

## **Проектирование и строительство любительских обсерваторий**

Одним из самых странных и необдуманных решений российского Министерства образования и науки стало исключение из школьной программы курса астрономии. И это несмотря на

грандиозные успехи астрофизики, которая в последние годы находится в авангарде естествознания! В то же время в Новониколаевске (ныне Новосибирск), в городе с населением всего

15 тыс. человек, еще в 1912 г. на здании реального училища красовалась астрономическая башня с 127-мм рефрактором Цейса на параллактической монтировке с часовым механизмом.



*Обсерватория на здании реального училища в Новосибирске. 1912 г.*

От такого инструмента в те годы не отказалась бы ни одна профессиональная обсерватория.

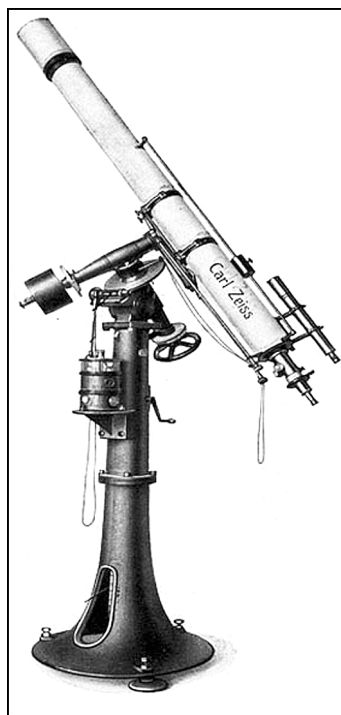
Через 50 лет благодаря выдающемуся педагогу-энтузиасту С.С. Войнову на территории новосибирской областной станции юных техников появилась хорошо оборудованная детская обсерватория. Сегодня строительство малых обсерваторий, как правило, дело рук любителей астрономии и педагогов-энтузиастов. Строительство обсерватории сопряжено с разными трудностями. Рассмотрим несколько типов малых общедоступных обсерваторий: частные (индивидуальные); клубные; школьные; астрономические комплексы с планетарием.

#### ЧАСТНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Самое простое из всего возможного – забетонированная площадка, на которой устанавливается телескоп с колонной или треногой. Очевидно, что после наблюдений телескоп приходится уносить в помещение. Одна из серьезных неприятностей заключается в том, что после выноса телескопа на площадку требуется время (зимой 1,5–2 ч, особенно если телескоп крупный), чтобы температура зеркала и трубы стала такой же, как у окружающего воздуха. Часто строят постоянное надежное укрытие, защищающее

телескоп от непогоды, перепадов температуры и вандалов. Наиболее простым укрытием следует считать откатывающуюся на рельсах металлическую будку, как это было в 1950-е гг. на астрономической площадке Московского планетария для 200-мм менискового телескопа. Каркас будки выполняется из стального уголка № 40–50 и листового металла толщиной 0,5–1,0 мм для обшивки. В качестве рельсов можно использовать стальной уголок № 50–60. Подобное укрытие позволяет наблюдать одновременно весь небосвод. В нерабочее время будка закрывается на замок. Ее главный недостаток в слабой защищенности от вандалов. В 1960-е гг. замок металлической будки 200-мм телескопа Московского планетария взломали и с телескопа сняли мениск, поэтому строить будку стоит только на хорошо охраняемом участке. Более надежным следует признать стационарный павильон с откатывающейся крышей, у которого есть несколько очень важных свойств.

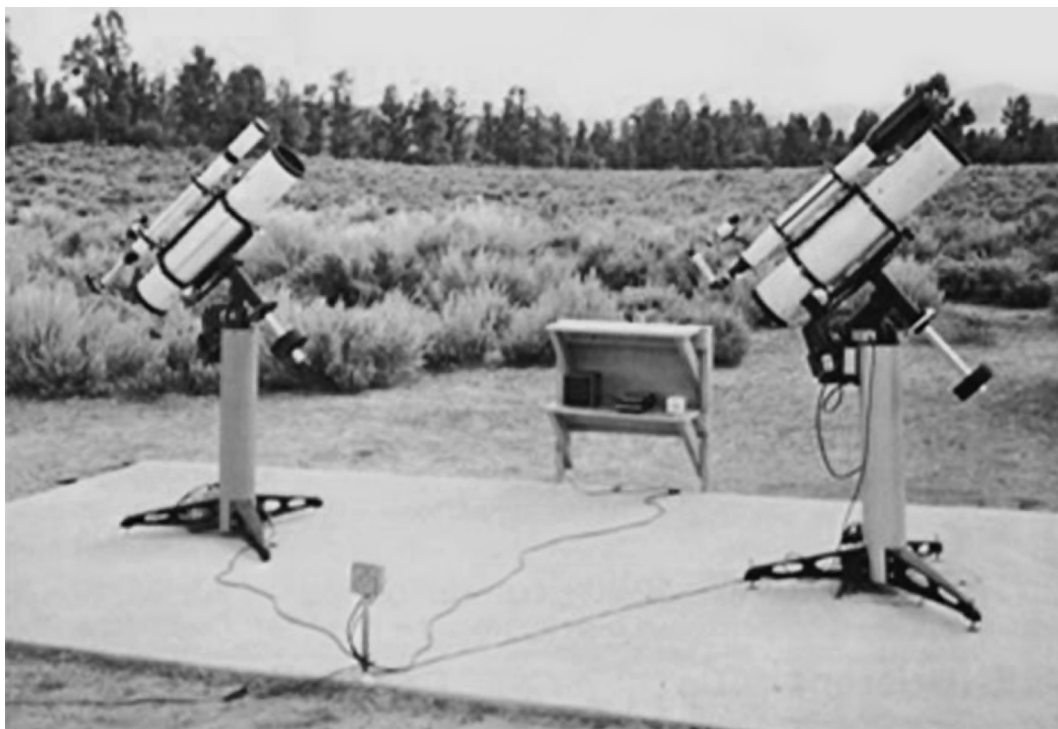
Температура воздуха в таком помещении во время наблюдений должна быть равна температуре на улице, поэтому они не отапливаются. При перепадах температур на 2–3 °С в традиционной астрономической башне качество изображений из-за возникающей турбулентности заметно



*Телескоп фирмы "Карл Цейс", установленный в 1912 г. на детской обсерватории реального училища. Новониколаевск, ныне Новосибирск.*

портится. В павильоне большую часть времени телескоп находится при температуре наружного воздуха, так что к началу наблюдений его зеркало и труба не создают неприятных турбулентных потоков воздуха. Последнее обстоятельство, как мы увидим позже, часто играет решающую роль в успехе наблюдений.

При открывании крыши астрономического павильона помещение быстро проветривается, и никакие специальные



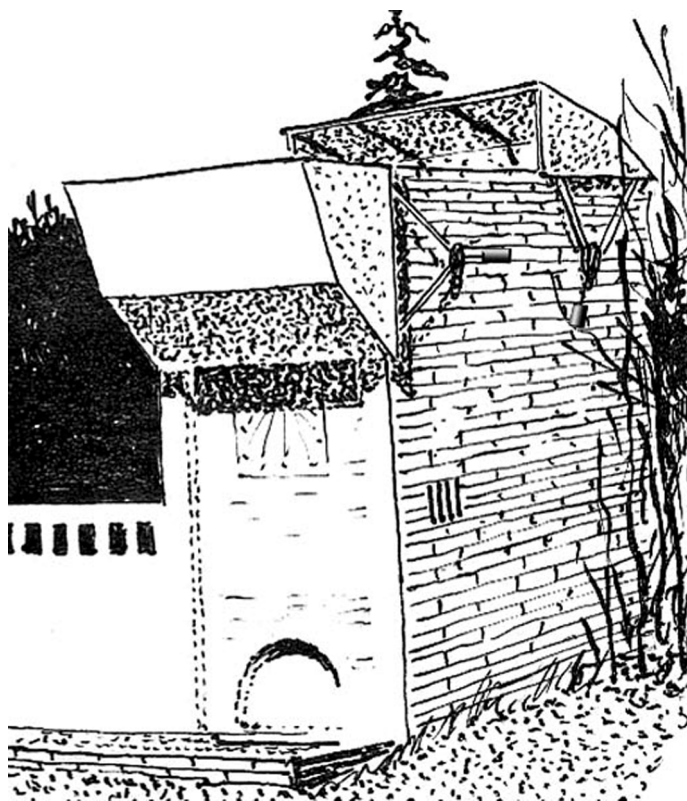
*Площадка любителей астрономии Брэда Протвина и Роберта Уоллиса (США), которые установили на ней 150-мм рефлексоры для фотографирования планет. Журнал "Sky and Telescope".*

меры для выравнивания температуры воздуха не нужны.

После откатывания крыши перед взором наблюдателя открывается сразу все небо, и наведение телескопа на объект ничем не затруднено, это очень удобно при установке широкоугольных патрульных камер для поиска и регистрации переменных звезд, комет и фотографических наблюдений метеоров. По этой же причине павильон удобен для экскурсий, когда посетители знакомятся с созвездиями. Доцент Новосибирского пе-



*Вариант площадки для наблюдений в телескоп в Окленде (Новая Зеландия). Журнал "Sky and Telescope".*



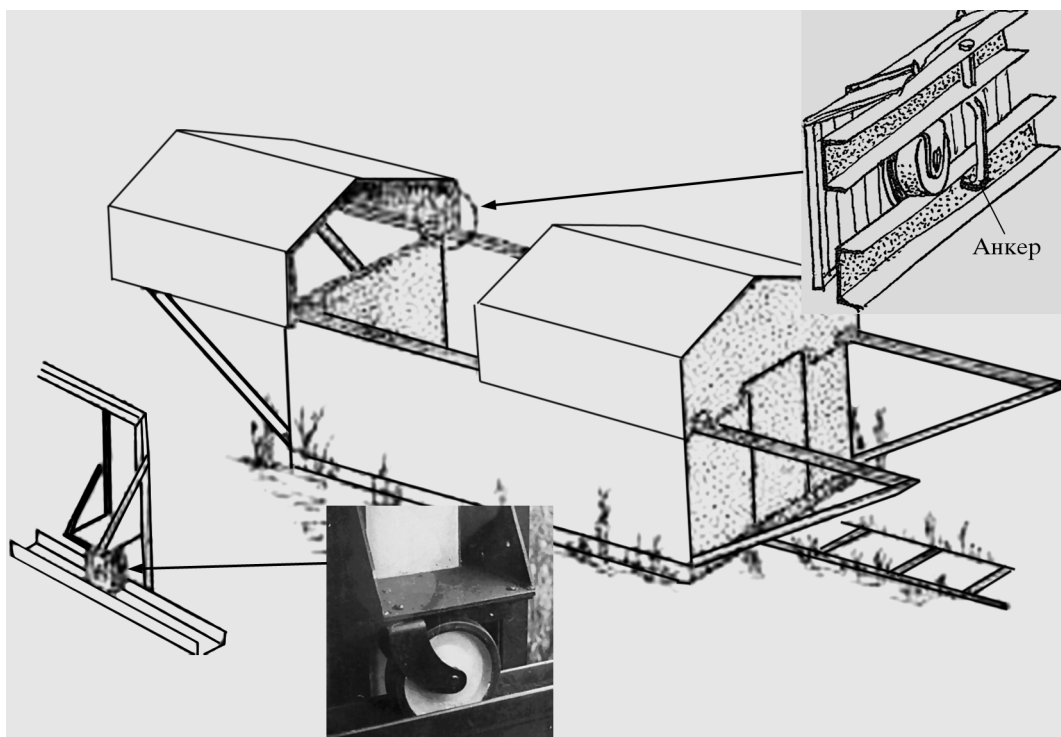
Любительская обсерватория с откидывающейся крышей. Створки крыши уравновешены противовесами. Журнал "Sky and Telescope", январь 1993 г.



Павильон клуба им. Максимова (поселок Горн под Новосибирском) со 150-мм телескопом Ньютона – Нэсмита, построенным автором в 1962 г., и двойным 150-мм рефлектором Ньютона, построенным школьником Антоном Савельевым. В павильоне – А. Зайцев. На заднем плане – башня обсерватории автора с 312-мм рефлектором.

дагогического института В.А. Угодников при переезде института из центра Новосибирска на окраину отказался от башни с куполом и построил на новом месте павильон с откатной крышей. Мне он это объяснил тем, что при знакомстве студентов со звездным небом купол башни с узким люком очень неудобен.

Конструкция павильона относительно проста и сравнительно недорога. Стены павильона могут быть сделаны из дерева или кирпича. Класть кирпич надо с перевязкой, чтобы свести к минимуму число сквозных вертикальных швов. По углам через 2–3 ряда кирпичей желательна укладывать арматуру из 5–8-мм стальной проволоки. Надежный материал для стен павильона – бетон. Жидкий бетон укладывается в опалубку высотой 60–70 см. Через пару дней после схватывания бетона опалубку снимают и поднимают выше, после чего укладывают следующий слой бетона. Это "скользящая опалубка". Толщина стены из бетона – около 15–20 см. Если же ее армировать стальной арматурой или проволокой, толщина может быть 10–15 см. В простейшем случае механизм открывания крыши – это достаточно прочные шарниры, на них крыша откидывается в стороны. При этом створки желательна снабдить противовесами. Этот механизм перспективен



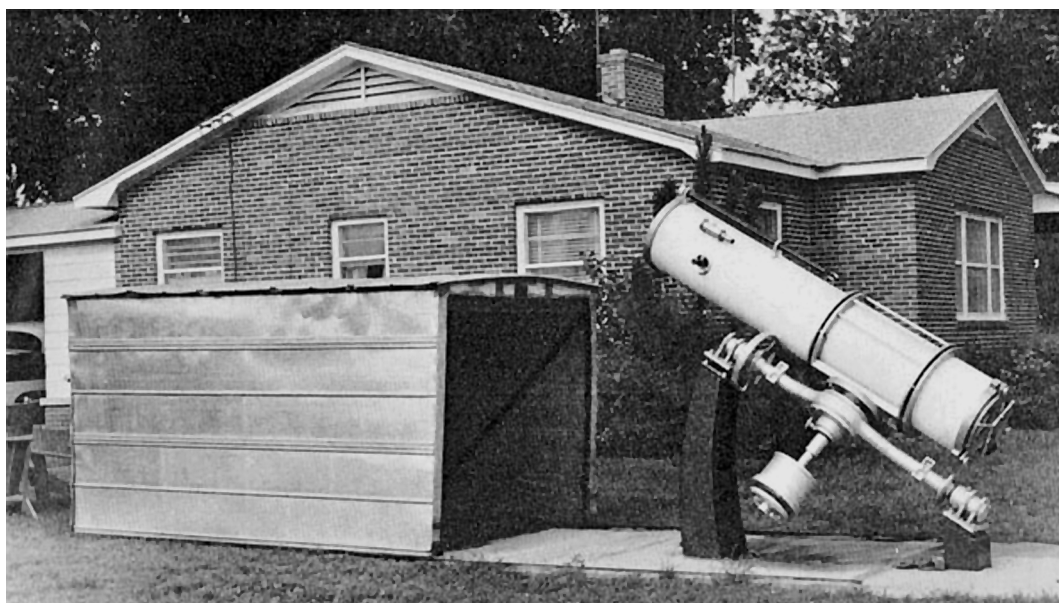
*Схема павильона с откатывающейся крышей. Во врезках – штурм-захват (вверху) и ролик откатной крыши (внизу). Рисунки автора.*

для павильонов с большими инструментами, однако по традиции чаще используется механизм откатывания крыши на рельсах. Для этого вдоль стен укладывают два рельса, по которым на роликах с ребордами (закраинами) крыша откатывается в сторону. Нужно иметь в виду важное обстоятельство. Во время сильного ветра откатная крыша может слететь с рельсов и упасть. Так случилось в 1970-е гг. на обсерватории клуба юных техников в новосибирском Академгородке, расположенной на плоской крыше трехэтажного здания

клуба. Желательно откатывающуюся крышу снабдить анкерами, они не мешают ей двигаться в обычном положении, но удерживают крышу при сильном ветре. На концах рельсов следует сделать ограничители, не позволяющие крыше соскользнуть с рельсов.

К сожалению, кирпич и бетон обладают большой теплоемкостью. С наступлением ночи они излучают накопленное за день тепло и создают вокруг павильона восходящие турбулентные токи воздуха, сильно портящие фотографии. Поэтому наиболее подходящий из доступ-

ных материалов и для стен, и для крыши – листовой металл. Каркасом успешно может служить стальной уголок № 40. В качестве рельса для откатной крыши более всего подходит П-образный швеллер. Так, павильон клуба им. Максимова, построенный в 1982 г., обшит плоским стальным листом толщиной 1,5 мм. В качестве рельсов использован П-образный швеллер № 60, уложенный полочками вверх. По рельсу катятся резиновые ролики диаметром около 13 см, взятые мною от списанных штативов кинопроекторов. Сейчас подобные ролики



*Английская монтировка 300-мм рефлектора Ньютона, выполненная из заднего моста грузового автомобиля. Павильон по рельсам откатывается полностью. Журнал "Sky and Telescope".*

встречаются в специализированных магазинах. Заготовки из металла для небольших павильонов можно изготовить в мастерской, а позже перевезти на площадку обсерватории и собрать.

#### АСТРОНОМИЧЕСКАЯ БАШНЯ

В наше время для укрытия телескопа все чаще строят башни с куполом. Например, автор в 1982 г. в 100 км от Новосибирска построил обсерваторию, башню которой выложил из кирпича. У такой башни несколько явных преимуществ. Прежде всего, купол во время наблюдений укрывает телескоп от ветра, предотвращая его вибрации, которые могут ока-

заться губительными при фотографировании не только мелких деталей поверхности Луны и планет, но и при длительных выдержках во время съемки туманностей и галактик в максимальном масштабе. Кроме этого, купол башни защищает наблюдателя от засветки. Это очень важно при наблюдении переменных звезд и слабых объектов каталогов Мессье и NGC. Наконец, немалую роль играет традиция. Каждому любителю хочется, чтобы его обсерватория напоминала профессиональную.

Материалом барабана башни могут служить кирпич, бетон, дерево, металл. Аккуратно выложить цилиндр из кирпич-

ча относительно просто. В центре будущей башни своей обсерватории я вертикально установил водопроводную трубу, ее удерживали три проволочные растяжки. Вокруг трубы свободно поворачивался кронштейн, на его конце был укреплен проволочный указатель вроде своеобразного циркуля. Укладывая ряд кирпича с помощью этого "циркуля", я ориентировался на указатель на его конце. Прежде чем начинать следующий ряд, поднимал кронштейн с помощью скользящей муфты на высоту ряда кирпича 6,5 см и укладывал новый ряд. Во время съемок серии "Астрономия для малышей" выдающийся российский

киноактер и большой любитель астрономии Андрей Болтнев в перерывах выложил несколько рядов этой башни.

Однако у кирпича, как и у бетона, велика теплоемкость. Кирпич, нагретый за день, даже в пасмурную погоду, на протяжении всей ночи излучает тепло, создавая потоки теплого воздуха, которые безнадежно портят изображения. Наиболее подходящим материалом для башни нужно признать металл, в частности сталь. Например, башня Пулковской обсерватории для 600-мм рефлектора с металлическим зеркалом облицована стальными листами. Особенность металлов в том, что они быстро и нагреваются, и отдают тепло, когда температура окружающего воздуха падает. Наружные стены башни, особенно южную и западную стороны, желательно облицевать материалом с коэффициентом отражения, близким хотя бы к 50%.

#### КУПОЛ БАШНИ

Каркас купола башни обсерватории автора состоит из ребер, склеенных из 5-мм рейки, которая изгибается по шаблону. Для большей надежности после проклейки всех реек столлярным, казеиновым или другим клеем (до высыхания клея) рейки лучше соединить мелкими гвоздиками длиной 15–20 мм



*Павильон, в котором находятся шкаф для разного оборудования, трое часов, ящик для окуляров и камеры, красная лампа для освещения атласа звездного неба и записей результатов наблюдений. Главный фасад этого павильона – копия Парфенона Афинского акрополя, выполненная в масштабе 1:10. Подобное сооружение выглядит очень романтично под звездным небом. Журнал "Sky and Telescope".*

через каждые 20–30 см. Толщина ребра составит 15–20 мм для куполов диаметром около 3–4 м, ширина ребра – 5–6 см. Надо следить за тем, чтобы стыки реек в каждом ряду шли "вразбежку" со стыками в других рядах. Деревянный каркас об-

шивают рейкой толщиной 10 мм, после чего купол покрывают кровельной сталью.

Купол устанавливают на ролики, по которым он катится при повороте. Верхняя поворотная часть башни (купол) не обязательно должна



*Башня обсерватории Л.Л. Сикорука. Фото автора.*

иметь форму сферы. Иногда это цилиндры, перекрытые кровлей в виде сферы малой кривизны, как у башен рефракторов Пулковской обсерватории до Великой Отечественной войны. Иногда это конус, как у коронографа обсерватории Сакраменто-Пик в США. Такая форма не позволяет скапливаться снегу на "куполе". Можно поставить саму башню на рельсы с роликами, что-

бы она полностью вращалась, как было сделано для Джеветтовского телескопа на станции в Ок-Ридже Гарвардской обсерватории. В этом случае люк обсерватории можно совместить с входной дверью башни.

Сферический купол обладает благоприятными аэродинамическими свойствами, и это положительно сказывается на снижении турбу-

лентности вокруг башни. В последнее время стало ясно, что аэродинамическая форма купола не так критична, появились новые идеи. Примером может служить башня одного из крупнейших телескопов мира – японского 8-м телескопа "Субару" в Мауна-Кеа (Гавайи).

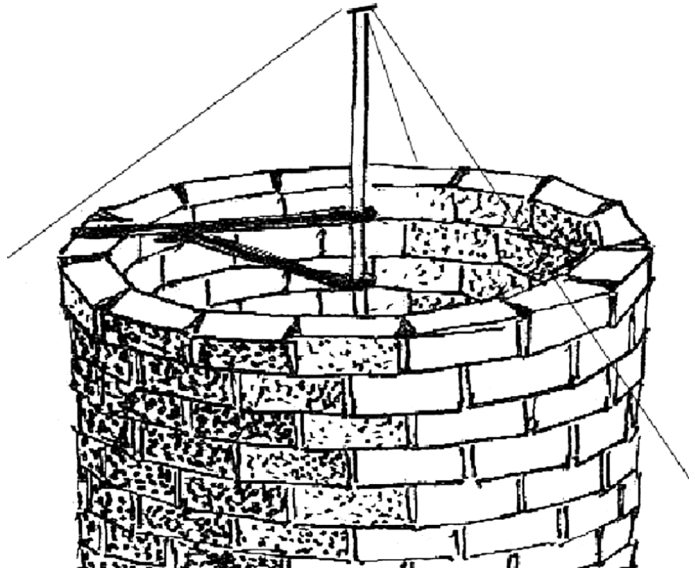
#### СТАВНИ И ШТОРКИ-ЗАБРАЛА

Купол независимо от формы снабжен люком – это прорезь от нижнего пояса и несколько дальше зенита, более  $90^\circ$ . Ширина на всей длине люка колеблется от  $1/4$  до  $1/3$  диаметра купола. Люки меньшей ширины неудобны во многих отношениях. Для небольших куполов пригодны две конструкции открывания люка. Первая представляет собой простые створки на шарнирах, они откидываются на время наблюдений. Большое преимущество створок, кроме их простоты, в том, что большая часть люка во время наблюдений может быть закрыта, тогда инструмент защищен от ветра, а глаза наблюдателя – от постороннего света.

Откатные дугообразные ставни (ставни) сдвигаются в стороны от люка по прямолинейным направляющим, изготовленным из трубы, уголка или швеллера. Обе направляющие (вверху и вторая внизу) должны быть строго параллель-

ны. Откатные шторы при попытке их отодвинуть слегка перекашиваются и заклинивают. Чтобы этого избежать, придется верхний и нижний концы шторы связывать тросами. Чем шире шторка, тем меньше она заклинивает. Поэтому у малых куполов диаметром 3–4 м часто делают одну шторку большой ширины. Чтобы ролики, на которых катится шторка, двигались легко, их следует устанавливать на шариковых подшипниках и выбирать как можно большего диаметра. Ролики желательно покрыть резиной, тогда они катятся без грохота.

Сегодня шторы на куполе делают в форме забрала. На обсерватории автора такой каркас выполнен из алюминиевого уголка № 40 и обшитого листовым алюминием. Шторка с помощью стержня откатывается назад по криволинейным алюминиевым направляющим (уголок № 50) и возвращается на место с помощью нейлонового шнура, прикрепленного к задней части каркаса. Каркас шторы и рельсы, по которым она движется без сопротивления, согнуты по шаблону до нужного радиуса. Шторка-забрало сравнительно проста в изготовлении, и потому теперь все купола для профессиональных и любительских телескопов снабжены ими. Можно упростить механизм движения шторы-забрала по направляющим и



*“Циркуль” для кладки кирпичной башни.*

заодно обращение с ней. Противовес делает возможным управление от руки даже сравнительно большой шторкой-забралом. Люк башни пре-

вышает половину дуги в  $90^\circ$ , поэтому купол оснащен шторкой-забралом из двух неравных частей. Маленькая устанавливается внизу, большая –



*Металлическая (стальная) башня 600-мм рефлектора Пулковской обсерватории. Фото автора.*

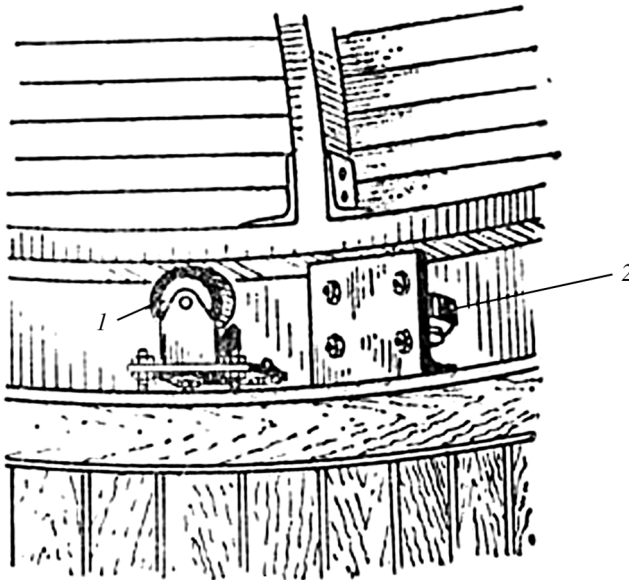
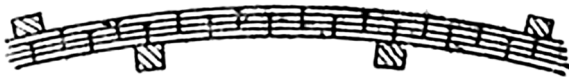
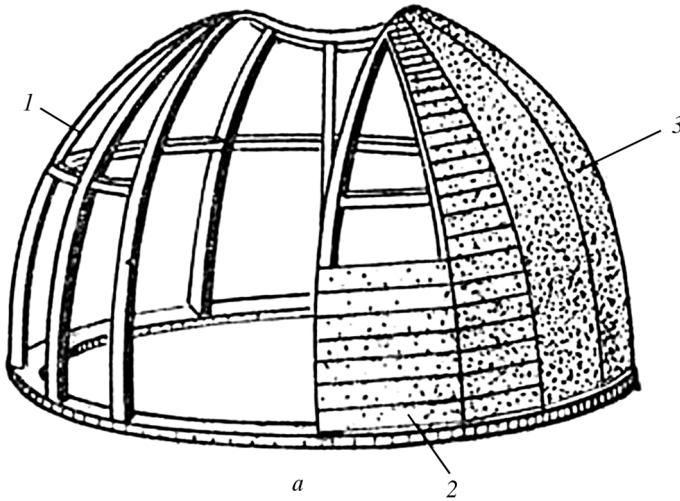


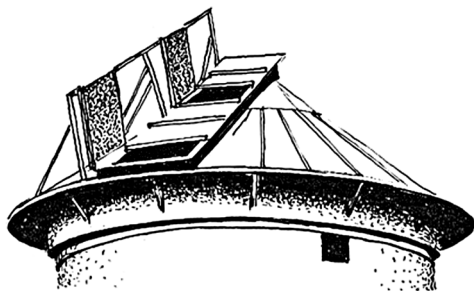
Схема купола: а) 1 – каркас, 2 – деревянная обрешетка, 3 – обшивка кровельной сталью; б) изгибание многослойных ребер каркаса; в) 1 – опорный ролик, 2 – радиальный ролик. Рисунок автора.

вверху. Это удобно еще и потому, что каждая половинка легче целого и поднимать их проще. Кроме того, открывая только половину люка, мы защищаем телескоп от ветра и наблюдателя от постоянного света.

#### МЕХАНИЗМ ВРАЩЕНИЯ КУПОЛА

Направляющие, по которым катится купол, изготавливают обычно из швеллера, согнутого по окружности, и крепят на нижней обвязке купола. Рельс устанавливают на ролики, смонтированные на стене башни. Согнуть рельс можно в трамвайном или железнодорожном депо. Отклонения от окружности и от плоскости этого кольца не должны превышать 1–2 см. Некоторые любители используют деревянные направляющие, что, разумеется, много проще. Все, что сказано о роликах шторок, относится в еще большей степени к роликам купола диаметром 80–120 мм и больше. Ролики должны иметь реборды или можно установить несколько дополнительных (радиальных) роликов, не дающих куполу скатиться в сторону.

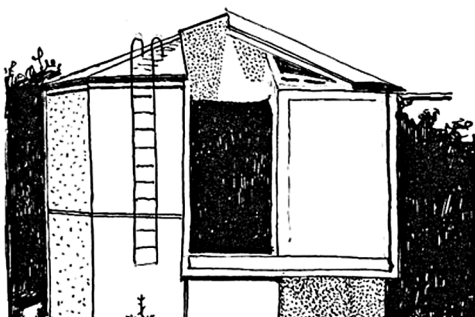
Сильный ураганный ветер может сорвать купол с башни, поэтому следует предусмотреть штормзахваты. Это достаточно прочные стержни, установленные на анкерах, заделанных в стену башни. Верхний конец



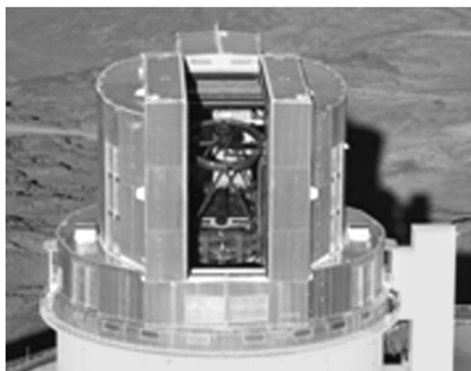
а



б

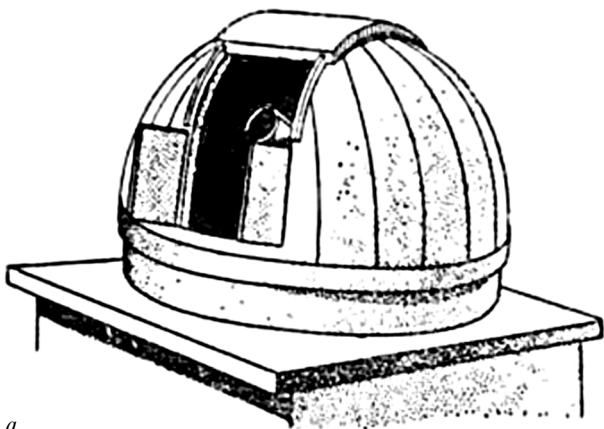


в

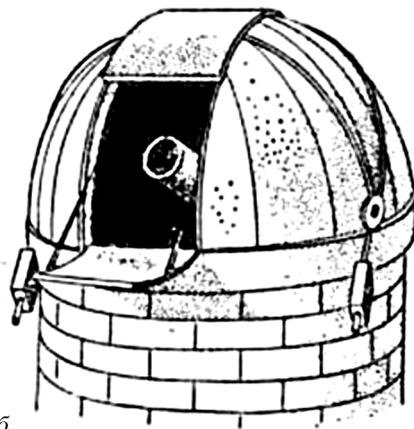


г

Купола различной формы на башнях обсерваторий: а) конический (солнечная обсерватория Сакраменто-Пик, США); б) шатровый, обсерватория Райта, Беркли, США, "Amateur Telescope Making" Scientific American Ink, 1953; в) полностью поворачивающаяся башня (Джеветтовский телескоп в Ок-Ридже, США); г) сложной конструкции (японский 8-м телескоп "Субару", Мауна Кеа, Гавайи). Рисунки автора и фото ESO.



а



б

Конструкция забрала: а) забрало откатывается на роликах по направляющим; б) забрало уравновешено противовесами.

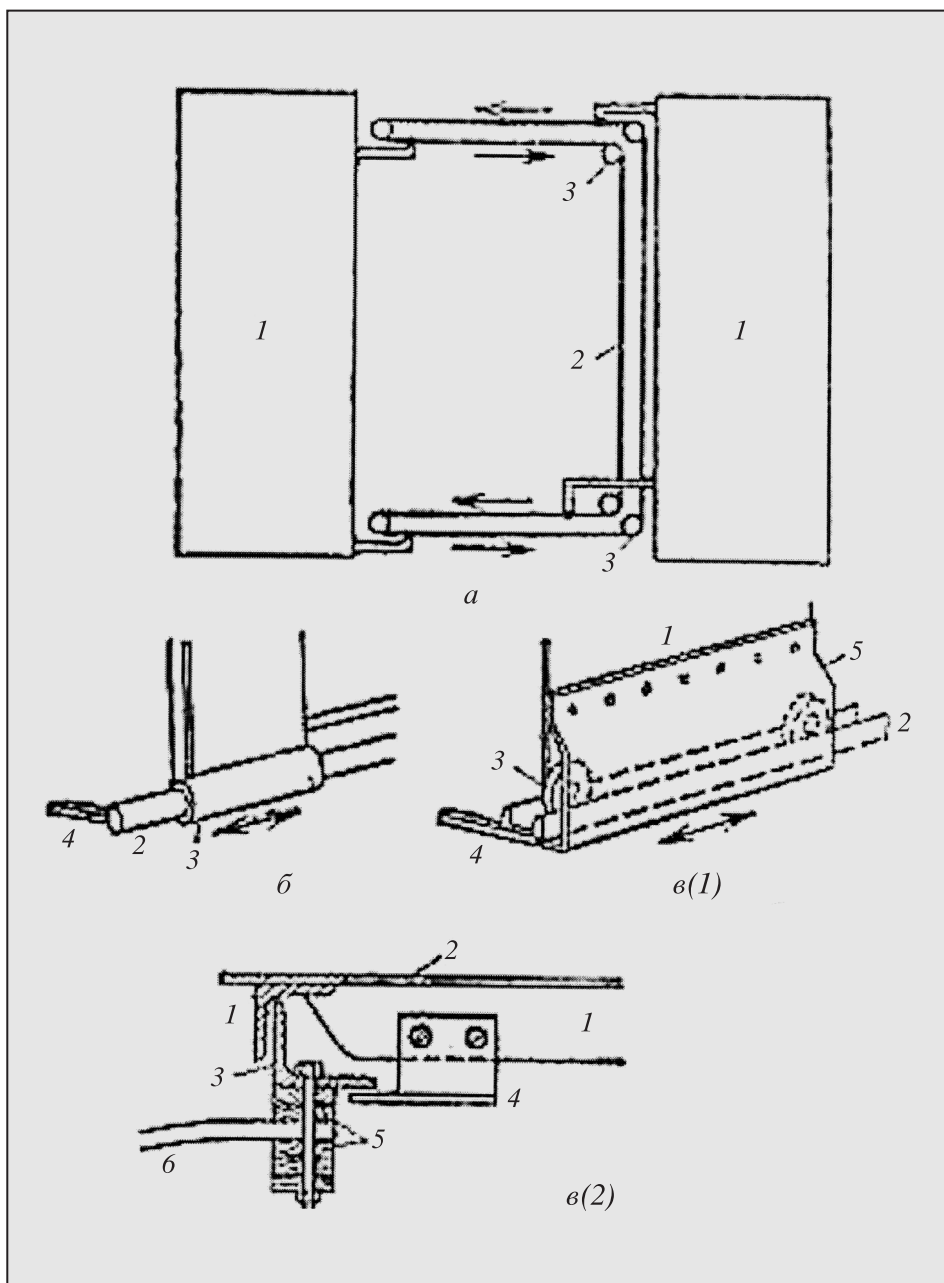


Схема механизма цилиндрических шторок для закрывания люка башни: а) конструкция купола обсерватории автора, б) изгибание ребер каркаса, в) ролики купола: несущий (1) и радиальный (2). Рисунок автора.

шторм-захвата входит между полочек швеллера, по которому катятся ролики, но не мешает вращению купола. Впрочем, теория аэродинамики указывает на то, что равнодействующая от ветра всегда направлена по радиусу сферы к ее центру. Это значит, что ветер не только стремится сорвать купол с башни, но и прижимает его к стенам башни.

Мы рассмотрели несколько идей строительства малых, индивиду-

альных обсерваторий. В следующих номерах журнала мы рассмотрим проектирование и строительство клубных, школьных обсерваторий и обсерваторий при астрономических центрах на примере планетария Новосибирского детского астрофизического центра и других планетариев.

В заключение хотел бы от всей души поздравить коллектив журнала "Земля и Вселенная", а также его многочисленных чи-

тателей с 50-летием плодотворной деятельности. Одна беда – основатель и бессменный его руководитель доктор педагогических наук Ефрем Павлович Левитан не дождался до этого праздника. Очень жаль.

*Л.Л. СИКОРУК,  
кандидат педагогических наук  
Заслуженный деятель искусств России  
Новосибирск*

---

## *Информация*

---

### **“Радиоастрон”: наблюдение внегалактического мазера**

С помощью наземно-космического интерферометра обсерватории “Радиоастрон” международная команда ученых впервые зарегистрировала излучение мазеров воды от внегалактического объекта в галактике NGC 4258 (M106; 24 млн св. лет, созвездие Гончих Псов). В ней мазерное излучение наблюдается в виде многочисленных компактных пятен в газовом аккреционном диске вокруг сверхмассивной черной дыры. Из-за светимости, превышающей в миллионы раз светимость мазеров в областях звездообразования и оболочках звезд Галактики, этим объектам присвои-

ли термин “мегамазеры”. Источником энергии для накачки таких мазеров может быть рентгеновское излучение центральной части галактики. Множество наблюдаемых компонент объясняется неустойчивостью и турбулентностью в аккреционном диске. Поскольку они связаны с веществом диска, то по движению деталей можно изучать структуру и кинематику диска, определять расстояние до галактики.

Другая важная часть научной программы проекта “Радиоастрон” – изучение космических мазеров в окрестностях звезд, формирующихся внутри облаков межзвездного газа в Галактике. Они не столь мощны, как мегамазеры, но намного ближе к нам и значительно ярче, поэтому наблюдать их проще. Научной группе удалось обнаружить излучение еще от нескольких таких областей, например сигнал от очень компактного водяного мазера, связанного с ближайшей к нам областью

образования массивных звезд Oriion KL, расположенной на расстоянии около 1370 св. лет от нас. Эта область – часть комплекса молекулярных облаков в созвездии Ориона, в котором протекают активные процессы звездообразования, сопровождающиеся мощным мазерным излучением в линии водяного пара с температурой более  $10^{15}$  К. Ученые успешно наблюдали один из наиболее удаленных источников мазерного излучения в Галактике – область звездообразования W49 N в спиральном рукаве Персея на расстоянии около 36 тыс. св. лет. В области звездообразования W3 IRS5 получено изображение водяного мазера с экстремальным разрешением около  $14 R_{\odot}$ .

Научная группа продолжает работать над улучшением обработки данных, что позволит определить яркостные температуры и размеры мазерных источников.

Пресс-релиз ФИАН,  
10 апреля 2015 г.