Астротурнир-онлайн - 2020

Задача №6 - "Солнечные часы"

Солнечные часы известны с глубокой древности. Простейшим часам Древнего Египта больше трёх тысяч лет. В средние века изготовление разнообразных солнечных часов было настоящим искусством. А в наше время создание таких часов стало забавой, научным хобби. Солнечные часы становятся элементом городской архитектуры, украшением дачного участка - и продолжают исправно показывать время (если, конечно, правильно их изготовить и установить).

6.1 Узнайте, какие бывают солнечные часы. Выберите подходящий вам вариант.

6.2 Сконструируйте и изготовьте солнечные часы или их действующую модель. Опишите конструктивные особенности часов. Приложите фотографию.

6.3 Убедитесь, что ваши часы правильно показывают время. (А если нет - подумайте, что вы не учли в конструкции или расчётах).

6.4 [для старших участников] Какова точность ваших часов? Зависит ли она от времени года? Возможно, нужны какие-то поправки?

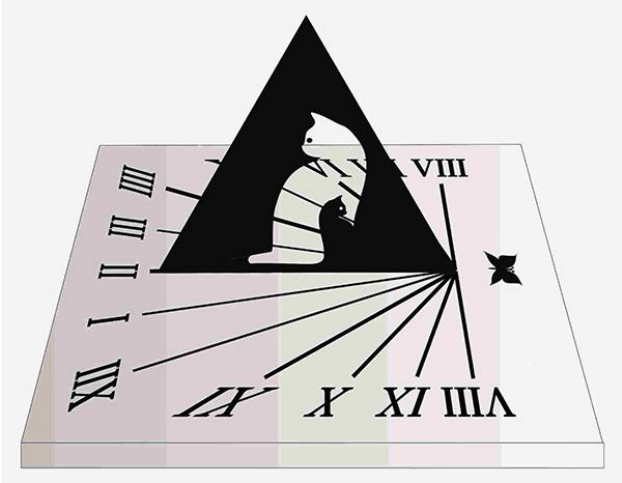
Отчёт *Александры Шатовской, 5 класс*

6.1 Экваториальные солнечные часы. Экваториальными солнечными часами называются те часы, плоскость циферблата которых часов параллельна плоскости небесного экватора, а гномон перпендикулярен циферблату и указывает на полюс мира.

Горизонтальные солнечные часы. Циферблат параллелен плоскости горизонта, а гномон имеет форму треугольника, одна из сторон которого наклонена к циферблату на угол, равный географической широте места нахождения часов.

Вертикальные солнечные часы. Циферблат таких часов размещается в вертикальной плоскости, обычно на стенах зданий, а гномон расположен под углом, параллельно плоскости экватора.

На фото: примеры солнечных часов разных типов.

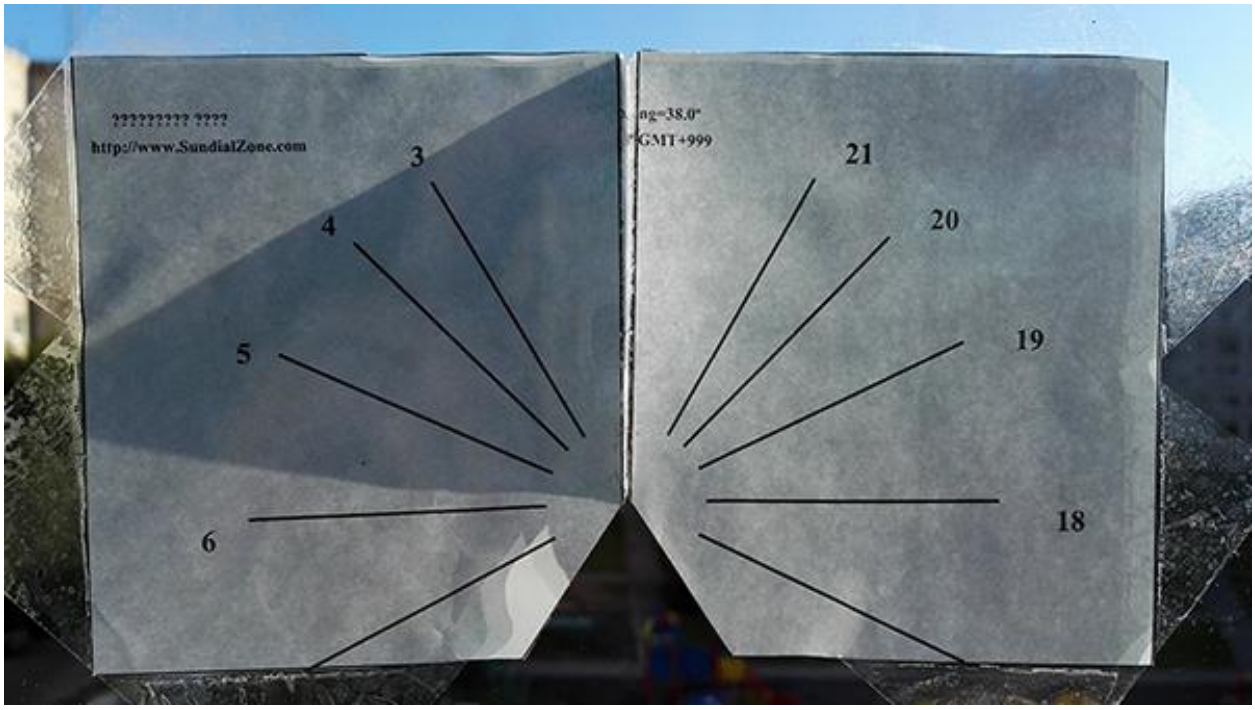


6.2 Поскольку у нас нет дачи, мы построили не настоящие солнечные часы, а модель. Мы выбрали две модели: вертикальную и экваториальную.

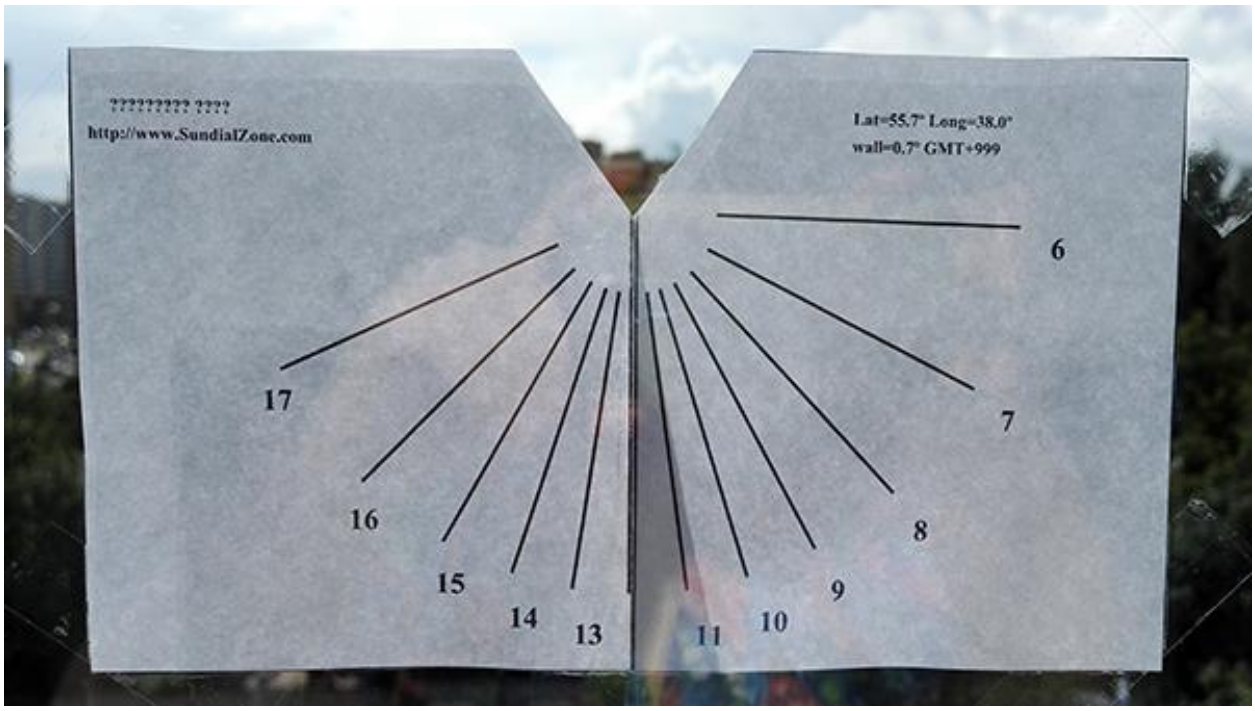
Вертикальную модель мы сделали из бумаги, воспользовавшись сайтом **https://www.sundialzone.com/ru/**

Сайт автоматически рассчитывает и рисует на бумаге развёртку солнечных часов, которые можно разместить на стене или на оконном стекле. Для расчёта нужно указать координаты места и расположение стены или окна (с помощью карты Google) . Наш дом расположен по сторонам горизонта почти точно - окно выходит на север, балкон выходит на юг. Мы изготовили 2 модели часов для оконных стёкол.

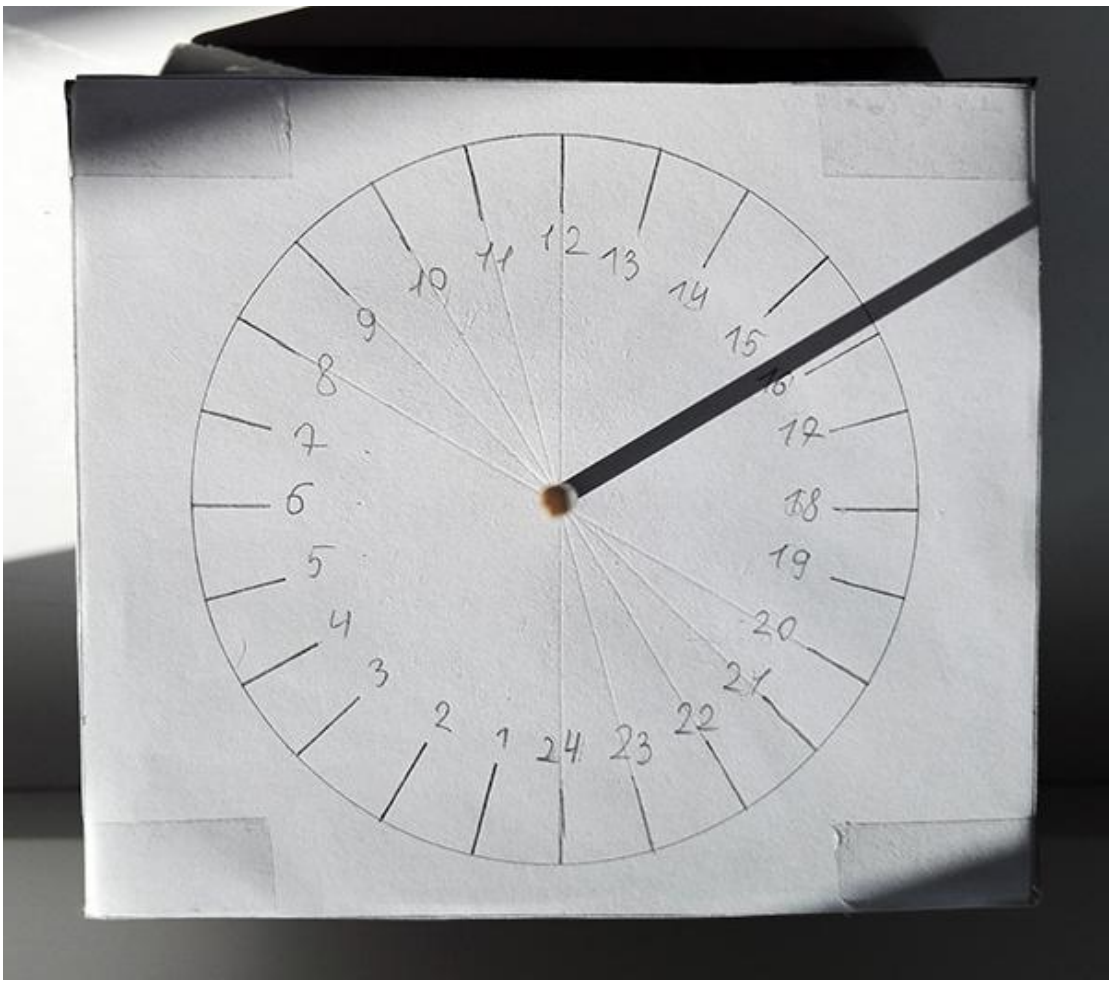
Часы на северном окне показывали время утром и вечером:

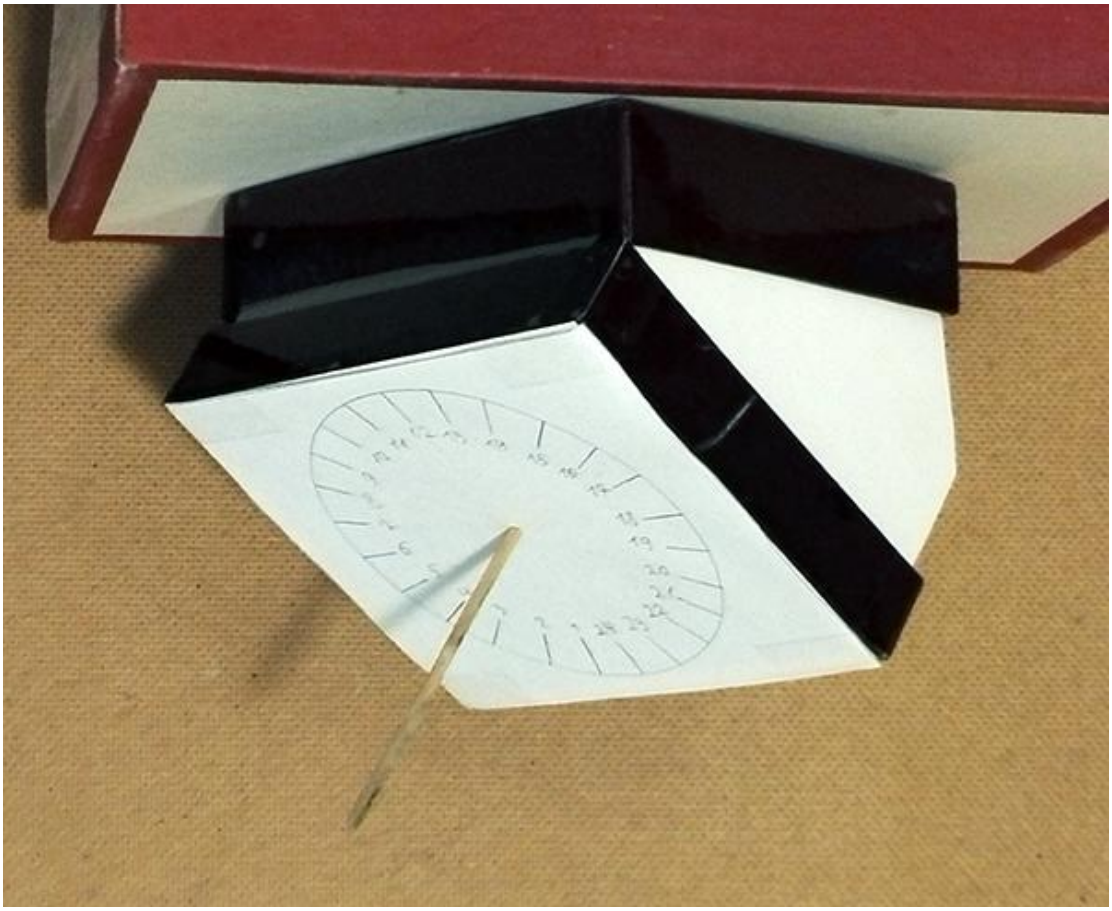


Часы на стекле балкона показывали время днём:



Потом мы решили сделать экваториальные солнечные часы, потому что лишь у них можно разметить равномерный циферблат. Наши экваториальные солнечные часы сделаны из коробочки от кошелька. С прямоугольной коробочкой удобно работать и мы её склеили так, чтобы можно было регулировать угол, в зависимости от места жительства. Сверху наклеили циферблат из бумаги, внутрь вставили обрезанные треугольники с углами 90º, 56º и 34º. В качестве гномона мы воткнули шпажку, рассчитав место, где она будет закреплена внутри коробочки.


12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

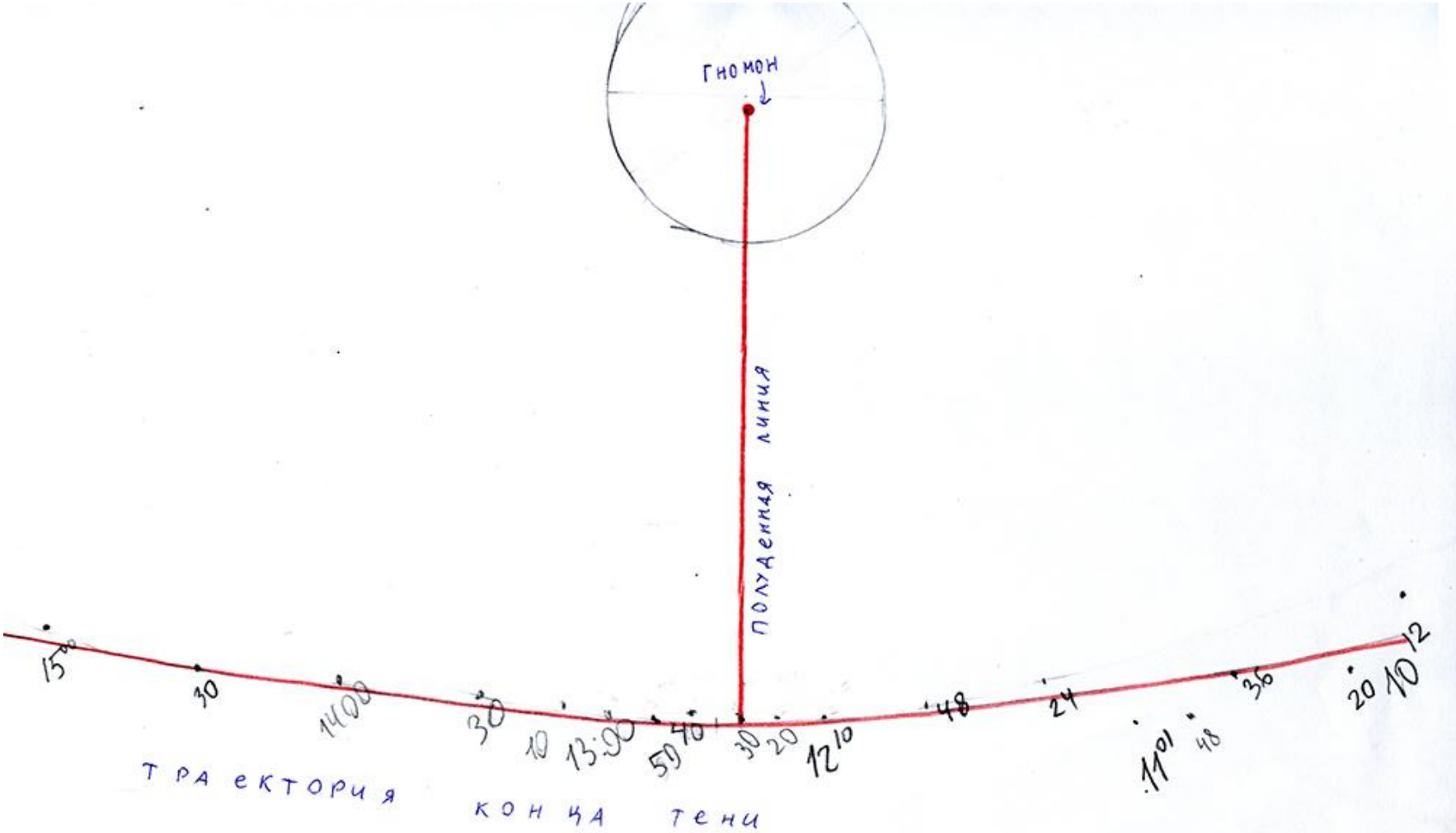


6.3 Чтобы правильно установить солнечные часы, нужно знать направление полуденной линии. Чтобы оценить точность их показаний, нужно было знать момент истинного полудня. Поэтому сначала мы провели опыт с гномоном.

Мы сделали гномон из шпажки и закрепили в подсвечнике с помощью бумаги. Под гномоном мы подложили лист бумаги, чтобы ставить точки.

Мы провели опыт с гномоном 11 июля с 10 до 15 часов. Каждый раз мы отмечали карандашом кончик тени и по мере приближения к центру листа мы всё чаще ставили точки. Наконец, когда мы закончили, мы измерили длину тени от центра гномона до точек. Истинный полдень был в тот момент, когда тень от гномона была самой короткой, а сама тень при этом падала на север.

время	длина тени, см	время	длина тени, см
10:12	16,5	12:30	12,1
10:20	16,7	12:40	12,1
10:36	15,1	12:50	12,3
10:48	15,3	13:00	12,5
11:01	14,8	13:10	12,7
11:24	13,1	13:30	13,1
11:48	12,7	14:00	15,2
12:10	12,2	14:30	16,1
12:20	12,2	15:00	17,6


ГНОМОН
ПОЛУДЕННАЯ ЛИНИЯ
15
30
14:00
30
10
13:00
50
40
30
20
12:10
48
24
11:01
48
36
20
10
12
ТРАЕКТОРИЯ КОНЦА ТЕНИ

Наши наблюдения с гномоном подтверждают:

1) наш дом ориентирован почти точно с востока на запад, поэтому полуденная линия проходит перпендикулярно подоконнику и листу бумаги
2) истинный солнечный полдень наступил не в 12:00, а в промежутке между 12:30 и 12:40, когда тень была самой короткой. Разница около получаса объясняется так:
Московское время = Всемирное время + 3 часа
Железнодорожный: долгота = 38º в.д. = 2·15º+8º = 2 ч 32 мин

6.4 Проверим, насколько точно три модели солнечных часов показывают время. Для этого запишем показания часов и вычислим местное время (которое на 28 минут меньше московского)

Дата	Московское время	Местное время	Показания часов	Разница
Экваториальные солнечные часы (на балконе или на северном подоконнике)				
23 июля	12-11	11-43	11-40	3 мин
23 июля	13-32	13-04	12-50	14 мин
23 июля	15-54	15-26	15-00	26 мин
23 июля	16-41	16-13	15-50	23 мин
23 июля	18-20	17-52	17-40	12 мин
23 июля	19-58	19-30	19-10	20 мин
23 июля	20-00	19-32	19-12	20 мин
Вертикальные часы на южном окне				
17 июля	12:35	12:07	12-00	7 мин
19 июля	8-33	8-05	7-45	20 мин
19 июля	8-58	8-30	8-05	25 мин
19 июля	9-50	8-22	9-00	22 мин
20 июля	11-29	11-01	10-45	16 мин
21 июля	15-53	15-25	15-05	20 мин
22 июля	17-08	16-40	16-30	10 мин
23 июля	8-46	8-28	8-15	13 мин
23 июля	10-42	10-14	10-05	9 мин
24 июля	9-33	9-05	8-57	8 мин
Вертикальные часы на северном окне				
20 июля	6-27	5-59	5-40	19 мин
23 июля	19-20	18-52	19-20	28 мин

Вывод: наименьшая разница была 3 минуты, наибольшая 28 минут. Погрешность может быть вызвана недостаточно точным изготовлением моделей. У экваториальных часов сложно точно установить широту и направление на полюс мира. У вертикальной, вырезанной из бумаги, гномон мог наклоняться относительно циферблата. Настоящие солнечные часы делают большого размера, и их можно установить точнее.