких лекций намного выше, чем показ проектором даже на большой экран, поскольку нет обозначенных границ, и обеспечивается ощутимое погружение в тему лекции, сопровождаемое показом тематических видеороликов, которых значительно больше, чем арсенал полнокупольных фильмов. В 2020 году отмечалось 155 лет со дня создания Одесского национального университета имени И.И.Мечникова – под знаком этого события проводились все программы Планетария. Ко всему 2020 год оказался крайне необычным по большому числу астрономических событий. В их числе прекрасная видимость планет Сатурна и Юпитера, противостояние Марса и постоянная интрига возможности наблюдения ярких комет невооруженным глазом. Комета Neo Wise прекрасно была видна на звездном небе. Однако сюрпризы 2020 года этим не ограничились – нагрянула эпидемия коронавируса, которая потребовала совершенно новой организации работы Планетария. Благо, что Планетарий находится на территории астрономической обсерватории, что позволяет развернуть демонстрацию экспозиций и показ планет на открытом воздухе. Повторить программы Starfest 2018-2019 годов, когда посещаемость достигала 500-600 человек, не представлялось возможным, нужно было ограничиться приемом небольших групп посетителей.

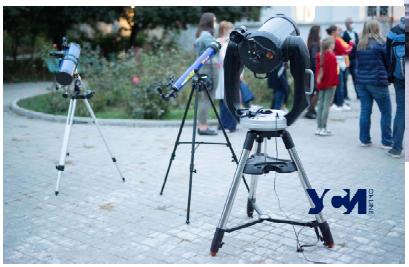
С другой стороны, логика организации в таких условиях потребовала создание авторских программ, которые обновлялись каждую неделю. Основным днем проведения лекций и демонстраций в Планетарии стала суббота. В начале года была организована программа "Многоцветная Вселенная", в которой представлялись познавательные материалы о Солнце, кометах, солнечных и лунных затмениях. Начиная с апреля месяца программа была дополнена лекциями, посвященными Дню Космонавтики и исследованиям планет Солнечной системы. В выполнении и обеспечении этой программы принимали участие М.И.Рябов, А.А.Базей, Н.В.Базей, В.А.Ющенко, Л.И.Собитняк, В.Г.Комендант и А.А.Пилипенко. Детям особенно понравился мастер-класс по изготовлению рисунков планет, и они с гордостью демонстрировали родителям результаты своего творчества. Следующей программой стала "Невидимая Вселенная".

В программе работы Планетария отмечалось 30-летие работы космического телескопа “Хаббл”, 20-летие Международной космической станции. В октябре в рамках космической недели были представлены результаты космических исследований планет и околоземного космического пространства. Немалый интерес вызвало проведение "Дня темной материи". В течение всего сезона формировались новые экспозиции, представляющие первого космонавта планеты Ю.А.Гагарина, украинских космических ракет и памятного знака, посвя-

щенного Одесскому морскому космическому флоту. В изготовлении макетов принял участие художник-модельер Харьковского Планетария Игорь Березюк.

Все эти экспонаты, вместе с макетом ракеты "Энергия" и космическим самолетом "Буран", станут центрами, вокруг которых будет развиваться тематика "Украина – космическая держава", "Одесса – колыбель космонавтики". Опыт проведения сезона 2020 года показывает, что экспонаты обладают огромной силой притяжения молодежи и помогают им увидеть перспективы будущего. В организации работы Планетария принимают активное участие преподаватели и научные сотрудники НИИ "Астрономическая обсерватория " и кафедры теоретической физики и астрономии, Одесской обсерватории "УРАН-4" РИ НАНУ. Согласно договору с университетом, все организационные вопросы развития Планетария решаются Одесским астрономическим обществом.





ШКОЛЬНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ И ОЛИМПИАДЫ

2020 год преподнес много неприятных сюрпризов и неожиданных решений во внешкольном образовании, как и в целом в жизни людей во всем мире.

Но кое-какие школьные конференции и олимпиады успели пройти в традиционном формате.

В том числе, областная ученическая олимпиада по астрономии состоялась 14 февраля 2020 года традиционно в помещении Физического отделения факультета математики, физики и информационных технологий ОНУ им. И.И.Мечникова. Всего соревновались 26 учеников из Одессы и области. В группе 11 класса победители следующие:

Диплом первой степени: Бояр Максим (ОСШ № 17, г. Одесса).

Диплом второй степени: Хлистун Регина (Ришельевский лицей).

Дипломы третьей степени: Билык Даниил (ОУВК № 13, г. Одесса), Шевченко Андрей (гимн. № 1, г. Черноморское), Гайдаржи Дмитрий (Виноградненская ООШ, Белгородской район), Антипов Михаил (ООШ № 72, г. Одесса).

В группе 10 класса, за которую, традиционно, также выступают и ученики более младших классов, наблюдалось еще большее количество участников, что свидетельствует об интересе невыпускных классов к астрономии, но, к сожалению, барьер победы преодолели не так много учеников:

Диплом первой степени: Тартаковский Лев (Ришельевский лицей, ученик 9-го класса).

Диплом второй степени: Смиренский Артем (Ришельевский лицей, ученик 9-го класса).

Дипломы третьей степени: Бурдюжа Ксения (Ришельевский лицей, ученица 9-го класса), Тартаковский Артем (Ришельевский лицей, ученик 9-го класса), Митриева Татьяна (Гимназия № 5, г. Одесса).

Также в феврале успел состояться в традиционно очном режиме областной конкурс-защита научно-практических работ Малой Академии Наук. На нём бронзовыми призёрами" стали Илья Шибанов (10 кл., гимн. 2, г.Одесса) с работой "Периодичность вспышек блеска квазара OJ 278" (секция "Астрономия и Астрофизика") и Катерина Тешко (9 кл., лицей, Новосёлки) с работой "Расчёт солнечной активности и её влияние на озоновый слой", Диана Банар (9 кл., лицей, Новосёлки) с работой "Расчёт высоты гор на Луне" (секция "Аэрофизика и космические исследования").

Первое место по секции "Астрономия и Астрофизика" заняла Регина Хлистун (Ришельевский лицей), о работе которой будет рассказано далее.

Во время карантина COVID-19 в 2020 году Всеукраинские ученические олимпиады были отменены. Но была проведена 14-й Всеукраинская олимпиада по астрономии и астрофизике в дистанционном формате. Ее призерами стали трое одесских победителей ученической олимпиады по астрономии: Лев Тартаковский завоевал диплом второй степени, а Максим Бояр и Регина Хлистун – четвертой степени.

Также, к сожалению, была отменена и Международная юниорская олимпиада по астрономии и астрофизике, которая планировалась в Румынии, и за участие в которой боролись наши победители в группе 10 класса.

Но жизнь продолжилась в совершенно новом формате.

Во-первых, группой украинских волонтеров во главе с бывшим призером Международной олимпиады по астрономии и астрофизике, Таисией Карасёвой был основан проект "АстроПісочниця" (https://www.astrosandbox.com/), который направлен на астрономическое образование и подготовку молодежи к олимпиадам по астрономии. В рамках него были проведены несколько вебинаров по подготовке к астрономическим олимпиадам и создан архив задач астрономических олимпиад всех уровней нескольких стран, которым сейчас уже пользуются участники олимпиад со всего мира.

Конечно, после такой подготовки и успехов юных астрономов, было бы жестоко оставить их без долгожданных соревнований. Поэтому, командой проекта "АстроПісочниця" был организован первый Всеукраинский турнир "Астрономических боев" онлайн (14-20 августа 2020, https://www.astrosandbox.com/fights). На нем также выступала команда из учеников города Одессы, в составе Тартаковского Артема, Тартаковского Льва, Регины Хлистун и Михаила Гонтаренко (ОУВК "Морской лицей – ООШ № 24").

Во-вторых, вместо Международной олимпиады по астрономии и астрофизике, которую не было возможности провести в связи с пандемией, также было организовано Глобальное электронное соревнование по астрономии и астрофизике (GeCAA, https://gecaa.ee), которое проходило с 25 сентября по 23 октября 2020 году в онлайн-режиме с помощью Google-инструментов и ZOOM-конференций. В результате работы августовских отборочно-тренировочных сборов от Украины были отобраны 11 учеников, которые завоевали 3 серебряные и 3 бронзовые медали в индивидуальном соревновании и второе место в командном (https://imzo.gov.ua/2020/10/26/komanda-iunykh-astronomiv-ukrainy-vziala-uchast-u-i-hlobal-nomu-elektronnomu-zmahanni-z-astronomii-ta-astrofizyky/). Среди участников из Украины был также знакомый нам ученик Ришельевского лицея, Тартаковский Лев, который завоевал бронзовую медаль.

Тартаковский Лев, бронзовый призер GeCAA

Всеукраинский конкурс-защита научно-практических работ Малой Академии Наук из-за пандемии был перенесен и состоялся в ноябре 2020 года в режиме онлайн. Участники представили постеры своих докладов, которые с ними обсуждали члены жюри, а также была проведена защита работ по секциям в режиме видеосвязи.

На этом конкурсе одесскую область представляла (по секции "Астрономия и астрофизика") Регина Хлистун с работой "Кривые вращения Млечного пути и других галактик", в которой представлен результат построения кривой вращения Млечного Пути полученный благодаря наблюдениям облаков нейтрального водорода на учебном радиотелескопе, полученным группой учеников Областного центра STEM-образования при Ришельевском

Регина Хлистун – серебрянный призер Всеукраинского конкурса-защиты научно-практических работ Малой Академии Наук

лицее и результаты математического моделирования кривых вращения галактик, выполненного Региной. Эта работа завоевала диплом второй степени на Всеукраинском этапе, рекомендована для участия в международных конкурсах научных работ в 2021 году. Регина в этом году стала студенткой ОНУ имени И.И. Мечникова, по специальности "физика и астрономия".

РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Научная и образовательная литература:

1. Вильчек Ф. Красота физики: постигая устройство природы. Пер. с. англ. 2017. 608 с.
2. Ушаков И.А. Пути познания Вселенной. История науки сквозь призму озарений. URSS. 2009. 200 с.
3. Пенроуз Роджер. Мода, вера, фантазия и новая физика Вселенной. 2020. 512 с.
4. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии Изд. 7, стереотип. URSS. 2019. 544 с.
5. Сурдин В.Г. Астрономические олимпиады: Задачи с решениями Изд. 2, испр. и доп. URSS. 2019. 304 с.
6. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва Изд. стереотип.URSS. 2020. 616 с.
7. Попова А.П. Занимательная астрономия Изд. 4, испр.URSS. 2019. 264 с.
8. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология Изд. стереотип. URSS. 2019. 376 с.
9. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория Изд. стереотип. URSS. 2020. 568 с.
10. Хокинг С., Торн К., Пенроуз Р., Грин Б., Эллис Дж., Касперский Е., Леонов А.А., Мэй Б. (Ред.). Вселенная. Емкие ответы на непостижимые вопросы. 2020. 256 с.
11. Иванов Б.Н. Мир физической гидродинамики: От проблем турбулентности до физики космоса № 235. Изд. стереотип.URSS. 2021. 240 с
12. Краусс Л. Всё из ничего: Как возникла Вселенная. 2019. 283 с.
13. Чаругин В.М., Баксанский О.Е. Астрономия: оптимальное изложение для всех уровней современной школы. Книга для школьников и не только! URSS. 2018. 208
14. Чечев В.П., Иванчик А.В., Варшалович Д.А. Синтез элементов во Вселенной: от Большого взрыва до наших дней. URSS. 2019. 304 с.

15. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. Изд. стереотип. URSS. 2020. 214 с.
16. Чернин А.Д. Физика времени № 40. Изд. стереотип.URSS. 2020. 230 с.
17. Владимиров Ю.С. Классическая теория гравитации. Изд. 3, стереотип. URSS. 2020. 304 с.
18. Тарасов Л.В. Земля – беспокойная планета: Атмосфера, гидросфера, литосфера: Книга для школьников... и не только Изд. стереотип.URSS. 2019. 352 с.
19. Друян Э. Космос. Возможные миры. 2020. 384 с.
20. Дарвин Дж.Г. Приливы и родственные им явления в Солнечной системе. Пер. с англ. № 181. Изд. 3. URSS. 2019. 248
21. Сурдин В. Г. Астрономия. Популярные лекции. 2019. 352 с.
22. Попова А.П. Астрономия в образах и цифрах Изд. стереотип.URSS. 2019. 120 с.
23. Торн К. Черные дыры и складки времени: Дерзкое наследие Эйнштейна. 2017. 616 с.
24. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика: Дополнительные главы Изд. 4. URSS. 2020. 488 с.
25. Чирков Ю.Г. Гомо галактикус: От Большого взрыва до полетов на Марс Изд. стереотип. URSS. 2019. 270 с
26. Френкель В.Я., Чернин А.Д. Георгий Гамов – гигант трёх наук: От альфа-распада до Большого взрыва № 68. Изд. стереотип. URSS. 2014. 136 с.
27. Маров М.Я. Планеты Солнечной системы № 210. Изд. 3, стереотип. URSS. 2020. 320 с.
28. Рябов М.И., Чернин А.Д., Рикун И.Э. Г.А.Гамов: физика-космология-генетика. Одесса: ОНУ. 2019.
29. Многоканальная астрономия /Ред.-сост. А.М.Черепащук. Фрязино. 2019.

Интернет-ресурсы изданий:

Издательство URSS (интернет-магазин), Москва: *http://URSS.ru/*
Издательство "Наука", Москва: *http://wwww.nauka.ru/*
Издательство "ФИЗМАТЛИТ", Москва: *http://www.fml.ru/*
Издательство Московского университета (интернет-магазин): *http://msupublishing.ru/*
Издательство Астропринт, Одесса: *http://www.astroprint.odessa.ua/*
Приобретение научно-популярной литературы в Редакции журнала: "Вселенная, Пространство, Время": *http:/ wselennaya.com/*
Информация на сайте: *www.universemagazine.com*

Образовательные интернет-ресурсы:

Астрономия в Санкт-Петербургском университете *http://www.astro.spbu.ru/?q=node/12*. Содержит большое число учебников, научных и научно-популярных книг в электронном формате, подготовленных сотрудниками кафедры астрофизики и астрономической обсерватории.
Раздел "Астрономическое образование" на сайте *http://www.astronet.ru/db/sect/1168516*
Популярные лекции сотрудников ГАИШ МГУ *http://www.sai.msu.ru/amateur/index.html*
Образовательные видеолекции на сайте *http://scientificrussia.ru/lectures*
Академия Google *http://scholar.google.com.ua/intl/ru/scholar/about.html*
Публикации научных статей по астрофизике в электронном формате *http://xxx.lanl.gov/archive/astro-ph*
Видеотека лекций известных ученых и лауреатов Нобелевских премий, организованных фондом "Династия" *http://elementy.ru/*

Астрономические учреждения Украины и России

Государственный Астрономический Институт им. П.К.Штернберга (ГАИШ) при МГУ *http://www.sai.msu.ru; http://www.astronet.ru*

Астрономия в Санкт-Петербургском ун-те *http://www.astro.spbu.ru/astro/win/index.html*

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория (ГАО РАН) *http://www.gao.spb.ru/*

Институт прикладной астрономии (ИПА РАН) *http://www.ipa.rssi.ru*

Астрокосмический центр Физического института РАН (АКЦ ФИАН) *http://sites.lebedev.ru/asc/; http://radioastron.ru/*

Пущинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН *http://www.prao.ru/*

Институт астрономии РАН *http://www.inasan.rssi.ru/*

Институт земного магнетизма и ионосферы РАН (ИЗМИРАН) *http://www.izmiran.rssi.ru/*

Институт Космических Исследований РАН *http://www.iki.rssi.ru/Welcome.html*

Институт Солнечно-Земной Физики РАН (г. Иркутск) *http://iszf.irk.ru/about.php*

Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН (САО) *http://www.sao.ru/*

Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН *http://www.ioffe.rssi.ru/*

Национальное космическое агентство Украины *http://www.nkau.gov.ua/nsau/nkau.nsf/indexR*

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины *http://www.mao.kiev.ua/*

Радиоастрономический институт НАН Украины *http://www.ira.kharkov.ua/*

Крымская астрофизическая обсерватория *http://www.crao.crimea.ua/old/index.html*

Николаевская астрономическая обсерватория *http://www.mao.nikolaev.ua/*

Астрономическая обсерватория Киевского ун-та *http://www.observ.univ.kiev.ua*

Астрономическая обсерватория Львовского ун-та *http://www.astro.franko.lviv.ua*

Астрономическая обсерватория Одесского ун-та *http://www.astro-observ-odessa0.1gb.ua*

Астрономическая обсерватория Харьковского ун-та *http://www.univ.kharkov.ua/astron/*

Кафедра астрономии Киевского ун-та *http://space.univ.kiev.ua*

Кафедра теоретической физики и астрономии Одесского ун-та *http://www.theor-phys.onu.edu.ua*

Кафедра астрономии Харьковского ун-та *http://www.univ.kharkov.ua/astron/*

Одесский Планетарий *http://planetarium.chat.ru*

Астрономические общества

IAU–Международный астрономический союз *http://www.iau.org*

Европейское астрономическое общество *http://www.iap.fr/eas/index.html*

Украинская астрономическая ассоциация *http://www.uaa.astronomy.org.ua*

Евро-Азийское астрономическое общество *http://www.sai.msu.su/EAAS/rus/*

Астрокурьер – информационное издание Астрономического Общества *http://www.sai.msu.su/EAAS/rus/astrocourier/index.html*

Одесское астрономическое общество *www.astro-soc.onu.edu.ua*

Электронные астрономические сведения

Известия науки *http://www.inauka.ru/*

Открытый колледж по астрономии *http://www.college.ru/astronomy/*

Обзоры электронных е-принтов по астрофизике Астрономическая Научная Картинка Дня *http://www.astronet.ru/db/anka.html*

Астрогалактика *http://astrogalaxy.ru/index.html*

Элементы большой науки *http://elementy.ru*

Журнал Вселенная *http://www.wselennaya.com/; http://www.vselennaya.kiev.ua*

Сайт журнала “Новости Космонавтики” *http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/*

Электронная библиотека астрономической литературы *http://astro-archive.prao.ru/books/books.php*

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЮБИЛЕИ 2021 ГОДА

550 лет назад, **в 1471 году** Региомонтан основал в Нюрнберге астрономическую обсерваторию – одну из первых в Европе.

350 лет назад, в 1671 году:

а) Дж. Д. Кассини открыл спутник Сатурна Япет;

б) основана Парижская астрономическая обсерватория – первая государственная обсерватория в Европе. Сейчас в ее состав входят Медонская астрофизическая обсерватория и радиоастрономическая обсерватории Нансэ;

в) французский астроном Ж. Пикар опубликовал работу "Измерения Земли", в которой описал измерение дуги меридиана между Парижем и Амьеном. Длина дуги в 1° по меридиану у него получилась равной 111,21 км (всего на 30 м меньше принятой сейчас!).

225 лет назад, в 1796 году, Пьер Лаплас (Франция) высказал гипотезу, согласно которой планеты образуются из колец вещества, которые отделялись от Солнца при его вращении и сжатии.

200 лет назад, в 1821 году:

а) Й. Фраунгофер впервые применил дифракционную решетку для точного исследования спектров;

б) Г. Шумахер начал издавать немецкий астрономический журнал "Astronomische Nachrichten" ("Астрономические новости"), старейший из издающихся по сей день астрономических журналов;

в) основана Николаевская астрономическая обсерватория.

150 лет назад, в 1871 году:

а) открыта Одесская университетская астрономическая обсерватория;

б) открыта астрономическая обсерватория в Кордове – Национальная Аргентинская обсерватория;

в) французский астроном Морис Леви впервые высказал идею построения телескопа с неподвижным фокусом – "ломаного" (coude) экваториала – экваториала кудэ.

125 лет назад, в 1896 году:

а) А. А. Белопольский первый среди астрономов России открыл спектрально-двойную звезду (α Близнецов);

б) российский астроном и геодезист А. П. Ганский (тогда работавший во Франции), открыл зависимость формы солнечной короны от количества солнечных пятен;

в) нидерландский астроном Я. К. Каптейн опубликовал первый том "Капского фотографического обзора" (CpD) – обзора южного неба, аналогичного известному Боннскому обозрению (BD);

г) 13 ноября американский астроном Джон-Мартин Шеберле открыл спутник Проциона (α Малого Пса) – белый карлик 13-й звездной величины.

100 лет назад, в 1921 году:

а) в России вышел первый "Астрономический ежегодник" на 1922 год.

90 лет назад, в 1931 году:

а) Карл Янский (США) зарегистрировал космическое радиоизлучение на длине волны 15 м;

б) Бернар Лио (Франция) сконструировал коронограф и провел с ним первые наблюдения солнечной короны вне затмения;

в) организован Астрономический институт им. П. К. Штернберга (ГАИШ).

80 лет назад, в 1941 году:

а) Д. Д. Максутов разработал менисковую оптическую систему, получившую широкое применение в астрономии;

б) вследствие объединения журналов "Sky" и "Telescope" начато в США издание научно-популярного журнала "Sky and Telescope".

75 лет назад, в 1946 году:

а) впервые осуществлена радиолокация Луны (военными радиолокаторами в США и Венгрии);

б) построены первые радиоинтерферометры (Райл и Вонберг, Великобритания, Пози, Австралия);

в) основана Бюраканская астрофизическая обсерватория;

г) Г. А. Гамов создал теорию горячей Вселенной;

д) Дж. Хей, С. Парсонс и Дж. Филлипс (Великобритания) открыли первый дискретный источник радиоизлучения – радиогалактику Лебедь А.

70 лет назад, в 1951 году:

а) Х. Юэн и Э. Парселл (США) и Х. Мюллер и Я. Оорт (Нидерланды) экспериментально обнаружили радиоизлучение нейтрального водорода на длине волны 21 см;

б) А. Лальман (Франция) создал первую электронную камеру для астрофотографии.

60 лет назад, в 1961 году:

а) 12 апреля Юрий Алексеевич Гагарин впервые в мире совершил космический полет на космическом корабле "Восток";

б) советские астрофизики С. М. Полосков и А. Е. Микиров, наблюдая полное затмение Солнца (15 февраля), пришли к очень важному для космогонии выводу, что космическая пыль в Солнечной системе не распределена равномерно, а в основном сконцентрирована в виде облаков разных размеров;

в) стартовала советская автоматическая межпланетная станция "Венера-1" (февраль);

г) проведены первые измерения диффузного космического γ -излучения (спутник "Эксплорер-11", США);

д) 18-26 апреля группа ученых Института радиотехники и электроники АН СССР осуществила радиолокацию Венеры.

50 лет назад, в 1971 году:

а) в мае запущены автоматические межпланетные станции "Марс-2" и "Марс-3" (СССР), которые стали спутниками Марса. 2 декабря космический аппарат "Марс-3" впервые совершил мягкую посадку на планету;

б) советский геофизик Ю. А. Брагин опубликовал гипотезу о формировании атмосферного электрического поля частицами солнечного ветра с разными энергиями;

в) в Бюраканской астрофизической обсерватории АН Армянской ССР состоялся советско-американский симпозиум по связям с внеземными цивилизациями;

г) во время полета 1-10 февраля американского космического корабля "Аполлон-14" была осуществлена третья высадка людей на Луну; на Землю были доставлены образцы лунного грунта;

д) в СССР запущена на околоземную орбиту первая долговременная пилотируемая орбитальная станция "Салют".

2 января – 150 лет со дня рождения Энн Сьюэлл **Янг** (Anne Sewell Young, 1871-1961), американского астронома. Она родилась в Блумингтоне, штат Висконсин, в семье священника Альберта Адамса Янга и Мэри Сьюэлл. Училась в колледже Карлтон (шт. Миннесота). Преподавала математику. В 1906 году получила степень доктора философии в Колумбийском университете. Астрономическая карьера ее началась раньше, в 1898 году, в обсерватория Уиллистона (в старейшем американском женском колледже Маунт-Холиок, штат Массачусетс). Там она была 37 лет профессором астрономии. Возглавляла программу наблюдений солнечных пятен. С группой студентов наблюдала полное солнечное затмение в 1925 году в штате Коннектикут. В 1929 году она доказала, что объект, в 1904 году принятый за астероид и получивший название Аделаида, на самом деле был только что открытой (в январе 1929 года) кометой Швассмана – Вахмана (31P). Э. Янг исследовала переменные звезды (в сотрудничестве с Э. Пикерингом, директором Гарвардской обсерватории) и была одной из восьми членов-учредителей известной всем Американской ассоциации наблюдателей переменных звезд (AAVSO), предоставив в Ассоциацию 6500 наблюдений переменных звезд. В 1923 году Э. Янг избрали президентом AAVSO. Она вышла в отставку в 1936 году и вместе с сестрой переехала в Клермонт (штат Калифорния).

17 января – 100 лет со дня рождения Бенгта **Вестерлунда** (Bengt Elis Westerlund, 1921-2008), шведского астронома. Родился в Евле. Получил докторскую степень в Уппсальском университете в 1954 году. С 1957 года работал на Южной Уппсальской станции Обсерватории Маунт-Стромло в Австралии, где провёл обширные исследования южной части Млечного Пути и Магеллановых облаков. В 1967 году перешел в обсерваторию Стюарда в Аризоне, а в 1969 году был назначен директором Европейской Южной обсерватории в Чили, эту должность занимал 6 лет. В 1975 году вернулся в Швецию, чтобы стать профессором астрономии в Уппсальской обсерватории. Вышел на пенсию в 1987 году. Всеобщее признание получили его работы о строении Млечного Пути и Магеллановых облаков. Он внёс важный вклад в изучение звёздных скоплений, звёздных популяций, углеродных звёзд, планетарных туманностей, звёзд Вольфа-Райе, звёздной классификации и остатков сверхновых. Открыл рассеянные звёздные скопления – Вестерлунд 1, Вестерлунд 2 и Вестерлунд 3. В его честь был назван астероид 2902 Вестерлунд, а также телескоп Вестерлунд в Уппсале в 2004 году.

28 января – 110 лет со дня рождения Семена Яковлевича **Брауде** (1911-2003), украинского радиофизика и радиоастронома, академика Национальной Академии наук Украины. Ему посвящен отдельный очерк в данном выпуске Календаря.

6 февраля – 100 лет со дня рождения Соломона Борисовича **Пикельнера** (1921-1975), советского астронома, основные труды которого посвящены физике межзвездной среды и газопылевых туманностей, проблемам звездообразования, физике Солнца. В данном выпуске Календаря ему посвящен отдельный очерк.

14 февраля – 125 лет со дня рождения Эдуарда Артура **Милна** (E. A. Milne, 1896-1950), английского астронома, члена Королевского общества (1926 г.). Родился в Кингстоне-апон-Халл. В 1914-1915 годах учился в Тринити-колледже Кембриджского университета. Затем до окончания первой мировой войны работал в Отделе противовоздушной обороны. В 1919 году продолжил

учебу и в 1920 году закончил ее. Работал в Кембриджском университете, затем был профессором прикладной математики Манчестерского университета, а с 1928 года – профессором математики Оксфордского университета. Основные научные работы относятся к физике звездных атмосфер, теории внутреннего строения звезд, космологии. Разработал модель образования линий поглощения в атмосферах звезд (модель Милна – Эддингтона). Совместно с Р. Х. Фаулером определил температурную шкалу звездной спектральной последовательности, получил первые надежные оценки температур и давления в звездных атмосферах. Ряд исследований посвящен физике верхней атмосферы Земли. В годы первой и второй мировых войн Милн получил важные результаты в области баллистики, распространения звука, звукопеленгации. В области космологии Милн разработал оригинальную "кинематическую теорию относительности", альтернативную общей теории относительности Эйнштейна. В честь его назван кратер на обратной стороне Луны.

26 февраля – 100 лет со дня рождения Дмитрия Евгеньевича **Охоцимского** (1921 – 2005), советского и российского ученого, среди разнообразных научных интересов и достижений которого мы выделим небесную механику и динамику космического полета. Он родился и прожил всю жизнь в Москве. В 1939 году окончил с отличием среднюю школу и поступил на механико-математический факультет МГУ. С начала войны факультет был закрыт, и Охоцимский рыл противотанковые рвы вместе с другими студентами, работал токарем на военном заводе. Призванный в армию, он, однако, по причине сильной близорукости, осенью 1942 года был демобилизован и работал трактористом в одной подмосковной машинно-тракторной станции. Через год Охоцимский вернулся в университет, учебу в котором окончил в 1945 году, после чего был принят младшим научным сотрудником в Математический институт им. В. А. Стеклова АН СССР (МИАН). Там, под руководством М. В. Келдыша, он окончил аспирантуру и в 1949 году защитил кандидатскую диссертацию по ракетодинамике. Успешная работа Охоцимского в этой стратегически важной области в 1958 году была отмечена присвоением ему без защиты ученой степени доктора физико-математических наук. М. В. Келдыш был главным научным консультантом советской космической программы. В 1966 году его отдел был преобразован в Институт прикладной математики АН СССР, и Д. Е. Охоцимский возглавил в нем Отдел № 5, которым руководил до самой смерти. Здесь проводилась разработка баллистической части практически всех советских космических проектов. Параллельно, с 1959 года, он работал профессором кафедры теоретической механики механико-математического факультета МГУ, которую возглавлял с 1962 года до конца жизни. Там он создал новый специальный курс "Динамика космических полетов". Под его руководством кафедра и отдел № 5 института функционировали как единый научный коллектив. Д. Е. Охоцимский плодотворно работал и в других областях науки. Он занимался разработкой механических систем с элементами искусственного интеллекта (мехатроникой), решением задач оптимизации космических полетов, вариационным исчислением, гидро- и газодинамикой. Опубликовал более 200 научных работ, включая три монографии.

12 марта – 125 лет со дня рождения Фредерика Чарльза **Леонарда** (Frederick C. Leonard, 1896-1960) американского астронома. Родился в Маунт-Вернон, штат Индиана, в 1900 году семья переехала в Чикаго. В возрасте

восьми лет он проявил большой интерес к звездам и стал активным астрономом-любителем. В 1909 году (в 13 лет!) он организовал общество по практической астрономии. В 1918 году, получив степень бакалавра в Чикагском университете, продолжил свое образование в университете Калифорнии, где в 1922 году стал доктором наук. В 1933 году он основал Общество по изучению метеоритов, был его первым президентом и редактором журнала Общества в течение следующих 25 лет. Научные интересы относятся к изучению двойных звезд и метеоритов. Он собрал большую коллекцию метеоритов и много работал над классификацией их. Леонард был одним из первых астрономов, предположивших существование транснептуновых объектов.

15 апреля – 100 лет со дня рождения Георгия Тимофеевича **Берегового** (1921-1995), советского космонавта, старейшего из людей, побывавших в космосе. Он родился в с. Федоровка Полтавской области. Учился в школе в г. Енакиево (Донбасс), там же начал работать, занимался в Енакиевском аэроклубе. С 1938 года служил в армии, а через три года окончил Ворошиловградскую школу военных летчиков. За годы войны совершил 186 боевых вылетов, три раза его сбивали. Войну закончил командиром эскадрильи со многими наградами, в том числе первым своим званием Героя Советского Союза. Затем служил в авиации в Одесском военном округе. В 1948-1964 годах был летчиком-испытателем, летал на 60 типах самолетов. С 1963 года – в отряде космонавтов. Совершил полет на космическом корабле "Союз-3" (26-30 октября 1968 года), принесший ему второе звание Героя Советского Союза. Среди запланированных задач намечалась стыковка в ручном режиме с беспилотным кораблем "Союз-2" в исключительно трудных условиях (в тени Земли), но для всех маневров не хватило топлива. После полета Г. Т. Береговой продолжал работать в отряде космонавтов, и в 1972-1987 годах, до выхода в отставку в звании генерал-лейтенанта авиации, был начальником Центра подготовки космонавтов СССР. Его именем назван астероид 6319.

16 апреля – 125 лет со дня рождения Венчеслава Сизигмундовича **Жардецкого** (1896-1962), российского, югославского и американского астронома и геофизика, по происхождению польского дворянина. Он родился в Одессе, в 1913 году окончил Ришельевскую гимназию и поступил на физико-математический факультет Императорского Новороссийского университета в Одессе, который окончил в 1917 году с дипломом 1-ой степени. Во время обучения в университете увлекся математикой, теоретической механикой и астрономией. Работал в Одесской обсерватории под руководством А. Я. Орлова, а затем проходил стажировку в Пулковской обсерватории. По окончании университета был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию. Однако, события русской революции и гражданской войны резко изменили его жизненные планы. В 1920 году Венчеслав вместе с матерью на пароходе уплыл в Константинополь, а потом эмигрировал в Югославию и поселился в Белграде. Преподавал в Белградском университете, в реальном училище в Земуне, и белградской Русско-Сербской женской гимназии. Входил в правление Российского научного института. В 1923 году защитил докторскую диссертацию, в 1926-м стал доцентом, а в 1929-м – экстраординарным профессором Белградского университета. Во время Второй мировой войны оставил университетскую кафедру и проводил научные исследования в домашних услови-

ях. После войны переехал в Австрию и работал профессором Грацского университета, затем был директором Института физики и астрономии, читал лекции в Высшей технической школе Граца. В 1949 году эмигрировал в США и начал работать в только что организованной Обсерватории Земли Ламонт-Доэрти при Колумбийском университете в Нью-Йорке, где занимал должность внештатного научного сотрудника до конца жизни. Венчеслав Жардецкий является автором научных изданий "Гидромеханика" (1933 г.), "Теоретическая физика" (1940 г.), "Распространение волн в тонких слоях" (в соавторстве). Наибольших успехов ученый достиг, изучая теорию зонального вращения Земли, которая объясняет миграцию континентов. Венчеслав Жардецкий является автором теории, что не Американский континент, как считалось, дрейфует на запад, а наоборот Евразийский движется на восток. Итоги своих исследований в области небесной механики ученый изложил в монографии "Теория фигур небесных тел" (Нью-Йорк, 1958 г.). С 1992 года ежегодно в Ламонт-Доэртийской Обсерватории Земли читаются мемориальные лекции по геофизике в честь Венчеслава Жардецкого.

17 апреля – 100 лет со дня рождения Хэролда Лестера **Джонсона** (H. L. Johnson, 1921-1980), американского астронома, члена Национальной АН США. Родился в Денвере (штат Колорадо), в 1941 году окончил Денверский университет. В 1942-1945 годах работал в Массачусетском технологическом институте, затем – в Ликской, Ловелловской, Уошбернской и Йеркской обсерваториях. В 1952-1959 годах – астроном Ловелловской обсерватории, в 1958-1962 годах – профессор астрономии Техасского университета, с 1962 года – профессор Аризонского университета и астроном Стюардовской обсерватории этого университета. С 1969 года был также профессором Астрономического института Национального университета в Мехико (Мексика). Основные научные работы посвящены звездной фотометрии. В 1953 году совместно с У. У. Морганом и Д. Хэррисом создал трехцветную систему для видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра, вскоре ставшую международной стандартной фотометрической системой U, B, V. Система Джонсона дает возможность определять поправки за общее и дифференциальное поглощение света в межзвездном пространстве и благодаря этому сыграла большую роль в изучении строения Галактики. В начале 60-х годов Джонсон распространил свою систему в инфракрасную область и выполнил первые массовые измерения блеска звезд в различных ее полосах; это позволило ему установить шкалу болометрических величин и эффективных температур для холодных звезд. Одним из важных открытий, сделанных Джонсоном в ходе этих исследований, было обнаружение в 1964 году избыточного инфракрасного излучения у квазара 3С 273. Эти работы Джонсона положили начало инфракрасной астрономии.

23 апреля – 125 лет со дня рождения Дмитрия Дмитриевича **Максутова** (1896-1964), советского ученого, специалиста в области астрономической оптики. Родился в Одессе, окончил в 1914 году Военно-инженерное училище в Петербурге. В 1930-1952 годах работал в Государственном оптическом институте в Ленинграде, где организовал и возглавил лабораторию астрономической оптики. С 1952 года работал в Пулковской обсерватории. Основные научные исследования касаются вопросов теневых и других оптических методов исследования и технологии изготовления крупных оптических приборов, тео-

рии и практики изготовления асферических поверхностей. В 1924 году предложил так называемый компенсационный метод исследования зеркал. В 1941 году Максутов изобрел менисковые системы оптических приборов, создал новый тип телескопа – менисковый, сочетающий в себе многие преимущества как рефрактора, так и параболического рефлектора. Создал оптику для ряда уникальных астрономических инструментов. Крупнейшие в мире максутовские телескопы (диаметр мениска 700 мм) установлены в Абастуманской астрофизической обсерватории и в обсерватории Серро-Робле (Чили). Автор книг "Астрономическая оптика", "Изготовление и исследование астрономической оптики" и других. Проводил большую педагогическую работу.

28 апреля – 175 лет со дня рождения Оскара Андреевича **Баклунда** (1846-1916), шведского и русского астронома. Родился близ Карлстада в Швеции. Окончил университет в Уппсале в 1872 году. В 1872-1874 годах – ассистент Стокгольмской, в 1874-1879 годах – астроном-наблюдатель Дерптской, с 1879 года – адъюнкт-астроном Пулковской обсерватории. С 1895 года до конца жизни был директором Пулковской обсерватории. При нем были созданы южные отделения Пулковской обсерватории: в Одессе в 1898 году, Симеизе и Николаеве в 1908-1912 годах. Основные научные работы относятся к небесной механике. Изучал движение периодической кометы Энке. Объяснил систематическое уменьшение периода ее обращения вокруг Солнца периодическими встречами с различными метеорными потоками. Получил одну из первых удачных оценок масс Меркурия и Венеры (непростая задача – у этих планет нет спутников). Его именем назван кратер на обратной стороне Луны.

29 апреля – 125 лет со дня рождения Николая Федоровича **Бобровникова** (N. T. Bobrovnikoff, 1896-1988), американского астронома. Бобровников родился в селе Марковка (Луганская область). После окончания Краковской гимназии учился в Петрограде в Горном институте (1914-1916), а затем с 1917 года – в Харьковском университете на кафедре астрономии. Став офицером Российской армии, в 1918 году присоединился к армии Деникина, был тяжело ранен, перенёс тиф. В феврале 1920 года переправлен на остров Кипр, затем после выздоровления перебрался в Прагу и смог продолжить обучение в Русском институте. В 1924 году эмигрировал в США, учился в Чикагском университете, где в 1927 году успешно защитил докторскую диссертацию. Некоторое время работал в обсерватории Чикагского университета, затем продолжил свои исследования в докторантуре Калифорнийского университета и в Ликской обсерватории. Последним местом работы стал Уэслейский университет штата Огайо. С 1934 года исполнял обязанности директора обсерватории Перкинса, а с 1937-го и до 1951-го был ее директором. Во время второй мировой войны был мобилизован и служил в военно-воздушных силах США. В 1966 году, уйдя в отставку, переехал в Беркли, Калифорния, где прожил всю оставшуюся жизнь. Николай Бобровников занимался изучением спектров и фотометрией звёзд и комет, сравнением оценок их блеска, выполненных с помощью инструментов разной силы. Методика Бобровникова и выведенные им формулы используются и по сегодняшний день. Широкую известность получили его работы по исследованию кометы Галлея, проведённые в 1909-1911 годах. Им был собран огромный фотометрический материал, составлен обширный каталог физических наблюдений небесных тел: 4500 фотометрических исследований 45 комет. Изучал при-

роду астероидов. Исследование их спектров привело к доказательству того, что они, в отличие от комет, светят отражённым светом Солнца, а значит, не имеют газовых оболочек. В честь ученого был назван астероид, открытый в немецкой обсерватории в 1919 году – 2637 Bobrovnikoff.

29 апреля – 100 лет со дня рождения Корнелиса **де Ягера** (C. de Jager, род. в 1921), голландского астронома. Родился в Ден-Бурге на острове Тексел, в 1945 году окончил Утрехтский университет, с которым связана вся его дальнейшая деятельность: в 1946 году преподавал здесь теоретическую физику, в 1957-1960 годах – астрофизику, с 1960 года – профессор астрофизики; с 1946 года работал в астрономической обсерватории университета, с 1963 года – ее директор, в 1965 году возглавлял также Лабораторию космических исследований. Основные научные работы относятся к физике Солнца и звезд. Разработал некоторые вопросы теории образования фраунгоферовых линий, развил методику интерпретации наблюдаемых профилей линий. Построил модель атмосферы Солнца, совместно с Л. Невеном рассчитал одну из ранних серий моделей звездных атмосфер для большого интервала эффективных температур и светимостей. Большое внимание уделяет космическим исследованиям. Сконструировал ряд приборов для ультрафиолетовой спектроскопии Солнца и для наблюдений Солнца и других космических объектов в рентгеновском диапазоне с борта искусственных спутников Земли. На основании наблюдений в радио- и рентгеновском диапазонах исследовал процессы, приводящие к образованию солнечных вспышек. Автор монографий "Строение и динамика атмосферы Солнца" и "Звезды наибольшей светимости". Де Ягер – главный редактор журналов "Solar Physics" (с 1960 г.) и "Space Science Reviews" (с 1961 г.). Был генеральным секретарем МАС (1970-1973). В его честь назван астероид 3798.

1 мая – 100 лет со дня рождения Кирилла Николаевича **Тавастшерны** (1921-1982), советского астронома. Потомок финско-шведского дворянского рода, Тавастшерна родился в Петрограде в семье научных работников. В 1939 году поступил в Ленинградский университет, в ноябре того же года был призван в ряды Советской армии. Участник Второй мировой войны. В сентябре 1945 года вернулся в университет, в 1950 году поступил в аспирантуру ЛГУ. В 1953 году стал младшим научным сотрудником Пулковской обсерватории, а в следующем году защитил кандидатскую диссертацию. Участвовал в Пулковской программе абсолютного определения координат звезд, занимался анализом звездных каталогов, методикой и организацией наблюдений тел Солнечной системы. В 1967 и 1968 годах Тавастшерна был руководителем экспедиции Пулковской обсерватории в южное полушарие, руководил установкой нового большого пассажного инструмента в Чили. С 1972 года работал заместителем директора Пулковской обсерватории, в 1979-1982 годах временно исполнял обязанности директора обсерватории. В 1982 году, незадолго до трагической смерти в автомобильной катастрофе, защитил докторскую диссертацию. К. Н. Тавастшерна – автор более 100 научных работ. С 1959 года в течение ряда лет читал курс фундаментальной астрометрии в Ленинградском университете. В 1964 году стал членом Международного астрономического союза, с 1973 года – членом комиссии МАС по позиционной астрономии, а с 1979 года был вице-президентом МАС.

11 мая – 150 лет со дня рождения Фрэнка **Шлезингера** (F. Schlesinger, 1871-1943), американского астронома. Родился в Нью-Йорке. В 1890 году окон-

чил Сити-Колледж в Нью-Йорке, продолжал образование в Колумбийском университете. В 1899-1903 годах заведовал впервые созданной международной широтной станцией в Юкайе (штат Калифорния). В 1903-1905 годах работал в Йеркской обсерватории, в 1905-1920 годах – директор обсерватории Аллегени, в 1920-1941 годах – директор Йельской обсерватории. Научные работы связаны с вопросами точных изменений звездных параллаксов и практической астрономии. В 1899 году предложил фотографический метод для определения звездных параллаксов. Показал, что для получения точных положений звезд помимо меридианных инструментов можно использовать астрографы. По его идее были спроектированы и изготовлены первые широкоугольные астрографы. Разработал метод определения положения объекта на фотопластинке при помощи особых весовых коэффициентов, связывающих координаты определяемого объекта с координатами опорных звезд. Метод назван именем Шлезингера. Спроектировал и построил зенит-телескоп с автоматической перекладкой инструмента. Руководил работами по строительству 26-дюймового рефрактора для Йоханнесбургской обсерватории. В 1940 году опубликовал "Каталог ярких звезд", который содержал важнейшие сведения о звездах с блеском не ниже 6,5 звездной величины. Исследуя спектры двух затменных звезд, в 1909 году пришел к выводу о вращении их компонентов. Именем Шлезингера назван кратер на обратной стороне Луны.

29 мая – 100 лет со дня рождения Антонины Ивановны **Нефедьевой** (1921-2014), известной своими астрометрическими работами, заведовавшей астрометрическим отделом Астрономической обсерватории им. Энгельгардта (АОЭ) под Казанью. Она родилась в Саранске в семье ремесленника Ивана Андриановича и Анны Григорьевны Макаровых (Нефедьева она по мужу, известному астроному А. А. Нефедьеву, возглавлявшему АОЭ с 1958 года). Окончила с отличием среднюю школу в Томске в 1938 году и в том же году поступила на физико-математический факультет Казанского университета. Окончила КГУ в 1942 году и сразу стала работать в АОЭ младшим научным сотрудником. В 1947 году защитила кандидатскую диссертацию по теме "Исследование систематических ошибок склонений", а в 1974 году – докторскую, посвященную рефракции. С 1983 года она – профессор. Многие из ее учеников защитили кандидатские диссертации. Работая в обсерватории, Антонина Ивановна параллельно 40 лет преподавала астрономию в вузах Казани, а так как совместительство не приветствовалось, зачастую бесплатно. Она – автор учебников "Фундаментальная астрометрия" и "Служба точного времени", а также трехтомной монографии "Астрономическая рефракция". Кроме того, опубликовала 120 работ (в том числе в зарубежных изданиях), написала книгу о современной космической астрометрии (проект Гиппаркос), книги о Д. Я. Мартынове и А. А. Нефедьеве.

19 июня – 175 лет со дня рождения Антонио **Абетти** (Antonio Abetti, 1846-1928), итальянского астронома. Родился в Пьетро-ди-Гориция (сейчас это Словения, на границе с Италией). Окончил Падуанский университет в 1867 году, получил диплом инженера. Однако уже в следующем году оставил работу инженера, чтобы посвятить себя астрономии. В 1868-1893 годах работал в обсерватории Падуанского университета. С 1894 года – директор обсерватории Арчетри (близ Флоренции) и профессор астрономии Флорентийского университета. Осуществил реконструкцию обсерватории Арчетри. Уйдя в отставку в 1921 году, продолжал

астрономические исследования. Основные научные работы относятся к позиционной астрономии. Выполнил многочисленные определения положений малых планет, комет, звезд; занимался вычислениями орбит комет. В составе итальянской экспедиции в Индии впервые наблюдал в 1874 году с помощью спектроскопа прохождение Венеры по диску Солнца. Провел ряд исследований с целью повышения точности позиционных наблюдений и их обработки.

18 июля – 125 лет со дня рождения Жана **Дюфэ** (Jean Claude Barthélemy Dufay, 1896-1976), французского астронома. Был директором обсерватории Верхнего Прованса. Исследовал туманности и межзвездную среду, кометы, новые звезды, свечение ночного неба. В 1925 году в сотрудничестве с Жаном Кабаннэ определил высоту озонового слоя Земли. Был почетным директором Лионской обсерватории и Обсерватории Верхнего Прованса, членом Французской Академии наук. Участвовал в боевых действиях во время Первой мировой войны, был ранен. В честь Дюфэ назван кратер на обратной стороне Луны.

19 июля – 175 лет со дня рождения Эдуарда Чарлза **Пикеринга** (E. Ch. Pickering, 1846-1919), американского астронома. Родился в Бостоне, в 1865 году окончил Гарвардский университет. В 1867-1867 годах преподавал математику в Гарвардском университете, в 1867-1877 годах – профессор физики Массачусетского технологического института. С 1877 года – директор Гарвардской обсерватории, профессор астрономии Гарвардского университета. Научные работы относятся к астрофотометрии и астроспектроскопии. Усовершенствовал методику визуальной фотометрии, а в 80-х годах приступил к широкому применению фотографии, причем впервые начал применять объективную призму для массового фотографирования спектров звезд. Был организатором и руководителем работ по составлению известных фотометрических и спектральных каталогов, прославивших Гарвардскую обсерваторию. В 1913 году вышел фотометрический каталог, охватывающий все звездное небо. Из 2 миллионов наблюдений, потребовавшихся для этой работы, более половины было проведено самим Пикерингом. В 1886-1889 годах Пикеринг с сотрудниками составил Дрэперовский каталог звездных спектров, содержащий спектры 10351 звезды ярче 8-й величины; в 1897 году дополнительно был издан каталог южных звезд, а в 1924 году, уже после смерти Пикеринга, вышел Дрэперовский каталог спектров 225300 звезд, известный всем астрономам как HD. Его составила сотрудница Пикеринга Энни Кэннон, а Дрэперовскими каталоги называются по имени астронома-любителя Генри Дрэпера, одного из пионеров астрофотографии, вдова которого создала фонд для финансирования этих работ. Классификация спектров в HD (Гарвардская классификация) стала общепринятой. Пикеринг в 1880 году разработал теорию изменения блеска Алголя и открыл, каким образом фотометрическая кривая блеска дает возможность определить размеры компонентов затменной системы. Разработал интерполяционный метод оценок блеска звезд (метод Пикеринга). В 1889 году открыл существование спектрально-двойных звезд. Организовал в Гарвардском университете и на наблюдательной станции Гарвардской обсерватории в Арекипе (Перу) систематическое фотографическое патрулирование всего неба широкоугольными камерами для поисков и изучения переменных звезд. При Пикеринге в Гарвардской обсерватории было открыто

3435 переменных звезд. Создал Американскую ассоциацию наблюдателей переменных звезд (AAVSO), объединяющую квалифицированных любителей астрономии. На видимой стороне Луны и на Марсе есть кратеры Pickering, причем лунный назван в честь Э. Пикеринга и его младшего брата Уильяма Генри Пикеринга, а марсианский – в честь их же, а также их однофамильца, сэра Уильяма Хейворда Пикеринга, новозеландско-американского инженера.

20 июля – 100 лет со дня рождения Эмиля Ефимовича **Дубова** (1921-1992), советского астрофизика. Родился в Гомеле. В 1951 году окончил Московский университет и начал исследовать Солнце в Крымской астрофизической обсерватории (КрАО). В 1957 году защитил кандидатскую диссертацию "Особенности внутренних движений и свечения спокойных протуберанцев". Докторскую диссертацию "Структура хромосферы и некоторые вопросы проявления солнечной активности в хромосфере" он защитил в 1968 году. В 1976-1988 годах Э. Е. Дубов – старший научный сотрудник, руководитель группы солнечной активности Мирового центра данных Межведомственного геофизического комитета (ныне Мировой центр данных по солнечно-земной физике Геофизического центра РАН). Им были разработаны новые инструменты и методики исследования Солнца. Он определил характер турбулентности в солнечных протуберанцах и баланс энергии в хромосфере. Занимался созданием информационного банка данных по солнечной активности для международного обмена данными о влиянии солнечной активности на Землю.

14 августа – 125 лет со дня рождения Наталии Сергеевны **Самойловой-Яхонтовой** (1896-1994), советского астронома. Родилась в Харькове, училась на Высших женских Бестужевских курсах в Петрограде, в 1917 году перевелась в Харьковский университет, который окончила в 1919 году. С 1922 года работала в Астрономическом институте в Ленинграде, в 1936-1942 годах – зав. сектором теоретической астрономии и небесной механики этого института. В годы Второй мировой войны работала в Государственном оптическом институте. В 1945-1956 годах – руководитель отдела малых планет и комет Института теоретической астрономии АН СССР, с 1946 года – профессор. Научные исследования посвящены, главным образом, решению задачи трех тел и определению планетных и кометных орбит. Показала возможность применения разработанных ею небесно-механических методов для определения движения астероидов. Организовала и возглавила работу по вычислению и составлению эфемерид малых планет. Руководила изданием ежегодника "Эфемериды малых планет". Провела большую работу по вычислению различных математических, баллистических и других таблиц.

15 августа – 200 лет со дня рождения Мариана Альбертовича **Ковальского** (Войтеховича, 1821-1884), русского астронома. Родился в г. Добжинь (Польша), в 1845 году окончил Петербургский университет. В экспедиции (1847 – 1849 годы) определял географические координаты пунктов Северного Урала. С 1852 года – профессор Казанского университета, с 1854 года – директор обсерватории этого университета. Основные научные работы относятся к небесной механике. Наибольшую известность принесла Ковальскому его работа "О законах собственного движения звезд каталога Брадлея" (1859 год), в которой впервые была высказана идея о вращении нашей звездной системы. Разработал метод определения движе-

ния Солнечной системы в пространстве, часто применяемый и теперь. Развил теорию солнечных и лунных затмений и предложил удобный метод предвычисления покрытий звезд Луной. В 1872 году дал наилучший из предложенных к тому времени способ определения орбит двойных звезд, разработал оригинальную теорию рефракции. В Казанской обсерватории проводил наблюдения положений звезд, составил каталог более 4200 звезд. Вел большую преподавательскую работу. Ковальский был одним из основателей Русского астрономического общества, а также членом многих российских и зарубежных научных обществ.

19 августа – 375 лет со дня рождения Джона **Флэмстида** (J. Flamsteed, 1646-1719), английского астронома. В 1662-1669 годах занимался астрономией самостоятельно, в 1674 году заочно окончил Кембриджский университет. В 1675 году назначен директором только что созданной Королевской обсерватории в Гринвиче и стал первым королевским астрономом. Прославился своими наблюдательными работами, заложившими основы современной позиционной астрономии. Впервые широко применил в угломерных инструментах телескоп для определения точных положений звезд, планет, Солнца, занимался теорией движения Луны. Создал каталог положений 3000 звезд. Всем звездам каталога Флэмстид присвоил номера в порядке возрастания их прямых восхождений в пределах каждого созвездия. Эти номера используются и в настоящее время (51 Пегаса, 61 Лебедя...). В 1676-1689 годах произвел около 20 тысяч наблюдений с экваториальным секстантом. Затем продолжал наблюдения на большом меридианном инструменте. Разработал оригинальный метод абсолютного определения прямых восхождений; получил с помощью этого метода точные положения 40 звезд и осуществил привязку к ним 3000 звезд своего каталога. Составил таблицы атмосферной рефракции и таблицы приливов. Изобрел коническую проекцию в картографии. В честь Флэмстида назван кратер на видимой стороне Луны.

24 августа – 200 лет со дня рождения Эрнеста Амедея Бартелеми **Муше** (Ernest Amédée Barthélemy Mouchez, 1821-1892), французского астронома. Родился в Мадриде, а карьеру начал на французском флоте. В то относительно мирное время многие морские офицеры привлекались к научным исследованиям. Муше в 1840-1845 годах совершил, в качестве астронома-наблюдателя, кругосветное путешествие, занимался гидрографическими исследованиями у берегов Кореи, Китая и Южной Америки. Ввел систему штормовых предупреждений для французских портов по образцу английской системы Р. Фицроя. Муше был с 1873 года членом Бюро долгот, а с 1878 года – директором Парижской обсерватории. В 1884 году он основал "Bulletin Astronomique", а в 1887 году благодаря стараниям Муше французским правительством была созвана конференция, которая поручила ряду обсерваторий составить фотографическую "Карту неба" (Carte du Ciel, CdC) – грандиозный международный проект, который продолжался почти весь XX век. 12 обсерваторий при помощи однотипных астрографов получили 22000 снимков неба с миллионами звезд до 14-й величины. Обработка не окончена, но материалы использовались при создании (с помощью космического телескопа Hipparcos) современных каталогов Hipparcos и Tycho. В 1935 году Международный астрономический союз присвоил имя Эрнеста Муше кратеру на видимой стороне Луны.

17 сентября – 175 лет со дня рождения Сета Карло **Чандлера** (S. C. Chandler, 1846-1913), американского астронома. Родился в Бостоне. В 1861 году окончил

Гарвардский университет. В 1864-1870 годах работал в Береговой геодезической службе США, в 1871-1881 годах – в страховой компании. В 1881-1904 годах работал в Гарвардской обсерватории. Известность Чандлеру принесли работы по исследованию свободного движения полюсов Земли. Сумел проследить колебания широты более чем за 200 лет. Впервые обнаружил, что в изменяемости широт имеется дополнительно к годичной составляющей еще составляющая с периодом, равным 428 суток. Этот период колебаний оси вращения Земли получил название периода Чандлера, а само движение – чандлеровского движения полюсов Земли. Опубликовал много статей, посвященных исследованию комет и переменных звезд. Составил несколько каталогов переменных звезд. В 1896-1909 годах был главным редактором "Astronomical Journal". В честь Чандлера назван кратер на обратной стороне Луны.

20 сентября – 100 лет со дня рождения Гаджибека Фараджуллаевича **Султанова** (азерб. Sultanov Hacibəy Fərəculla oğlu; 1921-2008), советского и азербайджанского астронома. Родился в селе Шаган (ныне Хазарского района), в 1942 году окончил Азербайджанский университет. В 1948-1951 годах – аспирант МГУ. С 1953 года Султанов руководил работами по созданию Шемахинской астрофизической обсерватории АН АзССР (выбор места, проектирование, установка 2-метрового телескопа). В 1956-1960 годах возглавлял Сектор астрофизики АН АзССР, а в 1960-1981 годах – Шемахинскую обсерваторию. С 1981 года был руководителем лаборатории небесной механики и астрофизики Института космических исследований природных ресурсов АН АзССР. Академик АН АзССР (1972 г.). Лауреат Государственной премии СССР (1987 г.). Погиб при пожаре в здании управления Шемахинской обсерватории в Баку. Основные труды относятся к небесной механике и космогонии Солнечной системы. Выполнил методами небесной механики и математической статистики цикл исследований, посвященных различным аспектам происхождения, структуры и эволюции кольца астероидов. Детально анализируя гипотезу Г. В. Ольберса о происхождении астероидов в результате распада одной планеты, показал, что это предположение в своем первоначальном виде не может объяснить деление малых планет на отдельные семейства. Развил гипотезу, согласно которой кольцо малых планет образовалось в результате последовательных распадов немногочисленных, более крупных первичных тел, возникших на первом этапе эволюции протопланетного вещества. Определил формы орбит первичных крупных тел и их положение в пространстве.

25 сентября – 125 лет со дня рождения Виллема Хендрика **ван ден Боса** (W. H. van den Bos, 1896-1974), голландского астронома. Родился в Роттердаме, окончил Лейденский университет. В 1921-1925 годах работал в Лейденской обсерватории, с 1925 года – в Йоханнесбургской обсерватории в Южной Африке (в 1941-1956 – директор). Основные научные работы посвящены изучению двойных звезд. Выполнил с высокой точностью более 70000 микрометрических измерений, открыл 2895 новых двойных звезд. Является одним из авторов известного Каталога двойных звезд (1953 г.). Разработал один из методов вычисления орбит двойных звезд, вычислил орбиты более 100 пар. Президент Астрономического общества Южной Африки (1943, 1955 годы). В его честь назван кратер на обратной стороне Луны.

10 октября – 100 лет со дня рождения Самуила Ароновича **Каплана** (1921-1978), крупного советского астрофизика-теоретика, одного из пионеров плазменной астрофизики. Ему в данном выпуске Календаря посвящена отдельная статья.

21 октября – 100 лет со дня рождения Ингрид **ван Хаутен-Груневелд** (Ingrid van Houten-Groeneveld, 1921-2015), нидерландского астронома. Родилась в Берлине. Окончила Гейдельбергский университет в 1944 году. Работала в Лейденском университете. Совместно с Томом Герельсом и своим мужем Корнелисом Йоханнесом ван Хаутеном обнаружила и исследовала более 4 тысяч астероидов, включая астероиды группы Аполлон, астероиды группы Амур и множество троянских астероидов. Для своих наблюдений Том Герельс использовал 48-дюймовый телескоп системы Шмидта в обсерватории Паломар и отправлял фотопластины супругам ван Хаутен-Груневелд в Лейденскую обсерваторию, которые исследовали их и выявляли новые, неизвестные ранее, астероиды. Этому трио приписывают несколько тысяч открытий. В честь Ингрид ван Хаутен-Груневелд назван астероид №1674 Groeneveld.

26 октября – 175 лет со дня рождения Льюиса **Босса** (L. Boss, 1846-1912), американского астронома, члена Национальной АН США (1889 г.). Родился в Провиденсе, в 1870 году окончил Дартмутский колледж. Работал клерком в различных государственных учреждениях в Вашингтоне, а также в Морской обсерватории США. С 1876 года – директор обсерватории Дадли (Олбани, штат Нью-Йорк). Основные научные работы относятся к позиционной астрономии. Создал фундаментальную систему звездных положений. Выполнил критический обзор около 100 фундаментальных звездных каталогов и в 1878 году на основании своих наблюдений создал каталог склонений и собственных движений 500 звезд на эпоху 1875 года. Составил "Предварительный общий каталог", содержаний положения и собственные движения 6188 ярких звезд. Подготовленный им "Общий каталог", в котором содержатся 33342 звезды до 7-й звездной величины, был издан его сыном в 1937 году. В 1879 году начал наблюдения комет и вычисление их орбит, в течение нескольких лет обсерватория Дадли была основным центром по вычислению орбит новых комет. С 1909 года был редактором "Astronomical Journal". Его именем назван кратер на краю видимого полушария Луны.

27 октября – 125 лет со дня рождения Николая Христофоровича **Прейпича** (1896-1946), советского астронома. Родился в Режице (ныне Витебская область). Высшее образование получил в Петроградском и Саратовском университетах, последний окончил в 1921 году. С 1922 года был руководителем лаборатории времени Главной Палаты мер и весов, с 1935 года – профессор. Научные работы посвящены астрономическому определению времени. Разработал методику всех основных операций по определению точного времени, приему ритмических радиосигналов (способ Кука – Прейпича), хранению времени, интерполяции и экстраполяции времени с применением методов теории вероятностей, объединению результатов различных служб времени и вычислению сводных моментов ритмических сигналов. Автор 12 изобретений в области повышения точности и контроля измерений времени, в том числе прибора Прейпича – Борановского.

4 ноября – 150 лет со дня рождения Уильяма Хэммонда **Райта** (W. H. Wright, 1871-1959), американского астронома. Родился в Сан-Франциско. В 1893 году окончил Калифорнийский университет. В 1897-1944 годах работал в Ликской обсерватории (в 1935-1942 годах – директор). Научные работы относятся к

наблюдательной астрономии. В 1903 году установил в Чили 36-дюймовый рефлектор, с помощью которого получил лучевые скорости многих южных звезд. Изучил спектры нескольких новых звезд. Выполнил первое детальное исследование спектров планетарных туманностей, установил, что все центральные звезды в планетарных туманностях имеют спектры класса О и многие из них напоминают спектры звезд Вольфа – Райе. Впервые исследовал внутренние движения в планетарных туманностях, их расширение. В 1924-1927 годах получил большие ряды фотографий планет в шести цветах. В последние годы жизни занимался проблемой определения собственных движений звезд с использованием далеких галактик в качестве опорных точек. Именем Райта названы кратеры на краю видимого полушария Луны и на Марсе.

5 ноября – 175 лет со дня рождения Эдварда Синглтона **Холдена** (E. S. Holden, 1846-1914), американского астронома. Родился в Сент-Луисе (штат Миссури), в 1866 году окончил Вашингтонский университет, затем учился в военной академии Вест-Пойнт. В 1871-1873 годах преподавал в этой академии, в 1873-1881 годах – ассистент С. Ньюкома в Морской обсерватории, в 1881-1885 годах – директор Уошбернской обсерватории Висконсинского университета, в 1885-1888 годах – президент Калифорнийского университета. В 1874 году был приглашен участвовать в создании Ликской обсерватории, разработал ее окончательный проект, был главным консультантом при строительстве и сыграл большую роль в быстром развитии ее. В 1888 году, после завершения строительства обсерватории, стал ее директором и занимал этот пост до 1897 года. С 1901 года работал библиотекарем в военной академии Вест-Пойнт. Научные работы посвящены наблюдениям туманностей, планет и их спутников, звезд. С помощью 36-дюймового Ликского рефрактора получил большое количество превосходных фотографий планет и Луны. Был главным организатором и первым президентом Тихоокеанского астрономического общества. В его честь названы кратеры на видимой стороне Луны и на Марсе.

4 декабря – 200 лет со дня рождения Эрнста Вильгельма **Темпеля** (E. W. Tempel, 1921-1889), немецкого астронома. Родился в Германии, но большую часть жизни провел за ее пределами. Не получил систематического образования. В Венеции работал в литографии, здесь же приобрел небольшой рефрактор (с объективом диаметром всего 2 дюйма!) и начал наблюдать небо. Темпель был уникальным наблюдателем и вскоре с этим телескопом открыл слабые туманности вокруг звезд Плеяд, которые до него никто не видел. В 1860 году его приняли ассистентом в Марсельскую обсерваторию. В 1871 году покинул Марсель и переехал в Италию. Работал в обсерватории Брере близ Милана, с 1875 года он – астроном обсерватории Арчетри близ Флоренции. Темпель прославил свое имя открытием 13 новых комет, в том числе трех периодических, названных его именем. Открыл пять новых малых планет, а также большое количество туманностей и звездных скоплений. Его именем назван кратер на видимой стороне Луны.

27 декабря – 450 лет со дня рождения Иоганна **Кеплера** (J. Kepler, 1571-1630), великого немецкого астронома и математика, одного из основоположников современного естествознания. Родился в Вейль-дер-Штадте (Вюртемберг) в бедной протестантской семье. В 1593 году блестяще окончил Тюбингенский университет и стал профессором математики и "нравственной философии" в гимназии Граца, где читал лекции по астрономии. Преследуемый католиками,

Кеплер был вынужден в 1598 году переехать в Прагу к Тихо Браге, после смерти которого получил в свое распоряжение большой архив астрономических наблюдений. В 1602 году он был назначен на должность придворного математика императора Рудольфа II. Результатом девятилетнего исследования движения Марса стала книга "Новая астрономия, причинно обусловленная, или физика неба, изложенная в исследованиях о движении звезды Марс, по наблюдениям благороднейшего мужа Тихо Браге" (1609 г.). Здесь Кеплер показал, что Марс движется вокруг Солнца не по окружности, а по эллипсу, причем Солнце находится в одном из фокусов этого эллипса. Движение Марса происходит с переменной скоростью, так что площади, описываемые радиус-вектором планеты в одинаковые промежутки времени, равны между собой. Кеплер показал, что эти законы применимы и к другим планетам, а также к движению Луны вокруг Земли. В сочинении "Гармония мира" (1619 г.) Кеплер приводит установленную им важную закономерность: квадраты времен обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы их средних расстояний от Солнца. Рассмотренные закономерности вошли в сокровищницу астрономических знаний под названием трех законов Кеплера. Поразительно разнообразными были научные интересы этого человека. Работы Кеплера посвящены и форме снежинок, и вычислению объема бочек (здесь он приблизился к интегральному исчислению), и появившейся на небе в 1604 году яркой звезде (ее называют Сверхновой Кеплера). В 1611 году он предложил новую систему телескопа-рефрактора, наиболее удобную по сей день. В рефракторе Кеплера окуляр не рассеивающая линза, как у Галилея, а собирающая, при этом поле зрения телескопа значительно больше. Его последней крупной работой были планетные "Рудольфовы таблицы" (1627 г.), самые точные на то время. И все это – на фоне тяжелой и неустроенной жизни, где были и смерть близких людей, и преследования, и безденежье. В 1630 году Кеплер отправился в Регенсбург, где заседал в то время сейм, чтобы добиться постановления об уплате ему жалования. По дороге тяжело заболел и скончался на 59-м году жизни: Открытия Кеплера положили начало новой астрономии, как пророчески он сам назвал свой труд, посвященный Марсу. И на Марсе, и на Луне есть кратеры, названные в его честь.

100-ЛЕТНИЕ ЮБИЛЕИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ

Каплан Самуил Аронович
(1921-1978)

Самуил Аронович Каплан родился 10 октября 1921 года в г. Рославле Смоленской области. В 1926 году семья переехала в Ленинград. После окончания школы в ноябре 1939 года Самуил Аронович был призван на службу в армию, где его застала война. Он воевал на Ленинградском фронте, был сержантом-электриком батареи зенитной артиллерии, принимал непосредственное участие в прорыве блокады Ленинграда. Демобилизовался в октябре 1945 года, прослужив в армии ровно 6 лет.

В 1945 году, еще во время прохождения армейской службы, Самуил Аронович сдает экзамены экстерном за полный курс педагогического института и получает диплом учителя математики.

После демобилизации осенью 1945 года он поступил в аспирантуру на кафедру теоретической астрофизики Ленинградского университета и закончил ее с досрочной защитой кандидатской диссертации в 1948 году.

Дебют Самуила Ароновича в астрофизике был удивительно ярким. В своей диссертации он изучил ряд вопросов физики белых карликов. Согласно классической модели белых карликов С. Чандрасекара, при приближении массы белого карлика к предельной, равной 1.44 массы Солнца, его радиус обращается в нуль, тем самым плотность "предельного" белого карлика становится бесконечной. С.А.Каплан рассмотрел механическое равновесие звезды, давление в которой обусловлено давлением полностью вырожденного идеального электронного газа. Но, в отличие от модели С.Чандрасекара, учет гравитации проводился с помощью уравнений общей теории относительности. В результате этих исследований были получены классические результаты. Отметим три из них. Выяснилось, что:

1) предельная масса оказалась меньше, чем у Чандрасекара, и равна 1.2 массы Солнца,

2) предельной массе соответствует конечный радиус белого карлика (~1000 км),

3) максимальная плотность в центре такого "предельного" белого карлика конечна.

Эти результаты были опубликованы в 1949 году в Ученых Записках Львовской Астрономической Обсерватории. Статья называлась "Сверхплотные звезды". Спустя 15 лет точно такие же результаты были получены С.Чандрасекаром (они были опубликованы в Astrophysical Journal). За свои работы по теории белых карликов С.Чандрасекар в 1983 году удостоен Нобелевской премии по физике.

Второй фундаментальный результат, полученный Самуилом Ароновичем – создание теории остывания белых карликов. Работа была опубликована в Астрономическом Журнале в 1950 году. Спустя два года в точности те же результаты получил английский астрофизик Л.Местел.

Еще один классический результат был получен С.А.Капланом при исследовании устойчивости орбит в сферически симметричном шварцшильдовском поле. Он показал, что орбиты с радиусами меньшими трех шварцшильдовсих радиусов неустойчивы.

После окончания аспирантуры Самуил Аронович в 1948 году был направлен в Астрономическую обсерваторию Львовского университета, где занимал должности заведующего отделом, профессора. Здесь он начал свою активную педагогическую деятельность, которую не прекращал до конца своих дней.

Во Львове произошло резкое перемещение научных интересов С.А.Каплана от сверхплотной материи к сверхразреженной. С.А.Каплан одним из первых в мировой астрономии приступает к развитию ее нового раздела – космической газодинамики. В его работах впервые обращено внимание на важную роль в астрофизических задачах учета излучения в газодинамических процессах. С.А.Каплан развивает теорию межзвездной турбулентности. Существенное развитие в его работах получает теория ионизационных разрывов – наиболее характерного газодинамического процесса в межзвездной среде. Этот цикл работ вошел в первую в мире монографию по динамике межзвездного газа, опубликованную в 1958 году. Вскоре в Англии вышел перевод этой книги. В течение многих лет она служила основным пособием при подготовке астрофизиков во многих университетах мира. Эти работы получили высокую оценку научной общественности, и в 1958 году он защищитил по указанным проблемам докторскую диссертацию.

В 1961 году С.А.Каплан переехал в г. Горький и до конца своей жизни он – старший научный сотрудник Научно-исследовательского радиофизического института и профессор Горьковского университета.

В Горьком, не прерывая связи с теми научными проблемами, которые его интересовали ранее, С.А.Каплан начал заниматься только что возникшей плазменной астрофизикой. В работах Самуила Ароновича, выполненных совместно с В.Н.Цытовичем, была развита теория турбулентности космической плазмы, как нерелятивистской, так и релятивистской. Были определены спектры турбулентности, функции распределения частиц, рассмотрены различные типы неустойчивостей, найдены механизмы стабилизации этих неустойчивостей.

В Горьком С.А.Каплан выполнил ряд работ и по другим проблемам астрофизики. В частности, под его руководством были проведены крайне редкие в то время численные эксперименты с целью определения параметров эволюции протоскоплений и протосолнечной системы. В ряде работ исследовалась динамика солнечной атмосферы. Так, совместно с учениками им был разработан эффективный метод расчета эволюции звуковой волны конечной амплитуды, распространяющейся в плавно неоднородной среде. При этом впервые были учтены все стадии распространения волны – линейная, образование разрыва и диссипация.

Для научной деятельности С.А.Каплана было характерно стремление довести результаты до такого состояния, чтобы ими могли пользоваться молодые астрономы. Заканчивая определенный этап в исследовании проблемы, он готовил монографию. Напомним лишь наиболее крупные его книги:

1. Введение в космическую газодинамику, 1958 год (соавторы Ф.А.Баум, К.П.Станюкович).
2. Межзвездная газодинамика, 1958 год.
3. Межзвездная среда,1963 год (соавтор С.Б.Пикельнер).

4. Плазменная астрофизика, 1972 год (соавтор В.Н.Цытович).

5. Размерности и подобие астрофизических величин, 1976 год (соавтор Э.А.Дибай).

6. Физика плазмы солнечной атмосферы, 1977 год (соавторы С.Б.Пикельнер, В.Н.Цытович).

7. Физика межзвездной среды, 1979 год (соавтрор С.Б.Пикельнер).

Следует напомнить о его прекрасных популярных книгах, из которых наиболее известны Физика звезд (1961 год) и Элементарная радиоастрономия (1966 год).

Широкая эрудиция Самуила Ароновича, его энциклопедические знания практически во всех разделах астрофизики привлекали к нему многих астрономов. Особо следует отметить известные циклы лекций по проблемам плазменной астрофизики, которые он прочитал в Пулково, в Абастуманской обсерватории, в Харьковском ИРЭ и др.

Благотворное влияние С.А.Каплана испытали на себе многие молодые астрофизики 60-70-х годов. Самуил Аронович был доступен и щедр. К нему приезжали за консультациями и советами. У значительной части астрофизиков-теоретиков он был оппонентом их диссертаций.

Жизнь Самуила Ароновича Каплана оборвалась 12 июня 1978 года. Возвращаясь из Ленинграда в Горький, по трагической случайности он попал под поезд на станции Бологое.

Профессор Петрухин Николай Семенович
(Нижний Новгород)

Дивари Николай Борисович (1921-1993)

Мы с моей женой Аллой Кирилловной Маркиной поздно познакомились с семьей Николая Борисовича Дивари, с его женой Тамарой Николаевной – это было в конце 1960-х годов, но как-то сразу прониклись симпатией, мы к ним, они к нам, и стали часто встречаться, в основном у них дома. Пару раз они были и у нас в гостях. Наши дети уже выросли и у них были свои интересы, что не отвлекало нас на "детские" вопросы. Хлебосольность семьи Николая Борисовича была широко известна и на встречах у него дома всегда были его друзья. Эти встречи сопровождались застольями, на которых Николай Борисович был общепризнанным тамадой, и сопровождались его громогласным голосом. Он играл на скрипке, любил петь – у Николая Борисовича был настоящий "диаконовский" бас, думаю, хорошо слышимый за пределами дома, где мы находились.

Николай Борисович был активным человеком с многочисленными и разносторонними увлечениями. Конечно, в первую очередь он был ученым и преподавателем. Однако хобби Николая Борисовича поражали разнообразием. Он был альпинистом и имел звание Мастера спорта СССР, организатором и участником многих экспедиций по СССР, которые использовал не только для наблюдений и работ, но и для ознакомления с новыми местами и людьми, он был яхтсменом, капитаном яхты "Эридан", он разводил розы, был пчеловодом и для вывоза пчел на природу приобрел автомо-

биль Москвич и стал автолюбителем. Ко всему этому Николай Борисович относился с неподдельным интересом и старался досконально освоить все эти премудрости и теоретически, и практически, показывая не просто любительство, но даже нажитой профессионализм.

Особенно всех, знающих Николая Борисовича, поражала его доброжелательность к людям, независимо от их отношения к нему. Его уважали и любили и студенты, и сотрудники, и его начальники. Я не ошибусь, если не предположу, что у него не было врагов, хотя завистников и прочих "людишек" у нас хватает. Он раздавал добро направо и налево, никогда не требуя чего-либо взамен. Был случай, когда он одалживал свой автомобиль своему студенту, которому требовалось куда-то ездить и который в дребезги разбил машину. Как я знаю, студент не был обруган или наказан. Будучи капитаном яхты "Эридан", он позволял команде яхты, практически без спроса, использовать ее для походов и других развлечений (а отвечал за яхту капитан). Таких фактов можно привести множество. В целом, он делал добро всем людям.

А жизнь Николая Борисовича была нелегкой. Он родился 26 сентября 1921 года в селе Белоусовка Николаевской области. Его отец Борис Иванович был священником и вскоре был переведен в Одессу, служить в маленькой церкви в районе проживания небогатых людей, называемом Молдованкой. Здесь же и прошло детство и юность Николая Борисовича. В 1938 году его отец, как и многие священники Одессы был арестован и расстрелян как враг народа (в 1958 году полностью реабилитирован). Эта трагедия не сломила Николая Борисовича и он, закончив школу, поступил в Одесский университет на физико-математический факультет и стал участником многих научных экспедиций. Он был на Камчатке, наблюдая Солнечное затмение, в горах Тянь-Шаня, где его застало сообщение о начале Великой Отечественной войны.

Приехав в Одессу перед началом оккупации Одессы, Николай Борисович, которого, как "сына врага народа", не взяли в армию, становится членом партизанского отряда, располагавшегося в одесских катакомбах. Он участвует в боевых акциях партизан, распространяет листовки, выполняет другие поручения партизан, то есть реально ведет борьбу с настоящими врагами нашего народа. В апреле 1944 года Николай Борисович вышел из катакомб и принимал участие в освобождении Одессы, а осенью снова стал студентом Одесского университета и одновременно лаборантом кафедры астрономии, работая таковым в 1944-1946 годах. Окончил университет уже в 1945 году, получив диплом по специальности "астрономия". С этой поры он увлекается вопросами атмосферной оптики и начинается его бурная научная деятельность.

В 1946 году Николай Борисович уже младший научный сотрудник Института астрономии и физики (ИАФ) Казахской ССР в Алма-Ате. За последующие пять лет Николай Борисович участвует в 12 научных экспедициях. Используя портативный фотометр Фесенкова, собирает большой научный материал по наблюдениям яркости ночного неба, зодиакального света и противосияния, собирает космическую пыль на леднике Туюк-Су в горах Тянь-Шаня, участвует в качестве астронома в четырех экспедиции (1947-1950 годы) на место падения Сихоте-Алиньского метеорита (Приморский край), публикует 16 научных статей. В эти же годы Николай Борисович находит время для занятий альпинизмом, покоряет многие вершины и уже в 1951 году получает звание Мастер спорта СССР по альпинизму.

В 1950 году у Николая Борисовича подготовлена к защите кандидатская диссертация "Исследование зодиакального света на основе фотометрических наблюдений ночного неба". Диссертация принята к защите в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга Московского университета, получены положительные отзывы оппонентов, ведущих астрономов СССР. Но защита затягивается на четыре года чиновничьими переносами то в Киев, то в Одессу, назад в Москву. Вопрос о защите диссертации решают не ученые, а партийные боссы, вспомнившие о Николае Борисовиче не как о партизане Великой Отечественной войны, а как о "сыне врага народа". В конце концов партийное решение принято и кандидатская диссертация 19 мая 1954 года в Москве успешно защищена и можно продолжать научную деятельность.

Но к этому времени Николай Борисович уже с 1951 года работает ассистентом кафедры высшей математики Одесского политехнического института (ОПИ), продолжая работать по совместительству (1951-1960 годы) старшим научным сотрудником Астрофизического института (бывший ИАФ) в Алма-Ате. Он продолжает наблюдения по своей прежней тематике и организует электрофотометрические и поляриметрические наблюдения сумеречного неба. В 1957 году вместе с В.Г.Фесенковым проводит наблюдения зодиакального света вблизи Асуана в Египте. Огромный научный материал, полученный в последние годы требует осмысления и компьютерного моделирования с применением новых вычислительных машин и новых методов. Увеличилась и другая нагрузка – в 1962 году Николай Борисович возглавил кафедру высшей математики ОПИ.

В 1968 году Николай Борисович защищает докторскую диссертацию "Исследование пылевой компоненты межпланетного пространства оптическими методами" по совокупности выполненных им и опубликованных работ. Защита успешно проходит в Москве в Государственном астрономическом институте им. П.К.Штернберга. Конечно, в это время Николай Борисович – ведущий в СССР специалист по атмосферной оптике, по межпланетной пылевой составляющей, всемирно известный ученый, руководитель групп исследователей. Он многие годы был председателем международной ассоциации по зодиакальному свету, выделенный им в отдельную проблему астрономии. Потом возглавил исследования пылевой составляющей околоземного пространства, которые вместе с советским космонавтом Г.М.Гречко описал в научной публикации.

С 1990 года доктор физико-математических наук, профессор Николай Борисович Дивари по совместительству руководитель группы атмосферной оптики Астрономической обсерватории Одесского университета им. И.И.Мечникова, подготовивший для студентов астрономической специальности спецкурс "Атмосферная оптика", читавшийся впоследствии его учеником Ю.И.Загинайло. С середины 1980-х годов Николай Борисович возглавлял одесскую астрономию, будучи председателем Методического совета Одесского Планетария. Общий вклад в астрономию Николая Борисовича Дивари столь велик, что ему оказана наивысшая в среде астрономов честь – его именем названа малая планета № 4882 "Divari", как участник Великой Отечественной войны он награжден орденом Отечественной войны II степени.

Н.Б.Дивари автор более 130 публикаций, монографии "Зодиакальный свет" (1964 год) и многих популярных брошюр. Он был руководителем и оппонентом большого числа диссертаций по астрономии и астрономической оптике, подго-

товил большое количество инженеров, выпускников ОПИ, работающих по всему бывшему Советскому Союзу, и умер он на следующий день после приема его последнего экзамена в ОПИ. У Николая Борисовича была онкология и неоднократное облучение в Радиологическом институте в Москве – я несколько раз посещал его там, будучи в командировках. Около него постоянно была его жена Тамара Николаевна, и Николай Борисович, увидев меня виновато говорил мне: "Видишь, Валентин, как нехорошо вышло со мною". Ушел из жизни Николай Борисович в Одессе 18 января 1993 года и похоронен на Таировском кладбище.

В.Г.Каретников

Пикельнер Соломон Борисович (1921-1975)

Родился в в Баку. В 1942 году окончил Московский университет. В 1946-1959 годах работал в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, с 1959 года – профессор астрофизики Московского университета.

Основные научные работы посвящены физике межзвездной среды и газопылевых туманностей, проблемам звездообразования, физике Солнца. Разрабатывал магнитогидродинамические модели различных активных образований на Солнце. Рассмотрел механизм нагрева хромосферы активных областей при распространении ансамбля магнитогидродинамических волн, развил представления о плазменной турбулентности в токовом слое вспышек, что позволило приблизиться к пониманию механизма ускорения частиц при вспышках. Изучал также радиоизлучение Солнца, природу протуберанцев, спикул, структуру хромосферы. Разработал теорию ударных волн применительно к космической плазме. Объяснил сложную волокнистую структуру оболочек остатков сверхновых, построил количественную теорию свечения волокон на основе представлений о пересечении фронтов ударных волн с высвечиванием в неоднородной среде. Разработал метод оценки магнитного поля и энергии частиц в радиоисточниках – остатках сверхновых. Объяснил вековое ускорение волокон Крабовидной туманности давлением релятивистских частиц и магнитного поля. Выполнил исследования кинематических и физических свойств межзвездного газа, в частности его нагрева и ионизации. Показал, что неотъемлемым свойством межзвездного газа является двухфазное состояние (разреженная горячая и плотная холодная фазы), и тем самым объяснил образование в межзвездной среде облаков. Учитывая влияние магнитного поля на движение нейтрального межзвездного газа, рассмотрел процесс образования массивных газовых комплексов вблизи плоскости Галактики и показал возможность гравитационной конденсации газа в звезды внутри этих комплексов. Выдвинул концепцию галактического гало, образуемого релятивистскими частицами и межзвездными магнитными полями. Эта концепция сыг-

Пикельнер Соломон Борисович
06.02.1921–19.11.1975
"Астрономы"
http://www.astronet.ru/db/msg/1220093

рала значительную роль в теории происхождения космических лучей. Изучил процесс прохождения газа через спиральные рукава галактик, сопровождающийся сильным сжатием газа и превращением части его в звезды. Автор монографий "Физика межзвездной среды" (1959), "Межзвездная среда" (совместно с С. А. Капланом, 1963), "Основы космической электродинамики" (1966), "Физика плазмы солнечной атмосферы" (совместно с Капланом и В. Н. Цытовичем, 1977), "Физика межзвездной среды" (совместно с Капланом, 1979).

В течение 15 лет был ответственным секретарем "Астрономического журнала".

Президент Комиссии N 34 "Межзвездное вещество и планетарные туманности" Международного астрономического союза (1964-1967).

Слово о Пикельнере

В последние дни у меня все время в ушах звенят щемящие душу строчки Маяковского: "...Время потому, что острая тоска стала ясною, осознанною болью..." Так писал поэт, когда пришло время сказать о смерти великого человека.

Мы потеряли самого лучшего астронома страны. Острая тоска еще не прошла, и до конца моих дней я буду жить с "ясною осознанною болью" об этой невозвратной потере. Это был удивительный человек. На его похоронах вспоминалась книга моего однофамильца и дальнего родственника "Гамбургский счет", написанная Виктором Борисовичем лет 50 тому назад. Там рассказывалось, что до революции, когда не было ни телевидения, ни хоккея, ни многих других "достижений" нашего беспокойного "Ха-Ха" века, народ с ума сходил на "мировых чемпионатах" французской борьбы. Увлекались этим и Блок, и Куприн, и гимназисты. Повсюду – в Одессе, Екатеринославе, Самаре – одним словом, везде – устраивались в цирках чемпионаты мира. Все это было чистейшей воды показухой. Заранее все было расписано, что сегодня Лурих на 6-й минуте туширует "ужасного африканского борца Бамбулу", а послезавтра все будет наоборот. Это было только коммерческим зрелищем. Но раз в году все эти чемпионы собирались в Гамбурге, в одной таверне, хозяином которой был старый борец. И там они боролись по-настоящему, без публики и прессы. И у них между собой всегда был свой "гамбургский счет" побед и поражений. И лучший определялся только гамбургским счетом, в который были посвящены немногие.

Так вот, как профессионал-астрофизик, могу заверить молодое поколение астрономов, что профессор Московского университета Соломон Борисович Пикельнер по гамбургскому счету был лучшим астрономом страны. Никто так не видел суть космических процессов, никто так не чувствовал простое в сложном. Никто не обладал такой "сверхсветовой" реакцией восприятия нового. Никто так требовательно, вдумчиво и, главное, ответственно не относился к делу, которому посвящена жизнь. Он до самых глубин постигал сложнейшие, фундаментальной важности проблемы, и все-таки многократно возвращался к ним опять, чтобы увидеть уже увиденное под каким-то новым углом зрения. Я не знал другого человека, у которого было бы такое пространственное воображение. Он мыслил всегда в трех измерениях, а ведь подавляющее большинство теоретиков в лучшем случае видят мир спроектированным на плоскость листа бумаги, на котором они производят свои вычисления.

Вечным памятником ему будет созданная им картина всего грандиозного многообразия явлений, связанных с солнечной активностью. Межзвездная

среда из скучной, статической, далекой от реальности конструкции стала живой, неоднородной и непрерывно меняющейся, как бы дышащей.

Он был великий труженик. Это в сочетании с таким талантом и реактивной быстротой соображения! Понятие праздности ему было чуждо.

Он непрерывно был в действии – как машина. Свое бесценное время он делил на две неравные части – большая часть – это беспредельная и постоянная помощь людям – далеким и близким. Меньшая часть (но в абсолютной мере – это было много) шла на науку, на творчество.

Его практически все (но были важные исключения!) любили. Любили и эксплуатировали. Но он не представлял себе другой жизни. Знаю, что не ко всем людям он относился одинаково. Никто, однако, этого не замечал, потому что у него была огромная выдержка. При всей мягкости и безотказной готовности всем помогать, он был человеком абсолютной целеустремленности и – когда дело касалось основ нашей науки и вопросов этики – высокой принципиальности.

Он был до анекдотичного скромен. Скромность его была органической – таким был Шайн, оказавший сильное влияние на формирование характера молодого Соломона Борисовича. В этом отношении они оба походили на Чехова, не выносившего, как известно, ничего громкого, трескучего и показного.

Такого человека, являвшегося украшением нашей науки, пять раз проваливали на выборах в Академию Наук. Это, конечно, не первый случай в истории означенного почтенного учреждения. Что такое "гамбургский счет" – массе академиков не известно. Но какое это имеет значение – "при всем, при том"...

Больше мы никогда не увидим его высокой, неслышно скользящей фигуры, его застенчивой улыбки, его смолоду поседевших волос. Больше не у кого спросить то, чего сам не понимаешь. Больше нет уверенности, что Соломон Борисович – уж он-то разберется! Мы думали, что это будет вечно. Но беспощадная и слепая смерть поставила точку. Наша скорбь безмерна.

И.С.Шкловский
Из книги "Вселенная. Жизнь. Разум".

Учитель

Прежде всего я хотел бы выразить благодарность редколлегии сборника за право написать здесь эти несколько страниц о Соломоне Борисовиче. Где-то я читал, что кого-то из великих (кажется И.А.Бунина) спросили, как он относится к Пушкину. Он ответил: "Кто я такой чтобы как-то к нему относиться". Унижение паче гордости! Но, мне кажется, что именно таково отношение нашего поколения к С.Б. Он был велик – но не нуждался в атрибутах своего величия, он был очень скромен – но уже через несколько минут Вы ощущали, что разговариваете с особым человеком.

Мое первое знакомство с С.Б. произошло во второй половине 50-х годов. Я был тогда студентом 3 курса. Бушующее, необыкновенное время. Разрядка и оттепель. XX съезд. Дух Кемп-Девида. Хрущев разговаривает на "ты" с Эйзенхауером. "Называйте меня Айком", – говорит американский президент. Студенты бушуют на физфаке. Одна за другой появляются книги, публикация которых еще вчера была невозможна. Первый спутник, первый пассажирский реактивный самолет. Доклад Курчатова в Англии. Первая атомная электростанция. Первый атом-

ный ледокол. Фестиваль молодежи и студентов в Москве. Кремль открыт для своболного посещения! Реабилитации жертв репрессий. Туманные напдежды...

А мы все молоды. Молоды до умопомрачения. Кажется все в твоих силах. Вишни цветут круглый год. Первая влюбленность. И девушки все кругом красавицы, в крайнем случае очень симпатичные. Дым туристичесих костров, гитары, стихи, романтика Кустанайских степей.

И как символ этого прекрасного времени в ГАИШе появляется Пикельнер. Его слава и привлекательность, казалось, опередили его. Неслыханный случай: на его первую спецкурсовскую лекцию пришло столько народу, что ГАИШевский зал был переполнен. Пришли не только астрономы, а и студенты математики, механики, физики. Ошеломляющее впечатление простоты и глубины. Некоторые слушатели, которые ждали увидеть исписанную дифференциальными уравнениями доску, высказали мне даже некоторое разочарование.

Почти одновременно с Соломоном Борисовичем в ГАИШе появились такие светила как Я.Б.Зельдович, В.Л.Гинзбург, резко усилилась активность И.С.Шкловского и А.Л.Зельманова. И рядом с ними, не уступая им в научном потенциале, но в чем то отличным был С.Б. Уже через несколько месяцев бесшабашная студенческая вольница знала: Соломон Борисович не такой как все, он особый. Мы чувствовали то, что позднее гениально выразил Шкловский в своем "Слове о Пикельнере": это Святой.

Прошло несколько лет. Мне выпало счастье быть аспирантом Соломона Борисовича. Работа содержала и экспериментальные, и теоретические аспекты, многие из которых были достаточно далеки от непосредственных интересов С.Б. И тогда я оценил необыкновенную физическую интуицию Учителя. Летом я приезжал к нему на дачу из подмосковного Троицка. Мы сидели на травке, беседовали о жизни, обедали, шутили и немного говорили о моих результатах. Когда я уезжал от него, я вдруг спохватывался, что мы ведь так ни о чем существенном и не поговорили. Но тут же я соображал, что все проблемы, с которыми я ехал к нему, либо решены, либо оказались совсем несущественными.

А еще через несколько лет я понял, как он может разрубать гордиевы узлы. Мы вместе с ним и М.А.Лившицем работали над проблемой магнитного поля над солнечным пятном. В то время существовало противоречие между оценками магнитного поля по наблюдениям радиоисточников (до 2000 Гс) и принятой тогда высотой основания короны – не менее 10 тысяч километров над уровнем фотосферы. И то, и другое, казалось, было установлено весьма надежно и опиралось непоредственно на эксперимент.

Мы практически ежедневно собирались на квартире С.Б. и обсуждали ситуацию. Казалось, что можно построить такую хитрую конфигурацию магнитного поля, которая даст низкий градиент магнитного поля, и поле на высоте 10 тысяч километров сохранит свое почти фотосферное значение. Сейчас ясно, что это совершенно невозможно, но тогда это было ясно, кажется, только С.Б. Во всяком случае несколько дней мы с М.А. азартно изобретали разнообразные фантастические модели. С.Б. скептически наблюдал за нами и помалкивал. Наконец он сказал фразу, которую я потом много раз вспоминал: "Экспериментатор может хоть сто раз доказывать мне, что дважды два – двадцать пять, я ему все равно не поверю. Рано или поздно появится эксперимент,

который покажет. что дважды два, все-таки четыре". И он предложил простейшее решение: над пятном корона начинается на гораздо меньших высотах. Уже через несколько минут стало ясно, что это все решает. Немедленно нашлись экспериментальные подтверждения, которые мы до этого как-то упускали из виду, и нам уже стало казаться, что мы это решение знали давно.

В последующие годы мы встречались гораздо реже. С.Б. много работал над книгой, затем много сил отдавал работе в Астрономическом Журнале. Его интересы ушли от физики Солнца. Но он периодически возвращался к нашей тематике, и каждая его работа становилась событием. Стиль был все тот же, четкое ясное изложение, без излишеств, подробностей, максимум внимания основной идее, почти без математики.

Последняя наша встреча оказалась в неожиданном месте, в Варшаве. Там проходила национальная школа молодежи по солнечно-земной физике, и нас пригласили прочитать курс лекций. Лекции С.Б. были просто блистательны. Один из организаторов сказал: "Теперь, когда власти спросят, зачем нам эти школы, я могу ответить – хотя бы для того, чтобы иногда услышать С.Б.". Мы жили вместе со слушателями в старинном замке. Обстановка была самая неформальная. Мы вместе встречались за едой, вечером происходили восхитительные польские праздники, шутки, карнавалы, какие-то полудетские хороводы. Я вдруг с изумлением увидел совершенно другого С.Б. Он с удовольствием участвовал во всех этих развлечениях и, когда нас повезли на редкую для нас тогда в середине 70-х дискотеку, с визгом, шумом, диск-жокеями, табачным дымом в полутьме, он совершенно не стушевался и целый вечер с видимым удовольствием танцевал. От него исходил какой-то наивный дух чистоты и детскости. И это вместе с тем, что все осознавали его уровень большого ученого и лектора, создавал ему какой-то необыкновенный имидж. У меня сложилось впечатление, что слушательницы (а среди них было несколько настоящих польских красавиц) просто по-женски обожали его. А когда он вынужден был уехать на несколько дней раньше других, девушки ходили целый день какие-то потухшие.

Кажется меньше чем через год его не стало. Как не сказать, – безвременно. И потом много раз мне еще приходилось думать: "Вот если бы был жив С.Б."

В.Н.Обридко

Памяти Владимира Владимировича Михальчука

16 августа 2020 ушел из жизни Владимир Владимирович Михальчук – одессит, физик, астроном, преподаватель...

Володя родился в Одессе, в городе, визитной карточкой которого могут быть море, небо и талантливые люди. Владимир был талантлив, а море и звездное небо были его жизнью. Владимир поступил на физический факультет Одесского государственного университета имени И.И.Мечникова в 1975 году. Тогда университет назывался государственным, и, как тогда шутили студенты, ни малый государственный университет МГУ, ни большой государственный университет БГУ не могли сравниться с нашим огромным государственным университетом. Конец 80-х прошлого века был золотым временем физфака, и студент Михальчук стал очень хорошим физиком, как, впрочем, и большинство его однокурсников. Уже в студенческие годы у Володи проявлялся стойкий интерес к астрономии. Но астрономы в те времена с первых дней занимались по отдельному учебному плану, и Володя прошел специализацию на кафедре физической электроники.

Выпускники физфака тех времен работают по всем миру. Главное умение – решать нестандартные задачи – Володя освоил в полной мере. Это позволило ему после окончания университета успешно работать экспертом Одесской научно-исследовательской лаборатории судебных экспертиз министерства юстиции УССР. Затем была аспирантура на кафедре физики и химии Одесского высшего инженерного морского училища, успешная защита в 1989 году кандидатской диссертации и преподавательская работа. Преподавателя Владимира Владимировича Михальчука уважали и ценили и коллеги, и студенты. Он всегда был готов помочь коллегам в работе. О его знании предмета и всегдашней доброжелательности знают все, кто у него учился.

Преподавал Владимир Владимирович Михальчук не только на кафедре физики и химии ОВИМУ, но и на кафедре гидрографии и морской геодезии. Для этого потребовалось получить еще одно высшее образование, уже в Одесской государственной морской академии, в которую было преобразовано ОВИМУ. Владимир Владимирович, уже имея диплом кандидата физико-математических наук, стал вновь студентом, и защитил диплом на кафедре судовождения на морских и внутренних водных путях. В этой специальности ему очень помогла любовь к астрономии: знание систем небесных координат и умение ориентироваться по звездам. Педантичность в работе с цифрами, которой Михальчук отличался всегда, здесь была очень полезна.

Несмотря на тяжелую болезнь, Владимир Владимирович плодотворно занимался научной работой и принимал участие в научных конференциях. Кроме исследований по тематике его основной кафедры, Владимир Владимирович написал большое количество востребованных и активно цитируемых работ по астрономии, большей частью связанных с высокоточными вычислениями. Одновременно он готовил базовые разделы Одесского астрономического календаря: обзор по основным явлениям и событиям календарного года, физические эфемериды Солнца и Луны, а также проводил расчеты обстоятельств солнечных и лунных затмений. Для Календаря 2021 года он эту работу сделать успел.

Редколлегия и коллектив авторов ОАК, коллеги и однокурсники Владимира Михальчука с глубокой печалью говорят "Светлая память".

PS. Для уточнения обстоятельств жизни Володи мне пришлось встречаться и с его коллегами, и с нашими однокурсниками. Я очень благодарна всем, кто поделился воспоминаниями. Я не могу привести здесь все слова сожаления, сказанные в адрес нашего рано ушедшего коллеги, но два слова "светлая память" наиболее точно передают наши чувства.

Е. Панько

НАЗВАНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ СОЗВЕЗДИЙ И НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

СОЗВЕЗДИЯ

Для удобства ориентировки среди множества звезд небо разделено на участки разной формы, называемые созвездиями (всего их 88). В каждом созвездии наиболее яркие звезды образуют характерные фигуры, которые легко найти на небе. Созвездиям присвоены свои собственные названия, которые даны ниже в таблице в русском и сокращенном латинском вариантах. В скобках дано положение созвездия: с – северная, э – экваториальная, ю – южная части небесной сферы.

Андромеда	And	(с)
Близнецы	Gem	(с)
Большая Медведица	UMa	(с)
Большой Пес	CMa	(ю)
Весы	Lib	(ю)
Водолей	Aqr	(э)
Возничий	Aur	(с)
Волк	Lup	(ю)
Волопас	Boo	(с)
Волосы Вероники	Com	(с)
Ворон	Crv	(ю)
Геркулес	Her	(с)
Гидра	Hya	(э)
Голубь	Col	(ю)
Гончие Псы	CVn	(с)
Дева	Vir	(э)
Дельфин	Del	(с)
Дракон	Dra	(с)
Единорог	Mon	(э)
Жертвенник	Ara	(ю)
Живописец	Pic	(ю)
Жираф	Cam	(с)
Журавль	Gru	(ю)
Заяц	Lep	(ю)
Змееносец	Oph	(э)
Змея	Ser	(э)
Золотая Рыба	Dor	(ю)
Индеец	Ind	(ю)
Кассиопея	Cas	(с)
Киль	Car	(ю)
Кит	Cet	(э)
Козерог	Cap	(ю)
Компас	Pyx	(ю)
Корма	Pup	(ю)
Крест	Cru	(ю)
Лебедь	Cyg	(с)
Лев	Leo	(с)
Летучая Рыба	Vol	(ю)
Лира	Lyr	(с)
Лисичка	Vul	(с)
Малая Медведица	UMi	(с)
Малый Конь	Equ	(с)
Малый Лев	LMi	(с)
Малый Пес	CMi	(с)
Микроскоп	Mic	(ю)
Муха	Mus	(ю)
Насос	Ant	(ю)
Наугольник	Nor	(ю)
Овен	Ari	(с)
Октант	Oct	(ю)
Орел	Aql	(э)
Орион	Ori	(э)
Павлин	Pav	(ю)
Паруса	Vel	(ю)
Пегас	Peg	(с)
Персей	Per	(с)
Печь	For	(ю)
Райская Птица	Aps	(ю)
Рак	Cnc	(с)
Резец	Cae	(ю)
Рыбы	Psc	(э)
Рысь	Lyn	(с)
Северная Корона	CrB	(с)
Секстант	Sex	(э)
Сетка	Ret	(ю)
Скорпион	Sco	(ю)
Скульптор	Scl	(ю)
Столовая Гора	Men	(ю)
Стрела	Sge	(с)
Стрелец	Sgr	(ю)
Телескоп	Tel	(ю)
Телец	Tau	(с)
Треугольник	Tri	(с)
Тукан	Tuc	(ю)
Феникс	Phe	(ю)
Хамелеон	Cha	(ю)
Центавр	Cen	(ю)
Цефей	Cep	(с)
Циркуль	Cir	(ю)
Часы	Hor	(ю)
Чаша	Crt	(ю)
Щит	Sct	(э)
Эридан	Eri	(ю)
Южная Гидра	Hyi	(ю)
Южная Корона	CrA	(ю)
Южная Рыба	PsA	(ю)
Южный Треугольник	TrA	(ю)
Ящерица	Lac	(с)

Созвездия Зодиака

Зодиаком или зодиакальным кругом называют 12 созвездий, расположенных на небе вдоль эклиптики, то есть, того большого круга небесной сферы, вдоль которого перемещается Солнце при своем видимом годовом движении. На его пути лежит и созвездие Змееносца, которое к созвездиям Зодиака не относят.

Зодиакальные созвездия обозначаются особыми знаками.

Зодиакальные созвездия и их обозначения

Русск. назв.	Обознач.	Лат. назв.	Сокр. напис.	Русск. назв.	Обознач.	Лат. назв.	Сокр. напис.
Овен	♈	Aries	Ari	Весы	♎	Libra	Lib
Телец	♉	Taurus	Tau	Скорпион	♏	Scorpius	Sco
Близнецы	♊	Gemini	Gem	Стрелец	♐	Sagittarius	Sgr
Рак	♋	Cancer	Cnc	Козерог	♑	Capricornus	Cap
Лев	♌	Leo	Leo	Водолей	♒	Aquarius	Aqr
Дева	♍	Virgo	Vir	Рыбы	♓	Pisces	Psc

Некоторые астрономические обозначения

Для обозначения ярких звезд используются греческие буквы или цифры в сочетании с названием созвездия. Многие яркие звезды имеют собственные имена.

Солнце	☉	Сатурн	♄
Земля	⊕	Уран	♅
Луна	☽	Нептун	♆
Меркурий	☿	Плутон	♇ (♀)
Венера	♀	Комета	☄
Марс	♂	Звезда	✦
Юпитер	♃	Астероид №15	⑮

Греческий алфавит

альфа	A α	йота	I ι	ро	P ρ
бета	B β	каппа	K κ	сигма	Σ σ
гамма	Γ γ	лямбда	Λ λ	тау	T τ
дельта	Δ δ	мю	M μ	ипсилон	Y υ
эпсилон	E ε	ню	N ν	фи	Φ φ
дзета	Z ζ	кси	Ξ ξ	хи	X χ
эта	H η	омикрон	O ο	пси	Ψ ψ
тэта	Θ θ	пи	Π π	омега	Ω ω

ИСЧИСЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ И ЮЛИАНСКИХ ДАТ

Время (χρόνος), по древнегреческой мифологии, связано с воцарением на горе Олимп титана Кроноса (Хроноса), сменившего на троне богов своего отца Урана – первого из древнегреческих богов и властителя «безграничного и вечного неба». Тогда, якобы, в жизни людей появилось время и необходимость его отсчета. Все последующие события истории связаны временными интервалами и временной последовательностью. При этом время стали измерять годами, которые складываются в десятки, сотни, тысячи лет и более.

Для повседневной жизни главным мерилом времени является год, который делится на месяцы и сутки, а последние – на часы, минуты и секунды. Продолжительность года определяется по времени, затраченному Землей на полное прохождение своей орбиты вокруг Солнца. Момент окончания одного оборота Земли вокруг Солнца может быть отмечен по приходу Солнца в ту же точку среди звезд на небе, либо по приходу Солнца в точку весеннего равноденствия – одну из двух точек пересечения небесного экватора и эклиптики, вдоль которой движется Солнце.

Промежуток времени в первом случае называется *звездным годом* и имеет продолжительность в 365 суток 6 часов 9 минут и 10 секунд (365.25636 суток). Во втором случае год называется *настоящим*, либо *тропическим, годом* и составляет 365 суток 5 часов 48 минут 46 секунд (365.2422 суток). Видно, что звездный год длиннее тропического на 20 минут 24 секунды (0.0142 суток). Различие длительности этих годов вызвано эффектами прецессии, из-за которой точка весеннего равноденствия передвигается навстречу Солнцу на 50.243" в год.

Точки весеннего (обозначается ♈) и осеннего (♎) равноденствий Солнце проходит обычно 21 марта и 23 сентября, но из-за прецессии, а также из-за вставки каждые 4 года 29 февраля, эти даты могут слегка меняться из года в год. Эти даты и определяют астрономические начала весны и осени (для северного полушария Земли). При прохождении этих точек склонение Солнца $\delta=0$. А начало тропического года наступает тогда, когда прямое восхождение Солнца равно α=18ч40м и в 2020 году соответствует дате 0 января 2020 года в 23ч02м по всемирному времени.

Максимальное отклонение эклиптики, по которой движется Солнце, от экватора составляет +23°26.2' в день летнего солнцестояния, обычно 22 июня, и равно -23°26.2' в день зимнего солнцестояния, обычно 22 декабря. Солнце в эти дни как бы не меняет своей высоты («стоит») в течение нескольких дней над или под экватором, что и дало возможность назвать эти положения «солнцестоянием» светила. Эти же даты определяют начало астрономических лета (22 июня) и зимы (22 декабря).

Кроме этого, орбита нашей Земли эллиптическая, и поэтому относительное движение Солнца неравномерно в течение года. Так, на прохождение от точки весеннего до точки осеннего равноденствия Солнце тратит 186 дней, а от точки осеннего до точки весеннего равноденствия – 179 дней. Быстрее всего Солнце перемещается по эклиптике в начале января, когда оно ближе всего к Земле (скорость перемещения 61 минута дуги в сутки), а медленнее всего в начале июля со скоростью перемещения в 57 минут дуги в сутки.

Годичное изменение склонения Солнца определяется положением оси вращения Земли относительно плоскости эклиптики (угол между ними составляет 66°33.8'), и это приводит к смене сезонов года и высоте Солнца над горизонтом, различной для разных географических широт. Но этот угол временный, так как наклон оси вращения Земли очень медленно, с периодом около 40 тысяч лет, изменяется от 65° до 68°. То есть, на малых интервалах времени это незаметно, но при палеонтологических исследованиях должно быть учтено.

Определение времени является одной из основных задач астрономии и решается с использованием видимого суточного движения Солнца и звезд. С этим связано наличие двух систем счета времени: солнечного (T) и звездного (S) времени. В повседневной жизни мы используем “среднее” солнечное время: зимой – поясное $T_п$, летом – летнее $T_л$. Понятие “среднее время” предполагает, что Солнце якобы движется равномерно по небосводу. Тогда не надо учитывать все неравномерности в движении Солнца.

Для связи времени в разных странах в одну систему земная поверхность разбита на 24 часовых пояса (от 0-го до 23-го), протяженностью каждый в 15^0 по долготе, что соответствует 1 часу времени. Время “нулевого” часового пояса со средним меридианом, проходящим через Гринвичскую обсерваторию в Англии, называется всемирным временем T_0. Ввиду того, что Киев и Москва находятся во 2-м и 3-м часовых поясах, киевское время зимой $T_п = T_0 + 2$, а летом $T_л = T_0 + 3$, московское время не меняется зимой и летом $T_п = T_0 + 3$ (в часах).

В астрономии время определяется часовыми углами Солнца (солнечное) и точки весеннего равноденствия (звездное). Часовой угол Солнца – это угловое расстояние Солнца от меридиана места определения времени. Эта величина называется истинным солнечным временем $T_и$ и равна нулю в момент верхней кульминации Солнца, то есть в полдень. Истинное солнечное время меняется неравномерно и его заменяют понятием среднего солнечного времени $T_{ср} = T_и + \eta$, где поправка η называется уравнением времени.

Среднее время, дающее начало суток в полдень, неудобно и его увеличивают на 12 часов, что дает так называемое местное время $T_м = T_{ср} + 12$. А местное время $T_м$, определяемое для центрального меридиана часового пояса, называется поясным $T_п$. **В нашем календаре (ОАК) все события мы даем в киевском времени, кроме отдельно оговоренных случаев**.

Звездное время (S) используется для решения астрономических и навигационных задач. Местное звездное время $S_м$ определяется отдельно для каждого места наблюдения. Гринвичское звездное время S_0 определяется для гринвичского меридиана в ноль часов всемирного времени $T_0 = 0$. Связь же местного звездного времени $S_м$ со всемирным T_0 определяется формулой:

$$S_м = S_0 + 1.00274\ T_0 + \lambda,$$

где λ – географическая долгота места наблюдений, выраженная в часовой мере.

Знание широт и долгот любых других городов страны позволяет провести перерасчет времени наблюдения астрономических событий на другие места наблюдений. Как это делается, описано в разделе календаря на страницах 245-248. Там же даны географические долготы и широты городов Украины и Молдовы, необходимые для расчета местного звездного времени. Как пример, для Одессы географическая долгота в градусной и часовой мере равна $\lambda = 30^0 45'$ в.д.= +2 часа 03 минуты = +2.05 часа. Целая часть числа (2 часа) указывает на то, что Одесса находится во втором часовом поясе, опережая его время на дробную часть (на 3 минуты времени).

В астрономии принято также определять время в юлианских датах (J.D.), которые определяют непрерывность дат и времен в последовательности от принятого нуль-пункта 1 января 4713 года до н.э. по юлианскому календарю. В этой системе дата определяется целым числом, а время – его дробной частью, представляющей доли суток, отсчитываемые от полудня предыдущего дня. Ниже в таблице указаны номера дней в юлианских датах и описан метод их вычисления с приведением примера для даты 6 февраля 2021 года.

Юлианские даты (J.D.-2400000) на нулевое число каждого года

Годы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1900	15020	15385	15750	16115	16480	16846	17211	17576	17941	18307
1910	18672	19037	19402	19768	20133	20498	20863	21229	21594	21959
1920	22324	22690	23055	23420	23785	24151	24516	24881	25246	25612
1930	25977	26342	26707	27073	27438	27803	28168	28534	28899	29264
1940	29629	29995	30360	30725	31090	31456	31821	32186	32551	32917
1950	33282	33647	34012	34378	34743	35108	35473	35839	36204	36569
1960	36934	37300	37665	38030	38395	38761	39126	39491	39856	40222
1970	40587	40952	41317	41683	42048	42413	42778	43144	43509	43874
1980	44239	44605	44970	45335	45700	46066	46431	46796	47161	47527
1990	47892	48257	48622	48988	49353	49718	50083	50449	50814	51179
2000	51544	51910	52275	52640	53005	53371	53736	54101	54466	54832
2010	55197	55562	55927	56293	56658	57023	57388	57754	58119	58484
2020	58849	59215	59580	59945	60310	60676	61041	61406	61771	62137
2030	62502	62867	63232	63598	63963	64328	64693	65059	65424	65789
2040	66154	66520	66885	67250	67615	67981	68346	68711	69076	69442
2050	69807	70172	70537	70903	71268	71633	71998	72364	72729	73094

Количество дней между 0 числом года и каждого месяца

	янв.	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.
обычн.	0	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334
висок.	0	31	60	91	121	152	182	213	244	274	305	335

Как пример, вычислим в юлианских датах время наблюдения небесного объекта, выполненное 6 февраля 2021 года в 20 часов 30 минут 24 секунды киевского времени. Напомним, что это обычный год, и время – не летнее, а зимнее. Получим ряд чисел:

$$J.D.2400000+59215+31+6=2459252,$$

где 2400000 берем из заглавия таблицы 1, 59215 – нулевая дата 2021 года, 31 – нулевой день февраля месяца, 6 – дата наблюдения в феврале. Остается только перевести часы, минуты и секунды в доли суток и добавить их как дробную часть к полученному числу.

Вспомним, что время наблюдения мы зафиксировали по киевскому времени, но в юлианской дате оно идет по всемирному времени. Поэтому вычитаем из него номер пояса (2 часа) и переводим его в счет юлианских дат, где начало суток происходит в полдень, то есть, вычитаем 12 часов. Итак, имеем время 20 часов 30 минут 24 секунды минус 2 часа минус 12 часов равняется 6 часов 30 минут 24 секунды. Переводим часы, минуты и секунды в доли суток и получаем число 0.2711. В итоге юлианская дата наблюдения равна 2459252.2711. Проверить вычисления можно, сравнив полученное число с данными таблицы на с. 18, где во второй колонке приводятся юлианские даты на ноль часов всемирного времени, к которым надо прибавить 0.5 для счета от 12^h. Пользуясь этой таблицей, можно контролировать свои вычисления юлианских дат наблюдений 2021 года.

РАСЧЕТ ЭФЕМЕРИД ДЛЯ ДРУГИХ МЕСТ

Для пункта с географической широтой φ и географической долготой λ моменты T по киевскому времени восхода и захода Солнца, Луны и планет, а также начала и конца сумерек вычисляются по формуле:

$$T = t + \chi_\varphi + \chi_\lambda,$$

где t – табличный момент восхода ($t = t_в$) или захода ($t = t_з$) для Одессы, χ_φ – поправка за географическую широту и χ_λ – поправка за географическую долготу данного пункта.

В момент верхней кульминации $\chi_\varphi = 0$, и поэтому

$$T = t_к + \chi_\lambda.$$

Для восходов и заходов Солнца, Луны и планет в Украине поправка χ_φ может быть найдена из следующей таблицы:

Таблица 1

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов восхода и захода Солнца, Луны и планет

	Географическая широта φ										
A_0 °	44° м	45° м	46° м	47° м	48° м	49° м	50° м	51° м	52° м	53° м	A_0 °
40	-16.1	-9.9	-3.4	+3.5	+10.9	+18.8	+27.4	+36.7	+47.0	+58.6	140
45	-13.6	-8.4	-2.9	+2.9	+9.1	+15.6	+22.6	+30.1	+38.1	+46.9	135
50	-11.5	-7.0	-2.4	+2.5	+7.6	+13.0	+18.7	+24.8	+31.3	+38.3	130
55	-9.6	-5.9	-2.0	+2.1	+6.3	+10.8	+15.5	+20.5	+25.7	+31.3	125
60	-7.9	-4.9	-1.7	+1.7	+5.2	+8.8	+12.7	+16.7	+21.0	+25.5	120
65	-6.4	-3.9	-1.3	+1.4	+4.2	+7.1	+10.2	+13.4	+16.8	+20.4	115
70	-5.0	-3.1	-1.0	+1.1	+3.3	+5.5	+7.9	+10.4	+13.1	+15.8	110
75	-3.7	-2.3	-0.8	+0.8	+2.4	+4.1	+5.8	+7.7	+9.6	+11.6	105
80	-2.4	-1.5	-0.5	+0.5	+1.6	+2.7	+3.8	+5.0	+6.3	+7.6	100
85	-1.2	-0.7	-0.3	+0.3	+0.8	+1.3	+1.9	+2.5	+3.1	+3.8	95
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90

Здесь A_0 – азимут точки восхода или захода для Одессы (в качестве A_0 берется значение A из таблиц, содержащих эфемериды Солнца, Луны и планет). Поправка χ_φ имеет знак, указанный в таблице, для восхода при $A_0<90^o$ и для захода при $A_0>90^o$. Поправка χ_φ меняет знак на противоположный для восхода при $A_0>90^o$ и для захода при $A_0<90^o$.

Для моментов начала и конца гражданских, навигационных и астрономических сумерек в Украине поправка χ_φ может быть найдена из таблиц:

Таблица 2

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов начала и окончания гражданских сумерек

A_0 °	Географическая широта φ									
	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°
	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м
55	+7.3	+4.4	+1.5	-1.5	-4.7	-8.1	-11.6	-15.2	-19.1	-23.2
60	+5.9	+3.6	+1.2	-1.2	-3.8	-6.5	-9.3	-12.3	-15.3	-18.6
65	+4.6	+2.8	+0.9	-1.0	-3.0	-5.0	-7.2	-9.5	-11.9	-14.4
70	+3.3	+2.0	+0.7	-0.7	-2.1	-3.6	-5.2	-6.9	-8.6	-10.4
75	+2.1	+1.3	+0.4	-0.4	-1.4	-2.3	-3.3	-4.3	-5.4	-6.5
80	+0.9	+0.5	+0.2	-0.2	-0.6	-1.0	-1.4	-1.8	-2.3	-2.8
85	-0.3	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	+0.4	+0.5	+0.7	+0.8	+1.0
90	-1.5	-0.9	-0.3	+0.3	+1.0	+1.7	+2.4	+3.2	+4.0	+4.8
95	-2.8	-1.7	-0.6	+0.6	+1.8	+3.1	+4.4	+5.8	+7.2	+8.7
100	-4.1	-2.5	-0.9	+0.9	+2.7	+4.5	+6.5	+8.5	+10.7	+12.9
105	-5.5	-3.4	-1.1	+1.2	+3.6	+6.1	+8.7	+11.5	+14.4	+17.4
110	-7.0	-4.3	-1.5	+1.5	+4.6	+7.8	+11.2	+14.7	+18.5	+22.4
115	-8.7	-5.3	-1.8	+1.9	+5.7	+9.7	+14.0	+18.5	+23.2	+28.2
120	-10.6	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.8	+28.8	+35.1
125	-12.9	-7.9	-2.7	+2.8	+8.6	+14.7	+21.3	+28.3	+35.8	+44.0

Таблица 3

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов начала и окончания навигационных сумерек

A_0 °	Географическая широта φ									
	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°
	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м
55	+5.4	+3.3	+1.1	-1.1	-3.5	-5.9	-8.5	-11.2	-14.0	-16.9
60	+4.1	+2.5	+0.9	-0.9	-2.7	-4.6	-6.5	-8.6	-10.7	-13.0
65	+2.9	+1.8	+0.6	-0.6	-1.9	-3.2	-4.6	-6.1	-7.6	-9.2
70	+1.8	+1.1	+0.4	-0.4	-1.1	-1.9	-2.8	-3.6	-4.5	-5.5
75	+0.6	+0.3	+0.1	-0.1	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.4	-1.7
80	-0.6	-0.4	-0.1	+0.1	+0.4	+0.7	+1.0	+1.3	+1.7	+2.0
85	-1.9	-1.2	-0.4	+0.4	+1.2	+2.1	+3.0	+3.9	+4.9	+5.9
90	-3.2	-1.9	-0.7	+0.7	+2.1	+3.5	+5.0	+6.6	+8.2	+9.9
95	-4.6	-2.8	-0.9	+1.0	+3.0	+5.0	+7.2	+9.4	+11.8	+14.3
100	-6.1	-3.7	-1.3	+1.3	+3.9	+6.7	+9.6	+12.6	+15.8	+19.1
105	-7.7	-4.7	-1.6	+1.6	+5.0	+8.6	+12.3	+16.2	+20.3	+24.7
110	-9.6	-5.9	-2.0	+2.1	+6.3	+10.8	+15.5	+20.5	+25.7	+31.4
115	-11.9	-7.3	-2.5	+2.6	+7.9	+13.5	+19.4	+25.8	+32.6	+39.9
120	-14.7	-9.0	-3.1	+3.2	+9.9	+17.0	+24.7	+32.9	+41.9	+51.9
125	-18.5	-11.4	-3.9	+4.1	+12.7	+22.1	+32.5	+44.0	+57.2	+72.5

Таблица 4

Поправки χ_φ за географическую широту места для моментов начала и окончания астрономических сумерек

	Географическая широта φ									
A_0 °	44° м	45° м	46° м	47° м	48° м	49° м	50° м	51° м	52° м	53° м
55	+3.7	+2.3	+0.8	-0.8	-2.4	-4.1	-5.9	-7.7	-9.7	-11.7
60	+2.6	+1.6	+0.5	-0.5	-1.7	-2.8	-4.1	-5.3	-6.7	-8.0
65	+1.4	+0.9	+0.3	-0.3	-0.9	-1.6	-2.2	-2.9	-3.7	-4.4
70	+0.2	+0.1	+0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
75	-1.0	-0.6	-0.2	+0.2	+0.6	+1.1	+1.5	+2.0	+2.5	+3.0
80	-2.2	-1.4	-0.5	+0.5	+1.4	+2.5	+3.5	+4.6	+5.8	+7.0
85	-3.6	-2.2	-0.7	+0.8	+2.3	+3.9	+5.6	+7.4	+9.3	+11.2
90	-5.0	-3.1	-1.0	+1.1	+3.3	+5.6	+8.0	+10.5	+13.1	+15.8
95	-6.6	-4.1	-1.4	+1.4	+4.3	+7.4	+10.5	+13.9	+17.4	+21.1
100	-8.5	-5.2	-1.8	+1.8	+5.5	+9.5	+13.6	+17.9	+22.5	+27.4
105	-10.7	-6.5	-2.2	+2.3	+7.0	+12.0	+17.3	+22.9	+28.9	+35.2
110	-13.4	-8.2	-2.8	+2.9	+8.9	+15.4	+22.2	+29.6	+37.5	+46.1
115	-17.1	-10.6	-3.6	+3.8	+11.7	+20.2	+29.6	+39.8	+51.3	+64.3
120	-22.9	-14.3	-5.0	+5.2	+16.4	+29.0	+43.6	+61.1	+83.9	+123.6
125	-34.8	-22.3	-8.0	+8.9	+30.3	+63.4	–	–	–	–

Здесь A_0 – азимут точки восхода или захода Солнца для Одессы. Поправка χ_φ имеет знак, указанный в таблицах, для конца вечерних сумерек и меняет знак на противоположный для начала утренних сумерек. Прочерки в таблице поправки для астрономических сумерек означают, что эти сумерки продолжаются всю ночь.

Для второго часового пояса поправка χ_λ может быть найдена из таблицы:

Таблица 5

Поправки χ_λ за географическую долготу места для моментов восхода, захода и кульминации Солнца, Луны и планет, а также начала и окончания сумерек

	Географическая долгота λ									
Δα ч/сут	22° м	24° м	26° м	28° м	30° м	32° м	34° м	36° м	38° м	40° м
-0.1	+34.8	+26.8	+18.9	+10.9	+3.0	-5.0	-12.9	-20.9	-28.8	-36.7
0.0	+34.9	+26.9	+18.9	+11.0	+3.0	-5.0	-13.0	-20.9	-28.9	-36.9
+0.1	+35.1	+27.0	+19.0	+11.0	+3.0	-5.0	-13.0	-21.0	-29.0	-37.1
+0.2	+35.2	+27.2	+19.1	+11.1	+3.0	-5.0	-13.1	-21.1	-29.2	-37.2
+0.3	+35.3	+27.3	+19.2	+11.1	+3.0	-5.0	-13.1	-21.2	-29.3	-37.4
+0.4	+35.5	+27.4	+19.3	+11.2	+3.0	-5.1	-13.2	-21.3	-29.4	-37.5
+0.5	+35.6	+27.5	+19.4	+11.2	+3.1	-5.1	-13.2	-21.4	-29.5	-37.7
+0.6	+35.8	+27.6	+19.4	+11.3	+3.1	-5.1	-13.3	-21.5	-29.7	-37.8
+0.7	+36.0	+27.7	+19.5	+11.3	+3.1	-5.1	-13.4	-21.6	-29.8	-38.0
+0.8	+36.1	+27.9	+19.6	+11.3	+3.1	-5.2	-13.4	-21.7	-29.9	-38.2
+0.9	+36.3	+28.0	+19.7	+11.4	+3.1	-5.2	-13.5	-21.8	-30.0	-38.3
+1.0	+36.4	+28.1	+19.8	+11.4	+3.1	-5.2	-13.5	-21.9	-30.2	-38.5
+1.1	+36.6	+28.2	+19.9	+11.5	+3.1	-5.2	-13.6	-21.9	-30.3	-38.7
+1.2	+36.7	+28.3	+19.9	+11.5	+3.1	-5.2	-13.6	-22.0	-30.4	-38.8

Здесь Δα – изменение прямого восхождения Солнца, Луны или планеты за сутки,

выраженное в часах. Суточное изменение прямого восхождения $\Delta\alpha$ берется из соответствующих эфемерид как разность прямых восхождений между двумя последовательными моментами времени, деленная на интервал времени между ними, выраженный в сутках. Для Солнца и Луны значение $\Delta\alpha$ всегда положительно. Знак величины $\Delta\alpha$ для планет зависит от характера их видимого движения по небесной сфере: положительный при прямом движении планеты и отрицательный при ее попятном движении. При вычислении поправки χ_λ для моментов начала и конца сумерек в таблицу следует подставлять $\Delta\alpha$ для Солнца.

Если пункт находится во втором часовом поясе, то для Солнца и сумерек с точностью, достаточной для любительских наблюдений, вместо использования таблицы поправок χ_λ можно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$, где $\Delta\lambda = \lambda_0 - \lambda$ – разность долгот, выраженная в минутах времени; λ_0 – долгота Одессы. Для Луны и планет, если высокая точность не нужна или разность долгот $\Delta\lambda$ небольшая (менее 10 минут), в пределах второго часового пояса также можно приближенно считать, что $\chi_\lambda = \Delta\lambda$.

Для пункта, расположенного во втором часовом поясе, но за пределами Украины, от киевского времени T следует перейти к гражданскому времени, принятому в этой стране.

Географические координаты и разности долгот $\Delta\lambda$ для центров крупнейших населенных пунктов Украины и Молдовы можно найти из таблицы:

Пункт	φ °	λ °	Δλ м	Пункт	φ °	λ °	Δλ м
Винница	49.2	28.4	+9	Одесса	46.5	30.75	0
Днепр	48.5	35.0	-17	Полтава	49.6	34.6	-15
Донецк	48.0	37.8	-28	Ровно	50.6	26.1	+18
Житомир	50.3	28.7	+8	Севастополь	44.6	33.5	-11
Запорожье	47.8	35.2	-18	Симферополь	45.0	34.1	-13
Ивано-Франковск	48.9	24.7	+24	Сумы	50.9	34.8	-16
Измаил	45.3	28.8	+8	Тернополь	49.6	25.6	+21
Киев	50.5	30.5	+1	Тирасполь	46.8	29.6	+5
Кропивницкий	48.4	32.2	-6	Ужгород	48.6	22.4	+33
Кишинев	47.0	28.8	+8	Харьков	50.0	36.25	-22
Луганск	48.5	39.3	-34	Херсон	46.6	32.6	-7
Луцк	50.8	25.3	+22	Хмельницкий	49.4	27.0	+15
Львов	49.8	24.0	+27	Черкассы	49.5	32.1	-5
Мариуполь	47.1	37.6	-27	Чернигов	51.5	31.3	-2
Николаев	47.0	32.0	-5	Черновцы	48.3	25.9	+19

Для указанных пунктов поправки χ_φ могут быть найдены интерполированием.

В ГОСТЯХ У МУЗЫ УРАНИИ

Вселенная вокруг нас, и ночное небо, и Млечный Путь, и звезды, и Солнце, не оставляют равнодушными ни ученых, ни поэтов, ни всех живущих на Земле. Они вызывают чувства и философские размышления. В этом выпуске предлагаем вашему вниманию поэзию известного астронома, профессора, Беатрис Мюриэль Тинсли, чьи работы сыграли и играют огромную роль в исследовании Галактики и Вселенной, поэтов – начала 20-го века Иннокентия Анненского и конца 20-го Беллы Ахмадулиной, и американской поэтессы Эмили Дикинсон.

Беатрис Тинсли
(1941–1981)

Беатрис Тинсли стояла у истоков химической эволюции галактик. В работе 1980 года "Эволюция звезд и газа в галактиках" ею представлено блестящее обоснование моделирования галактик и великолепные предсказания, которые мы до сих пор обсуждаем, используя данные больших телескопов и быстрых суперкомпьютеров. Еще одна ее работа была признана революционной, в которой она показала, что Вселенная находится в состоянии бесконечного расширения. В 1978 году она стала первой женщиной-профессором астрономии в Йельском университете. Ее блестящая карьера преждевременно прервалась, когда ей было всего 40 лет. Но исследования, так ярко начатые Беатрис Тинсли, продолжают развиваться и сегодня. В этом году ей бы исполнилось 80 лет.

“Let me be like Bach, creating fugues
Till suddenly the pen will move no more.
Let all my themes within – of ancient light
Of origins and change and human worth –
Let all their melodies still intertwine,
Evolve and merge with growing unity,
Ever without fading
Ever without a final chord...
Till suddenly my mind can hear no more.”

Beatrice Tinsley

Позвольте мне быть как Бах, создавая фуги
До тех пор, пока ручка не перестанет двигаться.
Пусть все мои темы внутри – от древнего света
Происхождение и изменения и человеческая ценность –
Пусть все их мелодии все еще переплетаются,
Развиваются и сливаются с возрастающим единством,
Вечно без замирания
Всегда без финального аккорда...
До тех пор, пока мой разум вдруг больше не услышит.

Беатрис Тинсли

(www.nytimes.com/2018/07/18/obituaries/overlooked-beatrice-tinsley-astronomer.html)

Иннокентий Анненский
(1855–1909)

Русский поэт, драматург и переводчик, критик, представитель Серебряного века.

БЕСКОНЕЧНОСТЬ

Девиз Таинственной похож
На опрокинутое 8:
Она – отраднейшая ложь
Из всех, что мы в сознанье носим.

В кругу эмалевых минут
Ее свершаются обеты,
А в сумрак звездами блеснут
Иль ветром полночи пропеты.

Но где светил погасших лик
Остановил для нас теченье,
Там Бесконечность – только миг,
Дробимый молнией мученья.

ДЕКОРАЦИЯ

Это – лунная ночь невозможного сна,
Так уныла, желта и больна
В облаках театральных луна,

Свет полос запыленно-зеленых
На бумажных колеблется кленах.

Это – лунная ночь невозможной мечты...
Но недвижны и странны черты:
– Это маска твоя или ты?

Вот чуть-чуть шевельнулись ресницы...
Дальше... Вырваны дальше страницы.

ТОСКА МИМОЛЕТНОСТИ

Бесследно канул день. Желтея, на балкон
Глядит туманный диск луны, еще бестенной,
И в безнадежности распахнутых окон,
Уже незрячие, тоскливо-белы стены.

Сейчас наступит ночь. Так черны облака...
Мне жаль последнего вечернего мгновенья:
Там все, что прожито,– желанье и тоска,
Там все, что близится,– унылость и забвенье.

Здесь вечер как мечта: и робок и летуч,
Но сердцу, где ни струн, ни слез, ни ароматов,
И где разорвано и слито столько туч...
Он как-то ближе розовых закатов.

НЕБО ЗВЕЗДАМИ В ТУМАНЕ...

Небо звездами в тумане не расцветится,
Робкий вечер их сегодня не зажег...
Только томные по окнам елки светятся,
Да, кружася, заметает нас снежок.

Мех ресниц твоих пушинки закидавшие
Не дают тебе в глаза мои смотреть,
Сами слезы, только сердца не сжигавшие,
Сами звезды, но уставшие гореть...

Это их любви безумною обидою
Против воли твои звезды залиты...
И мучительно снежинкам я завидую,
Потому что ими плачешь ты...

СРЕДИ МИРОВ

Среди миров, в мерцании светил
Одной Звезды я повторяю имя...
Не потому, чтоб я Ее любил,
А потому, что я томлюсь с другими.

И если мне сомненье тяжело,
Я у Нее одной ищу ответа,
Не потому, что от Нее светло,
А потому, что с Ней не надо света.

Эмили Дикинсон
(1830–1886)

Поэтесса, рассматривается современной критикой как одна из величайших американских поэтесс. В 1985 году в её честь был назван кратер Дикинсон на Венере.

318

Я расскажу вам, как восходит солнце.
По временам – лишь полоса
И башня в море аметиста,
Где краски скачут белками на небеса
По головам холмов, поднявших шляпы
Из птичьих стай, – и тихо я себе сказала:
"Должно быть, это солнце показалось!"
Но как оно садится – я не знаю –
Пурпурной лесенкой,
Которой желтые девчонки и мальчишки
Карабкаются весело.
Но лишь той стороны они достигнут,
Как их наставник в сером
Уводит всю гурьбу –
И запирает двери...

Перевод Л. Ситника

764

Предчувствие – это длинная тень на лугу,
Когда солнце сгибает свой путь в дугу,
Говоря перепуганной этим траве,
Что ночь – уже на дворе.

Перевод Л. Ситника

1672

Тихо желтая Звезда
На небо взошла,
Шляпу белую сняла
Светлая Луна,
Вспыхнула у Ночи вмиг
Окон череда –
Отче, и сегодня Ты
Точен, как всегда.

Перевод А. Гаврилова

Белла Ахмадулина
(1937–2010)

Поэтесса, писательница, переводчица, одна из крупнейших русских лирических поэтесс второй половины XX века.

ЛУНАТИКИ

Встает луна, и мстит она за муки
надменной отдаленности своей.
Лунатики протягивают руки
и обреченно следуют за ней.

На крыльях одичалого сознанья,
весомостью дневной утомлены,
летят они, прозрачные созданья,
прислушиваясь к отсветам луны.

Мерцая так же холодно и скупо,
взамен не обещая ничего,
влечет меня далекое искусство
и требует согласья моего.

Смогу ли побороть его мученья
и обаянье всех его примет
и вылепить из лунного свеченья
тяжелый осязаемый предмет?..

Человек в чисто поле выходит,
травку клевер зубами берет.
У него ничего не выходит.
Все выходит наоборот.

И в работе опять не выходит.
и в любви, как всегда, не везет.
Что же он в чисто поле выходит,
травку клевер зубами берет?

Для чего он лицо поднимает,
улыбается, в небо глядит?
Что он видит там, что понимает
и какая в нем дерзость гудит?

Человече, тесно ль тебе в поле?
Погоди, не спеши умереть.
Но опять он до звона, до боли
хочет в белое небо смотреть.

Есть на это разгадка простая.
Нас единой заботой свело.
Человечеству сроду пристало
делать дерзкое дело свое.

В нем согласье беды и таланта
и готовность опять и опять
эти древние муки Тантала
на большие плеча принимать.

В металлическом блеске конструкций,
в устремленном движенье винта
жажда вечная – неба коснуться,
эта тяжкая жажда видна.

Посреди именин, новоселий
нет удачи желанней, чем та
не уставшая от невезений,
воссиявшая правота.

Опять сентябрь, как тьму времен назад,
и к вечеру мужает юный холод.
Я в таинствах подозреваю сад:
все кажется – там кто-то есть и ходит.

Мне не страшней, а только веселей,
что призраком населена округа.
Я в доброте моих осенних дней
ничьи шаги приму за поступь друга.

Мне некого спросить: а не пора ль
списать в тетрадь – с последнею росою
траву и воздух, в зримую спираль
закрученный неистовой осою.

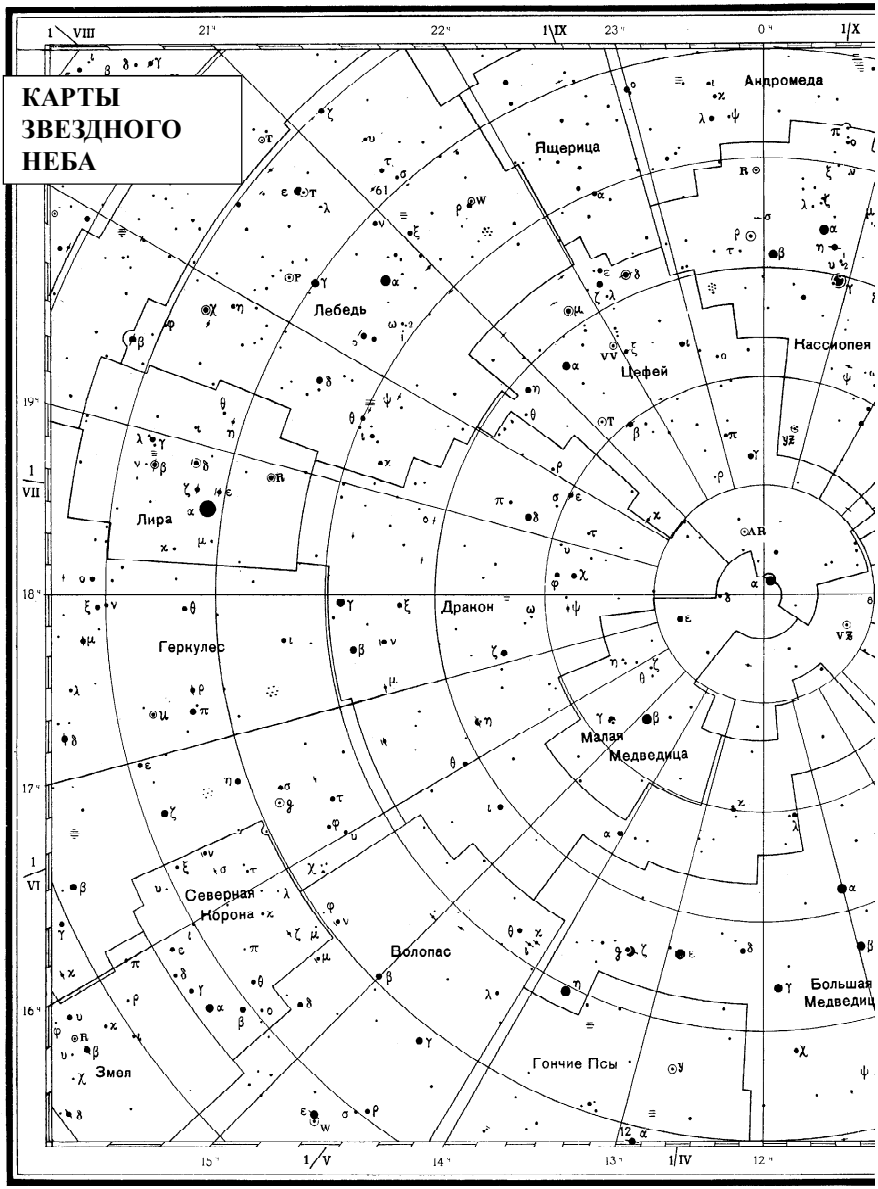
И вот еще: вниманье чьих очей,
воспринятое некогда луною,
проделало обратный путь лучей
и на земле увиделось со мною?

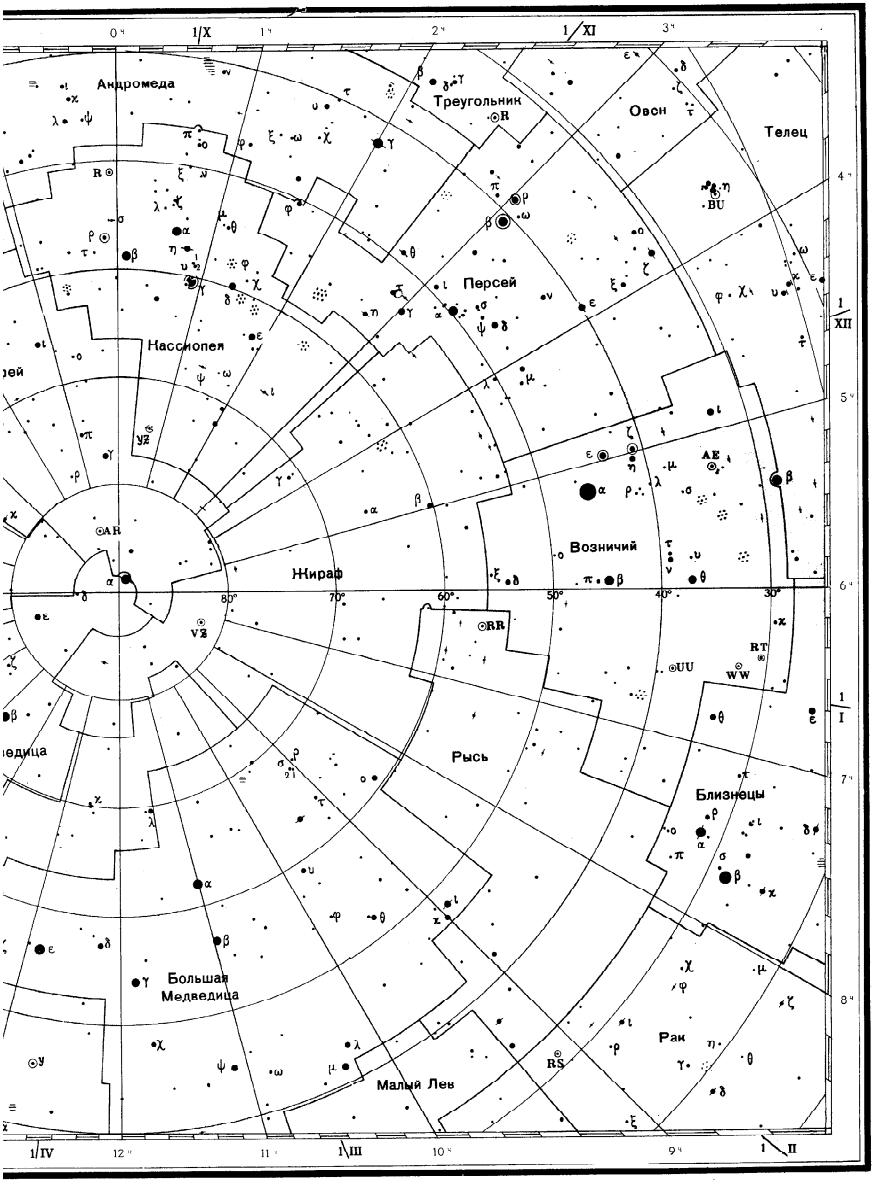
Любой, чье зренье вобрала луна,
свободен с обожаньем иль укором
иных людей, иные времена
оглядывать своим посмертным взором.

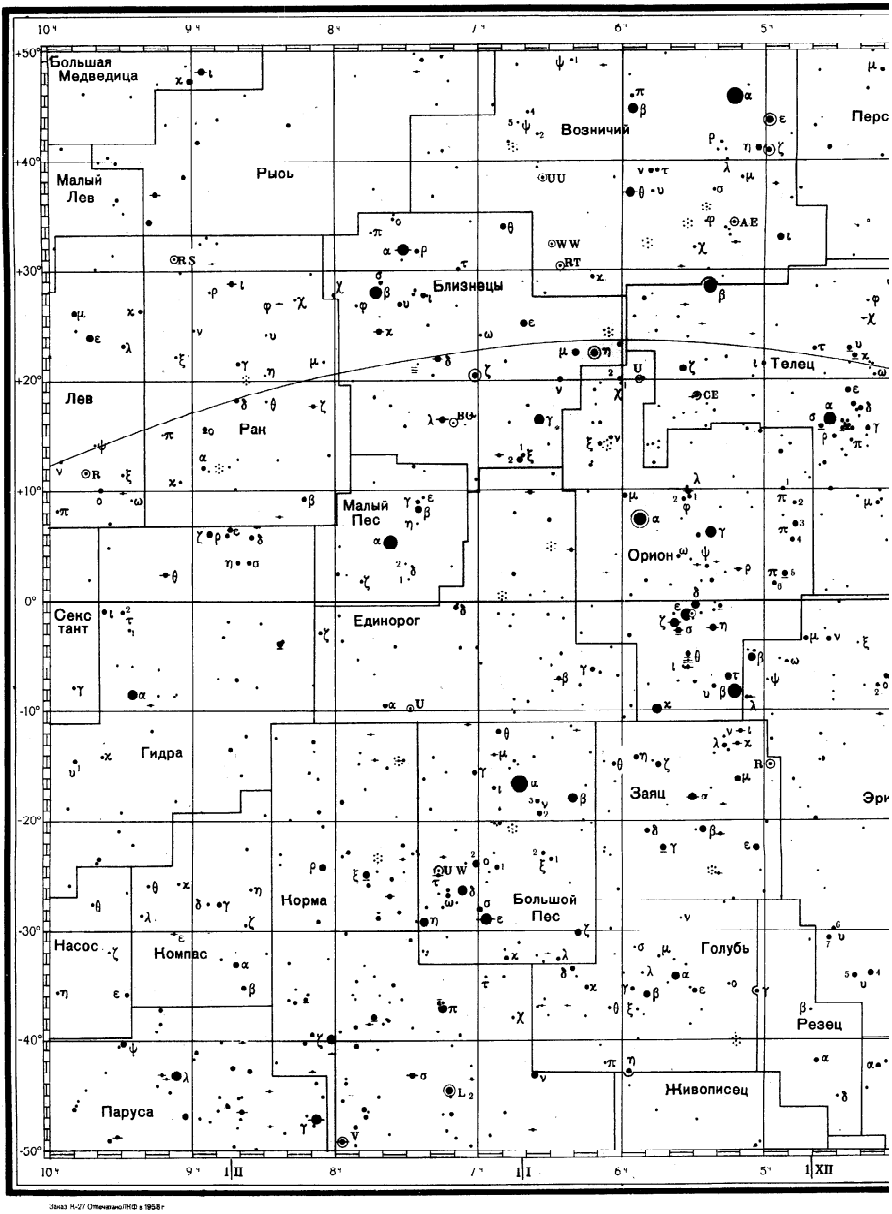
Не потому ль в сиянье и красе
так мучат нас ее пустые камни?
О, знаю я, кто пристальней, чем все,
ее посеребрил двумя зрачками!

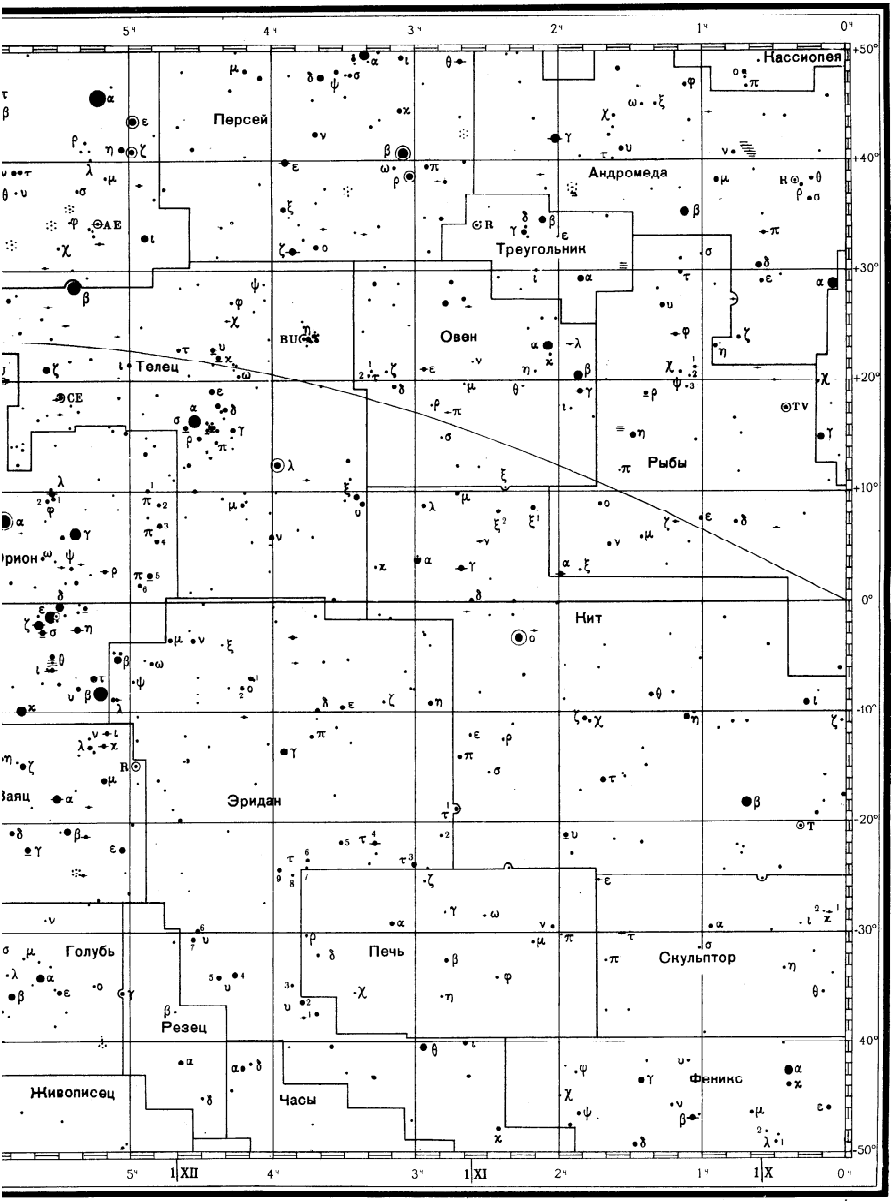
Так я сижу, подслушиваю сад,
для вечности в окне оставив щелку.
И Пушкина неотвратимый взгляд
ночь напролет мне припекает щеку.

КАРТЫ ЗВЕЗДНОГО НЕБА

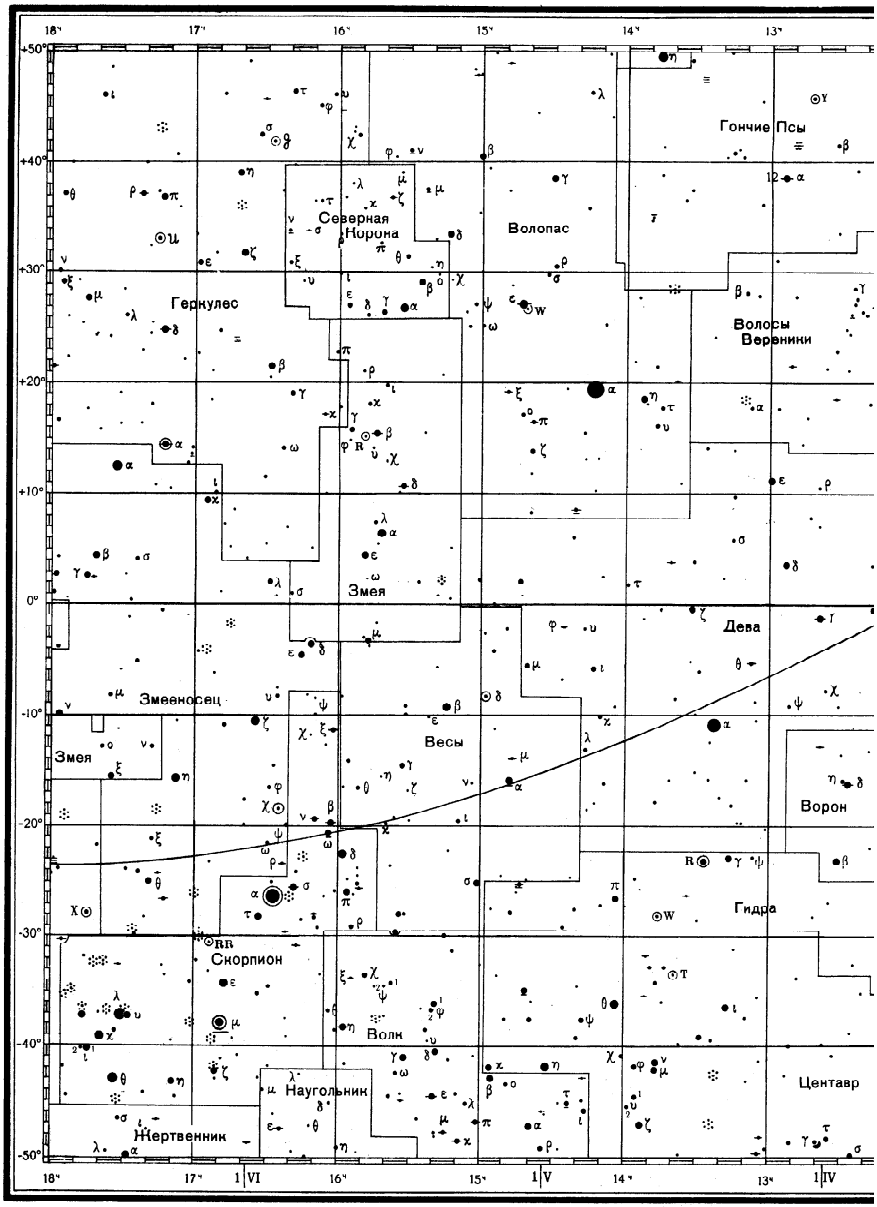


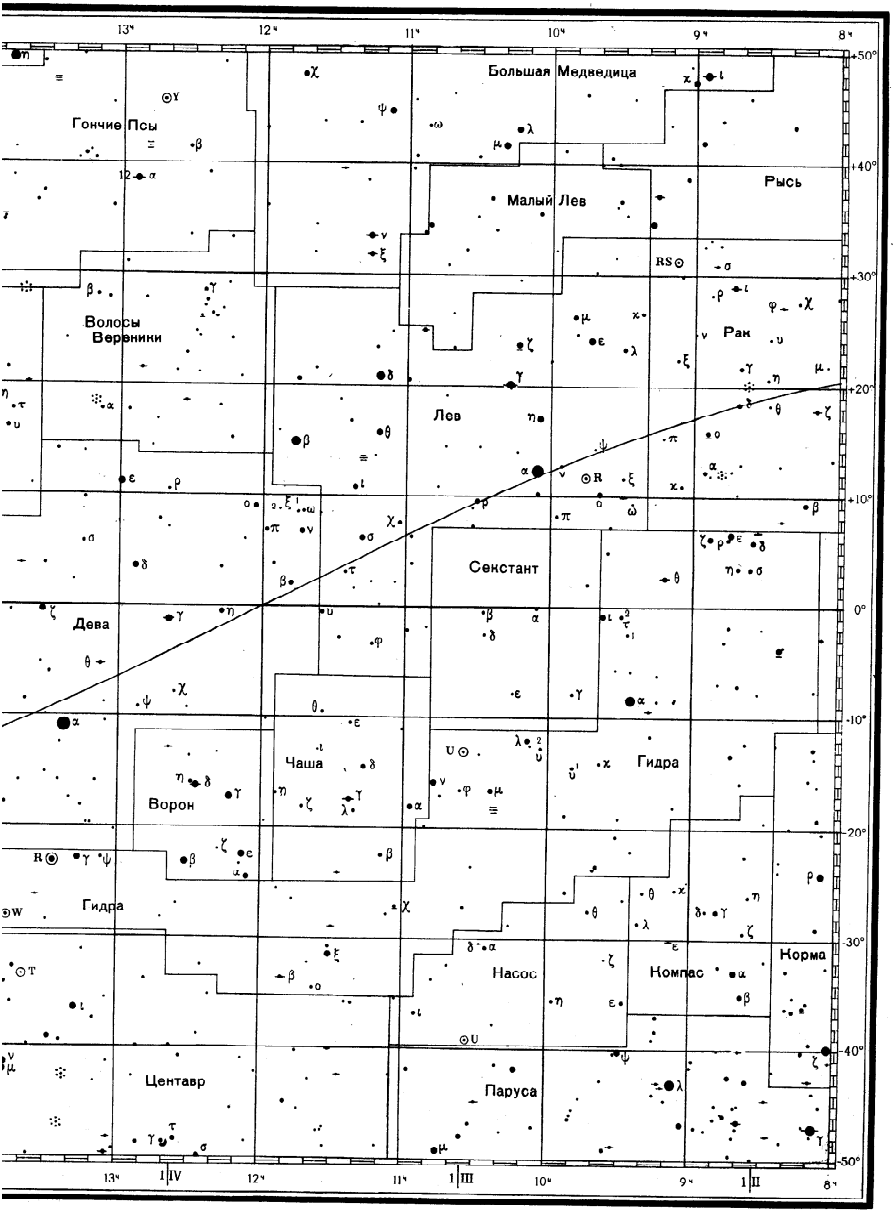

Андромеда
Треугольник
Овен
Телец
Персей
Кассиопея
Возничий
Жираф
Рысь
Близнецы
Большая Медведица
Малый Лев
Рак
0ч
1ч
2ч
3ч
1/X
1/XI
1/XII
1/I
1/II
1/III
1/IV
12ч
11ч
10ч
9ч
8ч
7ч
6ч
5ч
4ч
80°
70°
60°
50°
40°
30°
R
BU
AE
AR
RR
UU
RT
WW
RS
3
4
5
пер.
дв.
бл.
скоп.
тум.


Большая Медведица
Малый Лев
Рысь
Возничий
Персей
Близнецы
Телец
Лев
Рак
Малый Пес
Орион
Секстант
Единорог
Гидра
Заяц
Эридан
Норма
Большой Пес
Насос
Компас
Голубь
Резец
Паруса
Живописец
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
-50°
10ч
9ч
8ч
7ч
6ч
5ч
1 II
1 I
1 XII
Вел. 0 1 2 3 4 5

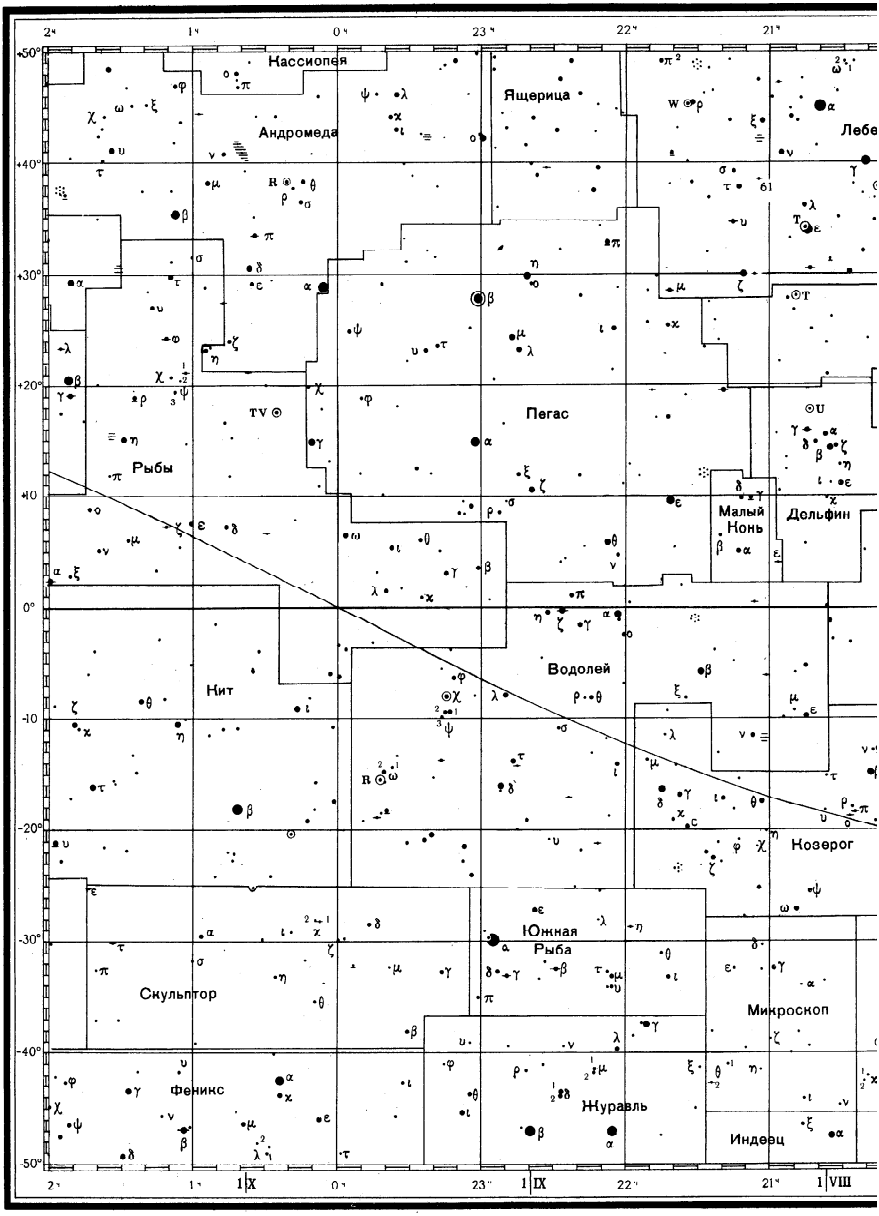


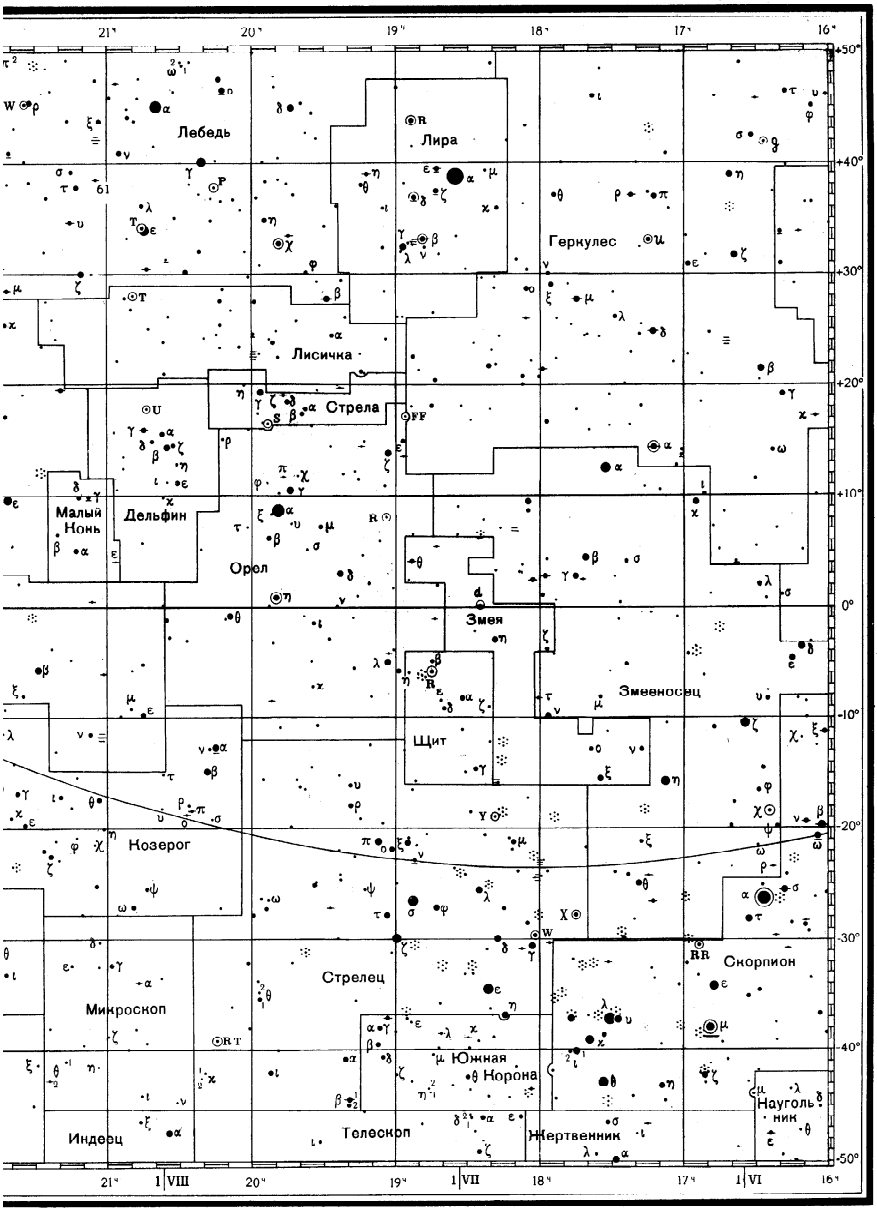
3 4 5 пер. пв. бл. скоп. тум.


Гончие Псы
Северная Корона
Волопас
Геркулес
Волосы Вероники
Змея
Дева
Змееносец
Весы
Ворон
Гидра
Скорпион
Волк
Наугольник
Центавр
Жертвенник
Вел.
0
1
2
3
4



4 5 пер. до. бл. скоп. тум.


Кассиопея
Ящерица
Андромеда
Лебедь
Пегас
Рыбы
Малый Конь
Дельфин
Водолей
Нит
Козерог
Южная Рыба
Скульптор
Микроскоп
Феникс
Журавль
Индеец
+50°
+40°
+30°
+20°
+10°
0°
-10°
-20°
-30°
-40°
-50°
Вел. 0 1 2 3 4



а *з* *пер.* *дв.* *бл.* *скоп.* *тум.*

Одеський астрономічний календар (ОАК-2021) призначений для широкого кола читачів: від школярів до астрономів-професіоналів. Надані в ньому відомості стануть в нагоді також пересічним громадянам, адвокатам, слідчим, яким треба знати час сходу та заходу Сонця, Місяця та початку сутінків, вчителям шкіл різного рівня для викладання астрономії і проведення практичних занять, а також студентам коледжів, вищих навчальних закладів. Багато корисного тут знайдуть аматори астрономії, усі, хто цікавиться проблемами астрономії та використанням астрономічних даних. Астрономи-професіонали можуть застосовувати календар як посібник-довідник. До календаря (ОАК-2021), крім опису основних астрономічних явищ року і таблиць, що визначають положення небесних світил на небі і час спостережень астрономічних явищ, увійшли також науково-популярні нариси з цікавих питань астрономії та ювілейні матеріали. Цей випуск календаря продовжує традицію представлення тематичних нарисів і присвячений досягненням радіоастрономії.

Науково-популярне видання

ОДЕСЬКИЙ АСТРОНОМІЧНИЙ КАЛЕНДАР 2021

Випуск 22

Збірник науково-популярних статей

Російською мовою

Технічний редактор *М. І. Кошкін*
Комп'ютерна верстка *С. Л. Страхова*
Коректори *Т. І. Кабанова, Б. О. Мурніков*

Підписано до друку 12.12.2020.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Друк офсетний.
Ум.-друк. арк. 15,11. Тираж 1000 прим. Зам. № .

Надруковано з готового оригінал-макета
Друкарня .