



## БЛИЦ-ТЕСТ



### IX/X/XI.1

### ЧЕТЫРЕ СЕЗОНА

О.С. Угольников

**?** Перед Вами вид южной части неба вечером вскоре после захода Солнца в Саранске в марте (А), июне (В), сентябре (С) и декабре (D). Линия внизу соответствует горизонту. Поставьте буквы А, В, С и D около соответствующих цифр в таблице на листе ответов.

**!** Задание можно решить, хорошо зная условия видимости определенных участков звездного неба в разные сезоны. Можно обратить внимание на такую особенность. Так как небо показано для раннего вечера, вскоре после захода Солнца, то вследствие существенной разницы долготы дня в Саранске летом и зимой видимая конфигурация созвездий не соответствует смещению ровно на 6 часов по звездному времени, как это было бы вблизи экватора.

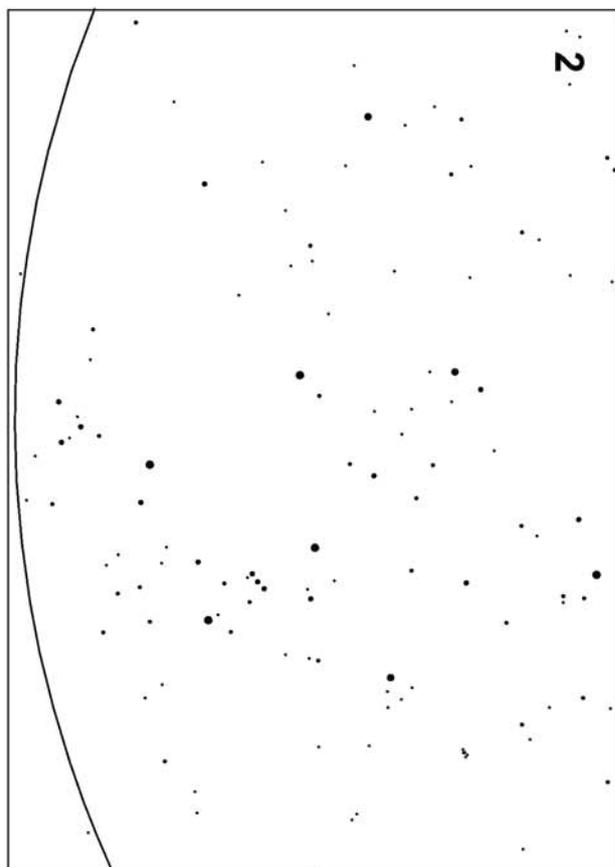
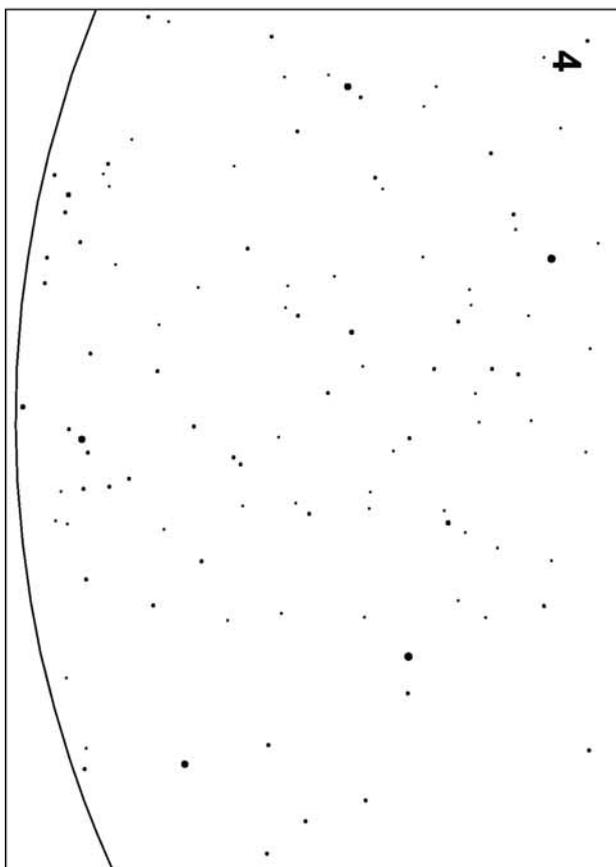
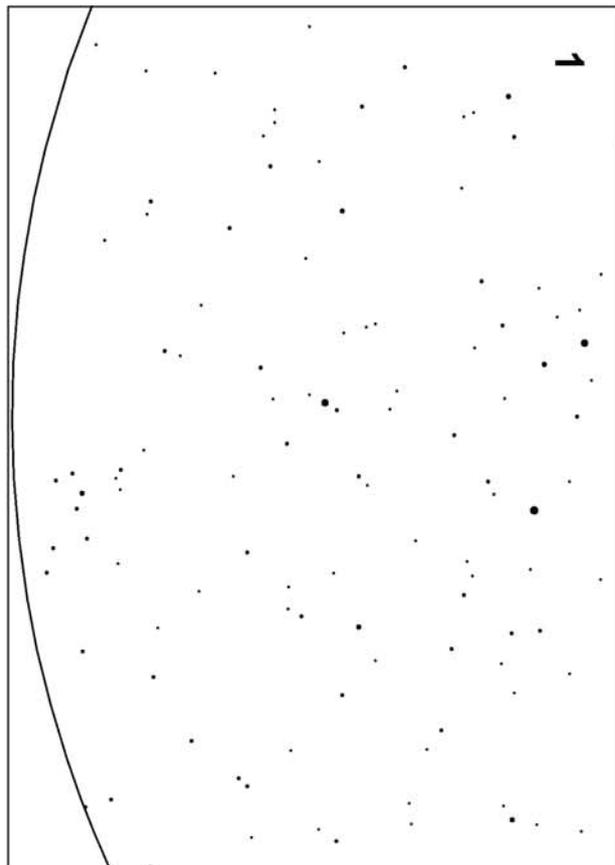
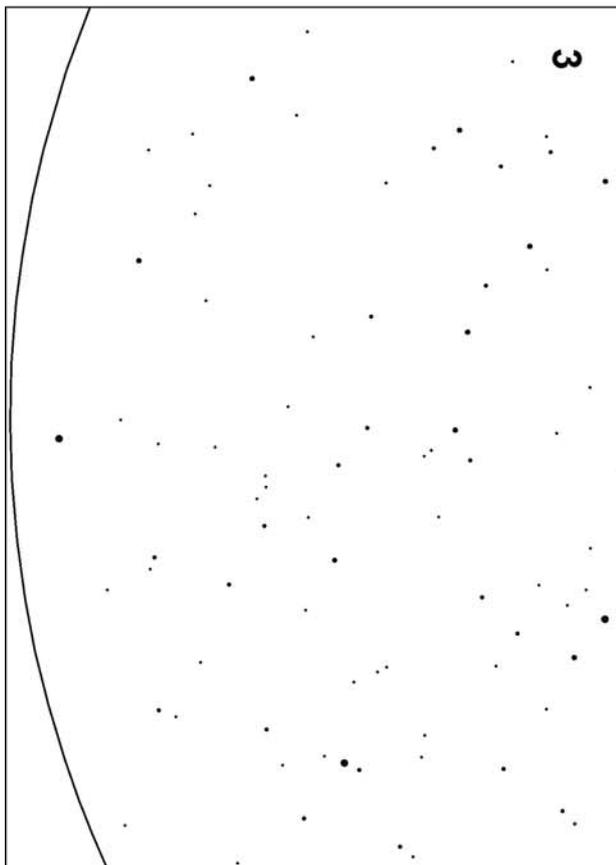
Действительно, июньское изображение соответствует моменту около 22 часов по местному времени, а сентябрьское – гораздо более раннему (примерно 19 часов). Соответствующая разница в звездном времени составит всего около 3 часов, и часть звезд, видимая в левой части рисунка для июня, может быть найдена справа в сентябре. Тот же эффект будет замечен при сравнении рисунков для сентября и декабря, где разница в звездном времени будет также невелика.

С другой стороны, изображение для марта будет полностью отличаться от декабрьского, так как разница в звездном времени составит около 9 часов (из-за более позднего захода Солнца в марте). То же самое относится к сравнению рисунков для марта и июня. В итоге, задание можно решить, даже не зная расположения созвездий на небе в эти сезоны. Для этого нужно найти пары частично перекрывающихся рисунков.

Мы видим, что левая часть рисунка 4 сходится с правой частью рисунка 1 (можно обратить внимание на яркую звезду Альтаир). Левая часть рисунка 1 содержит те же звезды, что и правая часть рисунка 3. Можем сделать вывод, что рисунок 4 соответствует июню, рисунок 1 – сентябрю, рисунок 3 – декабрю. Рисунок 2 не содержит созвездий, видимых на других рисунках, и относится к марту. В итоге, мы имеем ответы:

1	С	3	D
2	A	4	B

# Блиц-тест



## IX.2

## ЗАТМЕНИЕ У ГОРИЗОНТА

О.С. Угольников

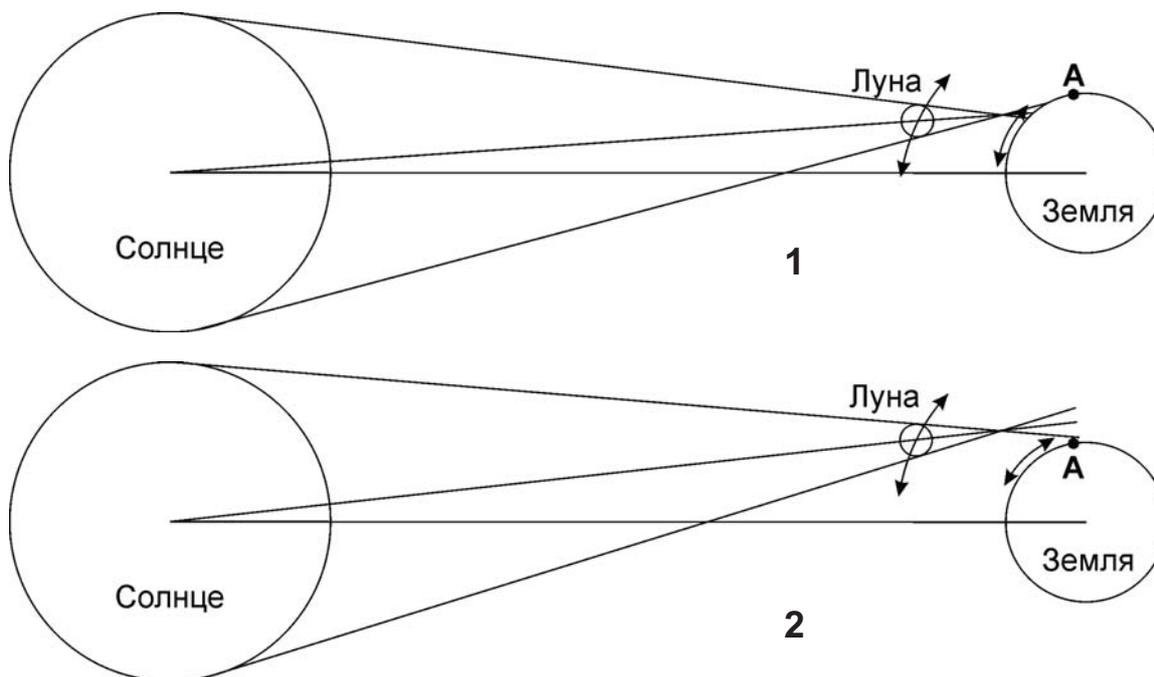
**?** На фотографии (последняя страница обложки, №2) запечатлены три последовательные стадии кольцеобразного солнечного затмения при наблюдении из некоторого пункта Земли. Отметьте галочками на листе ответов, какие из вариантов 1-4 могут иметь место в этот момент.

1	Начало кольцеобразного затмения на Земле, северное полушарие
2	Начало кольцеобразного затмения на Земле, южное полушарие
3	Окончание кольцеобразного затмения на Земле, северное полушарие
4	Окончание кольцеобразного затмения на Земле, южное полушарие

**!** Из рисунка нельзя сделать однозначный вывод, какое из изображений Солнца – верхнее или нижнее – было первым в хронологическом порядке, а какое – последним. Но мы можем ответить, в каком из этих случаев кольцеобразное солнечное затмение происходило в каком-то другом пункте Земли на большей высоте над горизонтом, а в каком случае область видимости кольцеобразной фазы находилась на самом лимбе, входя на Землю или сходя с нее.

Рассмотрим верхнее положение Солнца на фотографии. Луна в это время располагалась ниже Солнца. Изобразим положение Солнца, Луны и Земли в проекции «сбоку», расположив наблюдательный пункт А сверху (рисунок 1). Мы видим, что кольцеобразное затмение наблюдается на Земле существенно выше горизонта, причем все продолжение тени Луны находится на поверхности нашей планеты. Данный момент не может быть началом или окончанием кольцеобразного затмения на Земле.

Рассмотрим теперь момент, соответствующий самому низкому положению Солнца на фото (рисунок 2). Центр Луны располагается чуть выше центра Солнца. Если бы Луна располагалась в точности над Солнцем, то в этот момент кольце-



образное затмение уже не могло бы наблюдаться нигде на Земле. В реальности, оно может еще быть видно чуть левее (в проекции фото) пункта, где сделана фотография, но область видимости уже только касается Земли. То есть, самое нижнее изображение примерно соответствует моменту начала или окончания кольцеобразного затмения на Земле.

Если верхнее положение Солнца было первым по времени, то можно сделать вывод, что Солнце заходит, а фото снято во время окончания кольцеобразного солнечного затмения на Земле. Кроме этого, можно заключить, что дело происходило в северном полушарии, так как Солнце заходит, смещаясь вдоль горизонта вправо. Возможен другой вариант – восход Солнца в южном полушарии Земли, и тогда дело происходило в начале кольцеобразного затмения Солнца на нашей планете. Итак, из всех перечисленных в таблице вариантов могут иметь место 2 и 3.

## X/XI.2

### ЗАТМЕНИЕ У ГОРИЗОНТА

О.С. Угольников

**?** Перед Вами – фото частной фазы солнечного затмения у горизонта (последняя страница обложки, №3 для 10 класса, №4 для 11 класса). Отметьте галочками на листе ответов, какие из вариантов 1-8 могут иметь место в данном пункте этот момент.

1	Утро, Солнце поднялось над горизонтом, вскоре наступит полная фаза затмения.
2	Утро, Солнце поднялось над горизонтом, вскоре наступит кольцеобразная фаза затмения.
3	Утро, Солнце поднялось над горизонтом, полная фаза произошла до его восхода.
4	Утро, Солнце поднялось над горизонтом, кольцеобразная фаза произошла до его восхода.
5	Вечер, Солнце опускается к горизонту, недавно была видна полная фаза затмения.
6	Вечер, Солнце опускается к горизонту, недавно была видна кольцеобразная фаза затмения.
7	Вечер, Солнце опускается к горизонту, полная фаза наступит после его захода.
8	Вечер, Солнце опускается к горизонту, кольцеобразная фаза наступит после его захода.

**!** Внимательно рассмотрев обе фотографии или измерив видимые размеры Солнца и Луны на них, мы можем убедиться, что видимый диаметр Луны меньше видимого диаметра Солнца (на фото №3 это очевидно хотя бы потому, что "рога" серпа Солнца практически смыкаются друг с другом). Поэтому, если в данном пункте и может произойти центральное затмение, то оно будет кольцеобразным. Все варианты в таблице, связанные с полным затмением, нереализуемы в данной ситуации.

Чтобы выбрать возможные варианты наблюдения кольцеобразного затмения, обратим внимание, что центр видимого диска Луны располагается почти точно над центром видимого диска Солнца на фото №3 и под ним на фото №4. Так как суточное перемещение Солнца и Луны на небе происходит с востока на запад, а орбитальное движение Луны – с запада на восток, то видимая угловая скорость движения по небу у Луны меньше, чем у Солнца. Если предположить, что на фото №3 Солнце с Луной только что взошли и поднимаются вверх, то Луна должна подниматься чуть медленней. Значит, вскоре может наступить кольцеобразное затмение Солнца. Соответствующая конфигурация показана на рисунке 2 на стр. 40. Если же на фото запечатлен заход Солнца, то аналогичные рассуждения приводят к тому, что кольцеобразное затмение, если оно возможно, уже произошло (стрелки на рисунке в другую сторону). Итак, для фото №3 (10 класс) возможны варианты 2 и 6.

Конфигурация, соответствующая фото №4, показана на рисунке 1 на стр. 40. Если здесь предположить, что Солнце поднимается над горизонтом, то Луна должна подниматься чуть медленней. Значит, кольцеобразное затмение могло произойти только под горизонтом, до восхода Солнца и Луны, и на небе наблюдаться не может. Если же на фото запечатлен заход Солнца, то аналогичные рассуждения приводят к тому, что кольцеобразное затмение, если оно возможно, наступит позже, после захода Солнца (стрелки на рисунке в другую сторону), и опять же не будет видно. Для фото №4 (11 класс) возможны варианты 4 и 8.

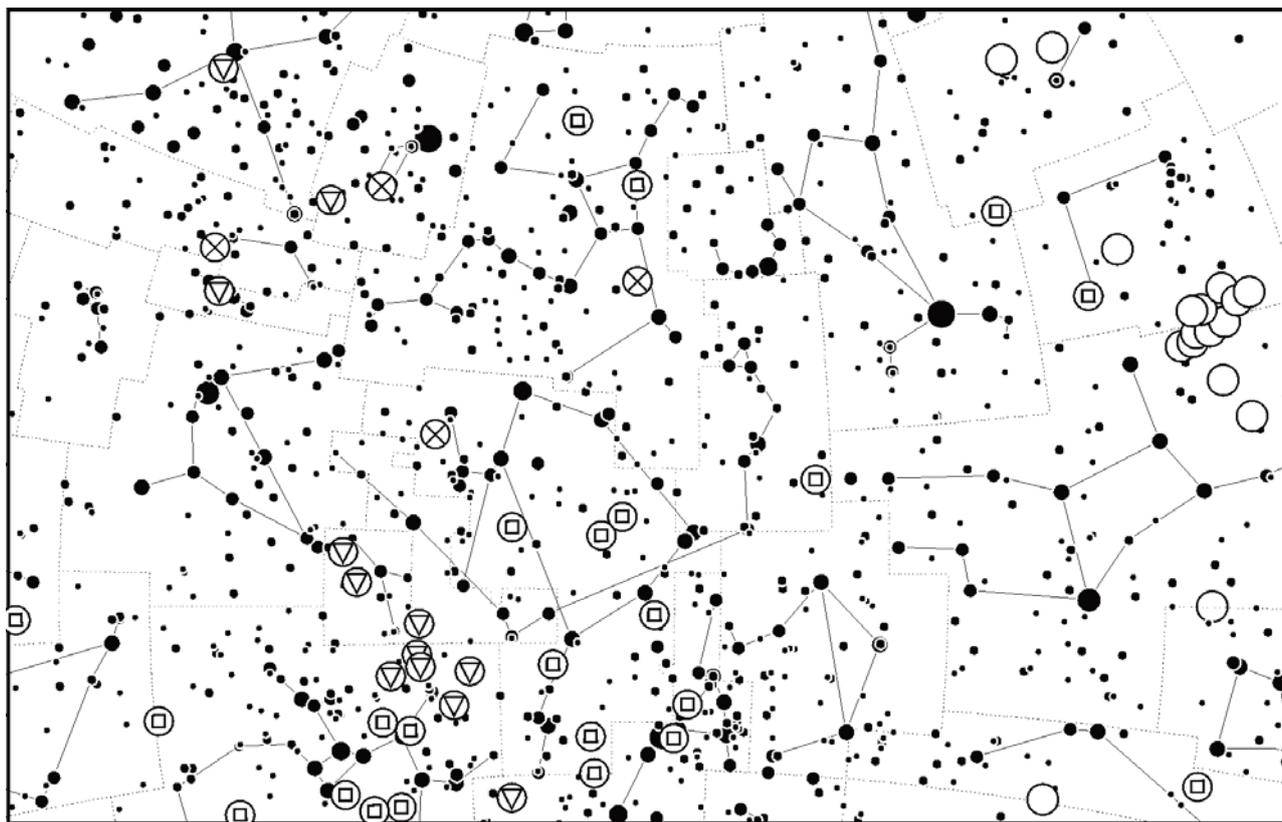
## IX/X/XI.3

### ДИП-СКАЙ-ТУР

О.С. Угольников

**?** На карте участка звездного неба разными символами обозначены небесные объекты определенного класса: **A** – рассеянные звездные скопления, **B** – шаровые звездные скопления, **C** – планетарные туманности, **D** – галактики. Поставьте буквы **A**, **B**, **C** и **D** напротив соответствующих символов в таблице на листе ответов.

**!** Ответ на задание несложно получить, если знать расположение объектов различного типа на небе. К ответу можно прийти и из общих соображений. Через указанный на карте участок неба, сверху вниз в левой части, проходит Млечный Путь – проекция диска Галактики на небесную сферу. В диске расположены молодое звездное население и в частности – рассеянные звездные скопления. Можно сделать вывод, что рассеянные скопления показаны кружками с треугольниками, расположенными в пределах узкой линии точно вдоль Млечного пути. Планетарных туманностей показано мало по сравнению с другими объектами, и их проще узнать по своему самому известному представителю – туманности Кольцо (M57) в созвездии Лиры. Они концентрируются к полосе Млечного Пути, но не так сильно, как рассеянные скопления. Туманности показаны кружками с крестиками. Шаровые скопления расположены в гало Галактики и на небе образуют группу с увеличением плотности к центру Галактики, находящемся внизу карты. Они показаны кружками с квадратами. Далекие галактики избегают



и Млечного Пути, и центра нашей Галактики, так как там они не могут быть видны – их свет поглощается пылью нашей звездной системы. Они видны лишь вдалеке от Млечного пути и показаны пустыми кружками. Итак, ответ выглядит следующим образом:

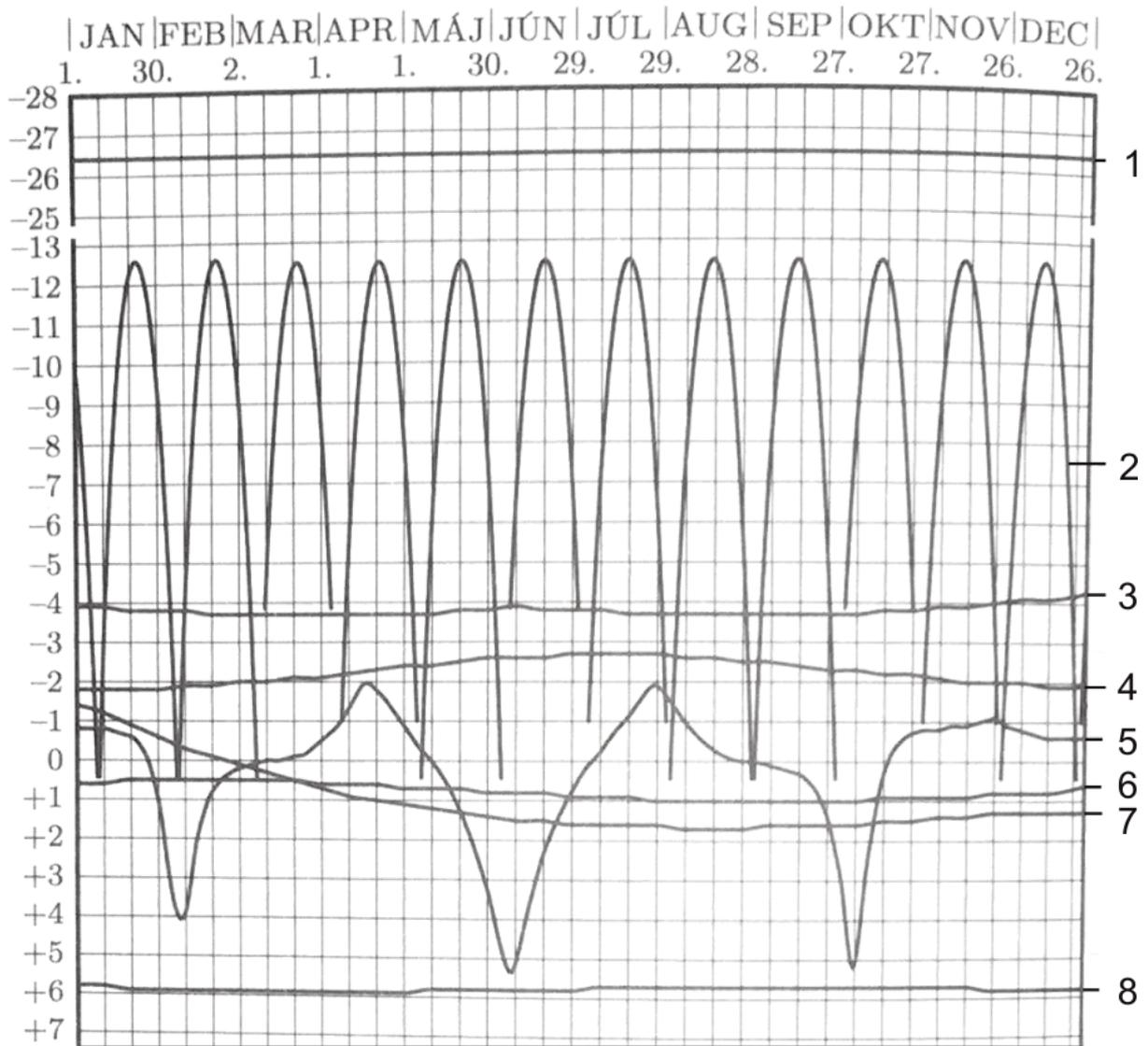
○	D	⊕	B
⊗	C	▽	A

## IX/X.4 ВОСЕМЬ СОСЕДЕЙ

О.С. Угольников

**?** На диаграмме (на обороте) показано изменение видимой звездной величины в течение года (с Земли) восьми объектов Солнечной системы. Напишите в таблице на листе ответов названия всех восьми объектов.

**!** Легче всего на диаграмме отметить кривую блеска, соответствующую Солнцу (1) и Луне (с ежемесячными колебаниями, 2). Также легко распознается кривая блеска Меркурия (5), имеющая колебания с периодом около 1/3 года – синодическим периодом этой планеты. Далее, даже не зная характерного блеска планет, можно найти кривую, соответствующую Марсу (7) – планете с длинным синодическим периодом. На диаграмме уместилась лишь его половина от противостояния до соединения. Венера (3), Юпитер (4) и Сатурн (6) определяются по характерным значениям звездной величины. Наконец, линия (8) соответствует Урану, а не какому-либо другому объекту Солнечной системы (например, яркому



астероиду типа Весты или Цереры), так как в противном случае колебания блеска были бы существенно сильнее. Таблица ответов получается следующей:

1	Солнце	5	Меркурий
2	Луна	6	Сатурн
3	Венера	7	Марс
4	Юпитер	8	Уран

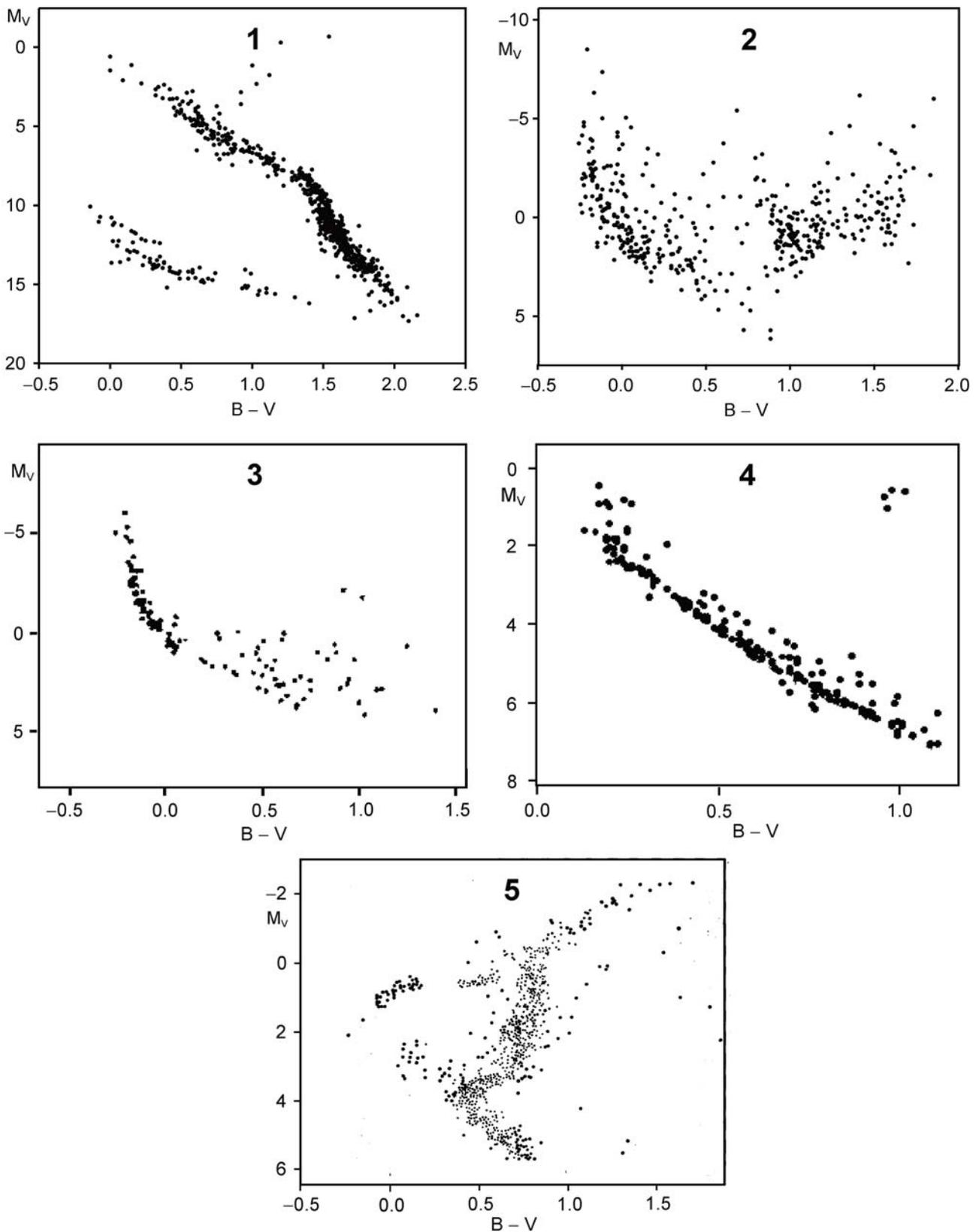
## XI.4

### МНОЖЕСТВА ЗВЕЗД

О.С. Угольников

**?** Перед Вами диаграммы «цвет – абсолютная звездная величина» для звезд рассеянного скопления Ясли (возраст 730 млн лет, А), очень молодого рассеянного скопления NGC 6530 в туманности М8 (В), шарового скопления М3 (С), близких звезд (расстояние от Солнца менее 25 пк, D) и ярчайших звезд неба Земли (видимая звездная величина до 4<sup>m</sup>, E). Расставьте буквы А, В, С, D, E в соответствующих строках таблицы на листе ответов.

## Блиц-тест



! На каждой из диаграмм присутствуют некоторые из популяций звезд общей диаграммы Герцшпрунга-Рессела. Наличие или отсутствие определенных групп звезд определяется их физическим присутствием в данном физическом множестве либо особенностями наблюдений, ограничивающих возможность регистрации разных классов звезд.

На каждой из диаграмм видны звезды той или иной части главной последовательности. На диаграмме 1 присутствует значительная популяция белых карликов, которой нет ни на одной другой диаграмме. Абсолютные звездные величины этих звезд слабее  $+10^m$ , и наблюдать их в таком количестве мы можем только в непосредственной близости от Солнца. Их нет в рассеянных звездных скоплениях, они не могут также попасть в число ярчайших звезд земного неба. Их может быть очень много в шаровом скоплении, но там невозможно проводить их систематическую фотометрию. Итак, диаграмма 1 соответствует ближайшим звездам (D).

Диаграмма 2 в значительной степени представлена красными гигантами – звездами большого возраста. Но столь же много там молодых голубых горячих звезд, составляющих верхнюю часть главной последовательности. Следовательно, звезды этой диаграммы не объединяют определенную возрастную группу и не могут относиться к одному звездному скоплению. Вместе с отсутствием на ней гораздо более распространенных звезд слабее Солнца это указывает, что это диаграмма для самых ярких звезд земного неба (E).

Оставшиеся три диаграммы – 3, 4 и 5 – соответствуют определенным звездным скоплениям и объединяют звезды одинакового возраста. Самое молодое из этих скоплений – NGC 6530 – не содержит красных гигантов, но должно быть представлено, в частности, яркими голубыми гигантами, еще не завершившими свою эволюцию. Это соответствует диаграмме 3, на которой видна верхняя часть главной последовательности и несколько протозвезд, которые только опускаются к ней. Диаграмма 3 соответствует ответу B.

Более возрастное рассеянное скопление Ясли уже не обладает самыми яркими голубыми гигантами, и в нем уже появилась небольшая группа красных гигантов. Следовательно, буква A соответствует диаграмме 4.

Наконец, последняя диаграмма (5) уже не содержит яркой половины главной последовательности, зато имеет мощную ветвь красных гигантов и горизонтальную ветвь. Это диаграмма шарового скопления M3, населенного старыми звездами (C). В итоге, мы имеем ответы:

1	D
2	E
3	B
4	A
5	C

**Всероссийская олимпиада школьников по астрономии. Заключительный этап. Саранск, 2016 г. Условия и решения задач.** Сборник составлен Центральной предметно-методической комиссией по астрономии Всероссийской олимпиады школьников. Авторы: О.С. Угольников, Е.Н. Фадеев, М.И. Волобуева, А.Н. Акинъчиков.