

52
Н 14

проф. М. Э. Набоков



МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ АСТРОНОМИИ



УЧПЕДГИЗ
1947

7697

52	2697/48
114	

Наборка М 8

методика преподавания
астрономии в средней школе

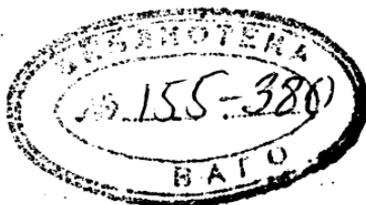
Проф. М. Е. НАБОКОВ

32/0
Н.14

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ АСТРОНОМИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

7698
603
В Библиотеку
Моск. Ун-та. Депп. Тех. Об-ва
от старого здания Об-ва (Моск. Ун-та. Депп.)

M. Nabokov



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1947

Утверждено
Министром просвещения РСФСР
к изданию 8 апреля 1947 г., протокол № 168.

*Моим ученикам и школам,
где я уча — учился,
посвящаю эту работу.*
Автор

ОТ АВТОРА.

Назначение этой книги — помочь преподавателям в проведении курса астрономии в средней школе. Некоторые части её могут быть применимы в преподавании астрономии и в высших учебных заведениях, особенно в педагогических институтах: преподаватели их могут попутно с общим курсом вводить и короткие методические указания.

Содержание книги представляет собой расширенный и дополненный краткий курс методики, читавшийся мною в Московском государственном университете и в Московском городском педагогическом институте в 1933 г., и такой же, читавшийся мною на физическом факультете Московского государственного университета для учительских курсов в 1945 и 1946 гг.

Курс астрономии в средней школе включён в курс физики. Преподавание астрономии, таким образом, является обязанностью преподавателей физики, проходивших астрономию в педагогических институтах. Поэтому это изложение основ методики астрономии рассчитано именно на таких преподавателей, которые знают астрономию в объёме учебника для педагогических институтов.

Может быть книга, в некоторых её частях окажется полезной и преподавателям географии. Содержание и порядок изложения очень близко соответствуют существующей программе средней школы с учётом тех небольших вариаций, которые имели место и считаются допустимыми.

В этот курс методики включено и краткое изложение истории преподавания астрономии. Я считаю, что нашему советскому учителю знание истории своего предмета необходимо для его творческой педагогической работы. Знание истории своего предмета обогащает опытом, предохраняет от возмож-

ных ошибок, даёт представление о развитии преподавания и намечает цели и пути совершенствования дела.

Курса методики астрономии, насколько мне известно, ни у нас, ни за границей никогда ещё не существовало; не имея предшественника в этой работе, я смотрю на неё, как на первую попытку дать в систематическом изложении элементы методики астрономии.

В книгу включены и результаты критического изучения опыта дореволюционной школы; из этого опыта (работы Баранова, Платонова, Красикова, Ройтмана) можно было использовать только методику школьных наблюдений, да и то с ограничениями, и описания некоторых учебных пособий, полезных и в советской школе. Таким образом через эту книгу преподаватели смогут отчасти ознакомиться и с опытом прогрессивного дореволюционного учительства.

Научным работникам в области методики астрономии для более подробного критического разбора опыта старой школы надо обращаться к литературе, указанной в библиографии.

Занимаясь уже много лет вопросами методики астрономии, я хорошо представляю себе, что есть ещё много вопросов (особенно в области преподавания астрофизики), которые требуют уточнения, проведения изучения в школе и более пристального исследования; я надеюсь, что опыт передового советского учительства через некоторое время даст возможность исправить и пополнить излагаемое в этой книге

Приношу сердечную благодарность товарищу многих лет П. И. Попову, давшему целый ряд весьма ценных советов, и многолетней помощнице — жене моей З. А. Набоковой, много работавшей по просмотру рукописи и корректур, С. Н. Блажке и П. П. Паренаго, с которыми я советовался по хронологии астрономии, а также К. Л. Баеву, С. В. Орлову, В. Т. Тер-Оганезову, В. А. Шишакову, некоторыми соображениями которых я воспользовался при составлении книги.

М. Набоков.

Глава I

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ.

1. Астрономия как учебный предмет

Задачей астрономии, как науки о природе, является изучение законов развития материи во вселенной и приложение имеющихся знаний о движении и природе небесных тел к улучшению и совершенствованию жизни общества. Служба времени, навигация, служба Солнца (долговременные прогнозы погоды) — лишь часть примеров обширного применения астрономии к практике.

Астрономия, как и всякая наука, непрерывно развивается, неограниченно приближаясь к объективной абсолютной истине; её достижения в каждый момент обусловлены требованиями общественного благосостояния и общим уровнем культуры.

Учебная дисциплина должна дать учащимся сведения о современном состоянии знаний, создать понимание применения теории и практики, сообщить элементарные навыки этого применения.

Эта передача сведений должна быть в известной системе, отражающей систему науки, но построенной соответственно возрасту и развитию учащихся, на основе тех требований, которые предъявляются школе.

Основным принципом отбора материала науки для передачи его в учебной дисциплине должно быть содержание науки на определённом этапе её развития; однако этот признак отбора содержания недостаточен.

Стремясь отобразить в обучении живую, постоянно растущую науку, мы должны излагать её развитие в историческом освещении. Надо, чтобы обучившийся основам астрономии понимал, как найдены законы, — только в этом случае такие выводы будут убедительны. Точно так же учащийся должен понимать, что совершенно законно и необходимо дальнейшее развитие науки, смена некоторых теорий новыми, более совершенными, или появление и совсем новых теорий. Для этого надо вводить в изложение основ науки описание научных ме-

тодов наблюдений и исследований в доступной учащимся форме.

Учащийся должен иметь возможность понимать работу, производимую учёными, и пути развития науки. Поэтому в изложение основ науки обязательно должна быть включена в пределах понимания учащихся и методология науки. Эта методология, с одной стороны, будет служить для понимания генезиса современного этапа науки, с другой стороны, будет помогать пониманию дальнейшего движения науки.

Таким образом, необходимым условием, которому должно удовлетворять содержание учебной дисциплины, является изложение: 1) законченных современных выводов науки; 2) тех её данных, которые дают представление о направлении развития науки и её основных методах.

Имея такие предпосылки, мы можем проследить, как надо построить самые методы обучения, чтобы они облегчили усвоение основ науки и понимание её развития.

Сущность астрономии легче понять, если обратиться к истории развития астрономических знаний. Мысленно пробежав путь этого развития, мы сможем обнаружить, что астрономия развивала свои теории и методы в связи с практическими задачами, ставившимися перед нею и, в то же время, сближалась с другими естественными науками, более и ранее всего с математикой и физикой, на что указывают и классики марксизма. (Энгельс, Диалектика природы, 1936, стр. 39—40.)

Получив свое начало как умение ориентировки и наблюдения времени по небесным светилам, астрономия долгое время стремилась на основе геоцентрического мировоззрения наилучшим способом описать движения светил и найти способы предвычисления их положений. Таким образом, хотя современники этого периода астрономии мыслили эту систему мира, как действительную, они на самом деле изучали только видимые движения.

Это изучение видимых движений небесных светил и методов предвычисления их видимых положений диктовалось потребностями кораблевождения и счёта времени и, в то же время, общим повышением культурного уровня, запросами философского характера. Именно эти запросы и вызвали первые шаги критики геоцентрического мировоззрения и попытки построения гелиоцентрического миропредставления (Аристарх, Гераклит). Эпоха Возрождения предъявила к астрономии уже большие требования — как со стороны практической, так и со стороны философской. Этим требованиям удовлетворила теория Коперника, разрушившая обветшалую систему Птолемея, установившая гелиоцентрическую систему, доказавшая её правильность и практическую целесообразность. Начался новый период астрономии.

В этот период, закончившийся трудами Кеплера, выяснив-

шего законы действительных движений планет, и Ньютона, нашедшего общий закон, лежащий в основе этих движений, астрономия, изучая, главным образом, механические перемещения, была, в сущности, небесной динамикой. Но в это время астрономия, вместе с началом применения астрономических труб, стала создавать и методы астрофизики. Спектральный анализ, применение фотографии, фотометрия позволили раскрыть физические свойства небесных тел, обнаружить факты, весьма существенные для теории строения материи. Таким образом астрономия, создав предпосылки для развития математики и физики, сама использовала эти науки для своего развития.

Теория строения материи в настоящее время широко используется астрономией, причём захватываются все формы движения материи (механические перемещения, теплота, электричество, свет). Следует заметить, что, в свою очередь, некоторые факты, обнаруженные астрономией (например огромнейшая плотность карликовых звёзд), оказываются важными для физики. Астрономия, несмотря на такую близость с физикой и химией остаётся, однако, самостоятельной наукой, *как по методам, так и по объектам исследования.*

Астрономия и теперь удовлетворяет практическим задачам, но эти задачи стали более глубоки и обширны, требуют большей точности, захватывают новые области (например гравиметрия, почти уже выделившаяся в особую науку), требуют новых методов, использующих достижения современной физики и техники.

Астрономы не имеют возможности вести изучение небесных тел путём эксперимента, как это делают физики и другие естествоиспытатели, объектами изучения которых являются земные предметы и явления. Наблюдение является основным источником всех наших сведений о небесных телах. Необходимая при всяком наблюдении отметка момента наблюдения приобрела в астрономии особое значение и вызвала необходимость построения целого ряда специальных приборов для измерения времени с использованием пьезоэлектричества, фотоэлектричества.

Размеры небесных тел, расстояния между ними, огромное разнообразие физических явлений, на них происходящих, и условий, в которых они протекают (температуры, давления и т. д.), — всё это отличает астрономию от физики и даёт ей новые сведения, недостижимые для исследователей земных объектов.

Этот краткий обзор истории развития астрономии дан главным образом с целью обратить внимание на то, что астрономия, будучи наукой, изучающей небесные тела особыми методами, от задачи изучения лишь видимых их движений распространила свои задачи и на вопросы исследования общих свойств и движений материи и поэтому её часть, называемая

астрофизикой, приобрела особо важное значение для развития диалектико-материалистического мировоззрения.

Чтобы оценить изменение во взгляде на астрономию как науку, можно взять два определения астрономии: одно, данное Делабром в «Histoire de l'Astronomie ancienne» (1817), и другое, данное выдающимися современными астрономами.

В то время, как Делабр определил астрономию как науку, объединявшую все наблюдаемые факты в теорию механического движения и определения расстояний и размеров небесных тел, — теперь мы имеем определение, бóльшая часть которого относится к области астрофизики: природа небесных тел, их физическое состояние, взаимодействие притяжением и излучением, их прошлая история и будущее развитие. Таким образом, к определению Делабра прибавлены исключительно астрофизические признаки и к «взаимодействию тяготением» добавлено «взаимодействие излучением». Тем самым старое чисто механическое представление о содержании астрономии переведено в область общих движений материи.

Астрометрия, имеющая своей задачей точное определение положений светил, получила в современной астрономии новое значение. С одной стороны астрометрия даёт возможность разобраться в истинном распределении и движениях светил в пространстве. Если древняя астрометрия охватывала лишь нашу солнечную систему, то современная астрометрия ставит и решает более широкие задачи изучения звёздной вселенной.

С другой стороны астрометрия даёт основы для практического применения астрономии. В настоящее время, благодаря успехам теоретической астрономии и достижениям современной техники, астрометрия достигла высокого совершенства. Из числа практических применений астрометрии наиболее важные: точное определение географических координат, служба точного времени, применения астрометрии к мореходству и аэронавигации. Без точного знания координат светил и применения методов, разработанных и теоретически, и практически астрометрией, все эти работы были бы немислимы.

Таким образом, как теория астрономии, так и её практические приложения играют видную роль в современной культурной жизни. Она служит практическим потребностям строительства социализма и обороны страны и способствует укреплению диалектико-материалистического мировоззрения. В силу этого астрономия, как учебный предмет, в советской школе совершенно необходима.

В. И. Ленин в своей речи «Задачи союзов молодёжи» говорит: «...Но всё-таки надо уметь различать, что было в старой школе плохого и полезного нам, надо уметь выбрать из неё то, что необходимо для коммунизма». И далее: «Пролетарская культура должна явиться закономерным развитием тех запасов знания, которые человечество выработало под гнётом капита-

листического общества, помещичьего общества, чиновничьего общества»¹. Поэтому и для разработки вопроса об астрономии, как учебном предмете в советской школе, полезно учесть опыт русской дореволюционной и зарубежной буржуазной средней школы в области постановки обучения астрономии.

Преподавание начал астрономии в школах России имеет большую давность, оно изменялось и по форме, и по содержанию соответственно требованиям времени. Уже в XVII в. в России в «азбуковниках» сообщались начальные сведения по астрономии, называвшейся в то время «космографией». Это название элементарного курса астрономии, введённое ещё в древности аристотелианцами, сохранялось в царской России и до сих пор применяется в капиталистических странах. В древней Руси начала космографии значительно отставали от уровня науки того времени, содержали элемент мистический и фантастический.

Реформы Петра I сказались и на преподавании астрономии. Пётр I, имея в виду практические потребности (главным образом навигацию), распорядился перевести «Космотеорию» Хр. Гюйгенса. Перевод был сделан Я. В. Брюсом и вышел в 1717 г. под названием «Книга мирозрения, или мнение о небесноземных глобусах». Эта книга была в сущности первым коперниканским учебником и была назначена для навигаторских школ, в которых преподавалась практическая астрономия. Однако вступление в этой книге носит характер примирительный. Пётр I, участвовавший в составлении этого предисловия, явно соблюдал максимальную осторожность, чтобы не отпугивать читателей. В послепетровское время упадка просвещения в России теория Коперника, если и имела место в учебниках, то только формально.

Известно, как много труда должен был вложить Ломоносов в дело защиты теории Коперника. В 1815 г. в Москве была напечатана книга «Разрушение коперниковой системы» анонимного автора, а в 1876 г. в Петербурге переводная брошюра Шёпфера «Земля неподвижна». Всё это доказывает, что в школах, где проходились начала астрономии, им придавался узко практический характер. Задача была не в просвещении учащихся, не в описании истинного строения мира, а в обучении сферической астрономии («математической географии»), необходимой для практики.

В XIX и начале XX в. в русских школах космография (астрономия) преподавалась в мужских и женских гимназиях, реальных училищах, военных средних школах («кадетских корпусах»). В зависимости от характера школы находились и программа, и число часов, отводимых на этот предмет. В реальных и военных училищах на космографию отводилось 72 часа

¹) Ленин, Соч., т. XXX, стр. 405—406.

в год, в гимназиях 36 часов. Бóльшее число часов в реальных училищах и кадетских корпусах обусловлено несомненно тем, что именно эти училища были наиболее близки к требованиям жизни, в гимназиях же естествознание преподавалось в ограниченном объёме.

В сущности только в реальных и военных училищах космография проходила нормально и учащиеся выносили, в пределах и направлении программ, надлежащие сведения. Программы дореволюционного Министерства народного просвещения по космографии достаточно полно охватывали сферическую астрономию (её практическую часть — для реальных училищ) и очень мало внимания уделяли описательной астрономии. Вопросы космогонии в программе отсутствовали совершенно.

Незадолго до революции в связи с движением вперёд педагогической мысли и в преподавании астрономии наметились сдвиги к оживлению, но они не смогли найти достаточного отражения в учебниках, за которыми следило царское Министерство народного просвещения. Движение вперёд сказалось в разработке методов преподавания главным образом сферической астрономии, в постановке практических занятий в этой области, в создании необходимого для этого оборудования и в более тщательном изложении её в учебнике. В некоторых учебниках описательной астрономии стало уделяться больше внимания.¹⁾

За период, предшествовавший Великой Октябрьской социалистической революции, передовые преподаватели астрономии в средних школах разработали довольно много эффективных и полезных приёмов в области сферической астрономии и этот опыт предреволюционной школы может и должен быть использован и в настоящее время. В области теоретической и, особенно, описательной астрономии не было да и не могло быть сделано ничего существенного, ибо внимание было обращено главным образом на сферическую астрономию. Для того чтобы заимствовать опыт предреволюционного передового учительства в области преподавания астрономии, приходится обращаться к некоторым книгам (Ройтмана, Платонова, Баранова), к журнальной литературе (содержащей главным образом описания практических занятий и пособий), так как в официальных программах это движение вперёд нашло лишь слабое отражение

¹⁾ Ознакомление с постановкой преподавания астрономии (космографии) в зарубежных школах показывает, что она имеется в программах школ всех стран. Наиболее полные материалы можно было получить о преподавании астрономии в школах Франции.

Заключение об истинном содержании курса удалось установить главным образом путём ознакомления с французскими учебниками. Основные признаки программ — преимущественное внимание вопросам сферической астрономии, малая разработанность и краткость астрофизической части, своеобразное расположение материала в первой части, некоторая отсталость от науки (например, излагается, а иногда и не излагается, одна только космогоническая гипотеза Лапласа).*

(в форме объяснительных записок, списков учебных пособий, разработок первой части курса).

После Великой Октябрьской социалистической революции, в период отсутствия общегосударственных программ и господства комплексного метода; преподавание астрономии проводилось в школе как первой ступени, так и второй. Во второй ступени астрономия проходила концентрично понемногу в трёх последовательных классах (V, VI и VII). Фактически астрономия проходила только там, где имелись соответствующие условия в виде наличия преподавателя, учебных пособий и согласия на это заведующего школой. Программы этого периода носят в себе отпечаток предшествующего периода, в течение которого в дооктябрьской школе стали пробиваться некоторые передовые мысли. Лучшие педагоги предреволюционного периода, пользуясь данной им свободой, вложили в эти программы свой опыт, оживили программу практическими занятиями, но больше этого они сделать не смогли. Вопросы мировоззренческие в программы были включены в сущности лишь декларативно; сами авторы программ, имея самые лучшие в этом отношении намерения, не знали, как их проводить в преподавании астрономии. По этим причинам программы астрономии этого периода не представляют шага вперёд — они подытоживают неофициальный опыт дореволюционного передового учителя.

Со времени введения общегосударственных программ и до постановления ЦК ВКП(б) и СНК СССР о средней школе, указавших основные недостатки школьного дела и пути их устранения, астрономия в школе испытывала влияние многообразных направлений, начиная от комплексности и кончая методом проектов. Ещё в 1931 г. астрономия как предмет существовала в V, VI и VII классах, программа же её была «скомплексирована» с физикой («Проект новых программ ФЗС», вып. II). В программах ФЗС 1932 г. астрономия уже перенесена в VII год обучения, в программах же конца 1933 г. астрономия перенесена в X класс и на неё отведено 72 часа в год.¹⁾

Последовательный просмотр этих программ показывает, что

¹⁾ В предполагаемой новой программе (1947 г.) для X и XI классов астрономия распределяется так, что между двумя частями курса приходится каникулярный период. Такое распределение материала дает возможность преподавателю использовать начало лета и начало осени (наибольшее число ясных дней и ночей) для постановки как общих, так и самостоятельных школьных наблюдений. Так как в каникулярное время ученики выезжают в пионерские лагеря и туристские экскурсии, вполне возможно дать им небольшие, но содержательные задания по наблюдениям звёздного неба. В число этих заданий обязательно следует включить наблюдение передвижения планет и расположения небесных светил на иных широтах, чем местоположение школы. В весенне-летний период конца учебного года следует провести некоторые практические работы (в частности — проведение полуденной линии). В начале учебного года десятого класса (осень) очень полезно провести пропедевтическое знакомство с звёздным небом.

программа астрономии начинается в них более определяться со стороны диалектико-материалистической, главным образом со стороны разработки некоторых отдельных вопросов, связанных с историей борьбы науки с религией. Однако программы этого периода имеют значительные недостатки, выразившиеся (в ранних программах) в отсутствии правильного представления о связи теории и практики, некотором нарушении систематичности (во всех программах астрономии — по свойствам самого содержания — эти недостатки были невелики) и неясном представлении диалектико-материалистического содержания предмета. Последняя программа 1935 г. представляет собой прежнюю программу 1933 г. с незначительными редакционными изменениями и указанием числа часов на каждый раздел.

Эта программа оставалась неизменной до 1938 г., когда она была пересмотрена, причём были сделаны перестановки материала. Этот пересмотр связан с тем обстоятельством, что, исключённая было из сетки часов, астрономия была восстановлена в 1937 г., но уже с меньшим числом часов — 36 часов в год.

Рассмотрение различных программ показывает, что в первой части их (сферическая астрономия) имеются два основных, достаточно ясно выраженных, течения:

1) исходя из понятия о шарообразной и вращающейся Земле, выводить необходимость наблюдаемых движений светил (некоторые программы, например, программа военных училищ, утверждённая в 1889 г., французские программы);

2) идя от фактов наблюдений небесных светил, приводить учащихся к выводу о шарообразности Земли и её вращения; так же поступать и при изложении сведений о солнечной системе (более поздние программы военных средних школ, советские программы).

Что касается второго типа программ, то в них сказывается главным образом стремление сначала изложить всю формальную сторону, а потом объяснение в виде учения о шарообразности и вращении Земли.

Это стремление, однако, ведёт к тому, что элементы сферической астрономии, на изложение которых уходит много времени, не оживлённые объяснением сущности дела, становятся очень тяжелыми для понимания и усвоения, отрываются от понимания их причин и обоснований.

Элементы теоретической астрономии и астрофизики («описательной» астрономии) во всех программах даются одинаково: теоретическая в историческом порядке, астрофизическая в порядке пространственного расширения сведений о вселенной (тоже в сущности историческом). Содержание последнего раздела, естественно, не одинаково в различных программах; наиболее подробно оно разработано в советских программах.

Старые дореволюционные программы преследовали узко практические цели обучения и замалчивали или извращали идео-

логическое значение астрономии; советские программы на первое место ставят идейно-политическое воспитание и больше уделяют внимания вопросам, относящимся к природе и развитию небесных тел, бесконечности и вечности вселенной.

Изучение опыта советской школы показывает, что преподавание астрономии у нас находится на более высоком уровне, чем в дореволюционной и капиталистической школе и со стороны программ, и со стороны восприятия школьниками научно-марксистского взгляда на вселенную. Имеются и многие недочёты: преподаватели, понимая в общем мировоззренческое значение астрономии, ещё не научились разъяснять его во всех частях курса, не применяют некоторых полезных методических приёмов и учебных пособий, школьные астрономические наблюдения ставят односторонне, а иногда и пренебрегают ими. Эти недочёты отчасти происходят от незнания советской методической литературы (статьи в журналах) и вследствие отсутствия до сих пор книги по методике астрономии.

Помня высказывания В. И. Ленина об обучении основам наук, о переработке опыта старой школы и И. В. Сталина о передовой науке, в частности — астрономии, как освободительнице человеческого мышления от обветшавших, бесплодных теорий, мы приходим к выводу, что астрономия, как входящая в круг «основ», должна быть в числе предметов советской средней школы. В методике астрономии следует использовать опыт старой школы в области сферической астрономии, переработав её изложение, в области же теоретической и астрофизической, мало и плохо разработанной старой школой, следует продолжать искание новых, улучшенных методов.

Преподавание астрономии в школе должно обеспечить учащимся усвоение основ передовой науки в диалектико-материалистическом освещении; оно должно быть живым и действенным — таким, чтобы учащийся выносил из него понимание связи теории и практики и элементарные практические навыки; это преподавание должно вполне соответствовать задачам советского строительства и обороны страны.

Фридрих Энгельс («Диалектика природы», «Основные формы движения»), рассматривая вопрос о движении небесных тел, вскрывает существенный недостаток прежней школьной астрономии — чисто механическое толкование астрономических явлений, отрыв от изучения процесса развития небесных тел. Энгельс даёт здесь указание на необходимость изложения того, что мы теперь называем астрофизикой. Естественно, что в преподавании астрономии следует обратить особое внимание на изложение процессов развития небесных тел, строения и развития вселенной соответственно с современным состоянием науки, особенно в истолковании советских учёных, разрабатывающих эти вопросы на базе диалектико-материалистического мышления. Однако изложение одной астрофизической части

астрономии далеко не достаточно, так как, с одной стороны, она не может быть усвоена без знания основ астрометрии, с другой же стороны, как мы видим, именно астрометрия более всего нужна для практических применений.

Сферическая астрономия в курсе астрономии имеет значение не только как необходимый подготовительный отдел к пониманию элементов теоретической астрономии и астрофизики. Сферическая астрономия необходима в курсе и своими практическими применениями. Она даёт будущим морякам, лётчикам, артиллеристам и инженерам те основы ориентировки по небесным светилам, знания сферических координат и т. п., которые могут пригодиться и непосредственно, и в качестве базы для их дальнейшего специального обучения.

Изолированное обучение какому-нибудь одному из отделов астрономии, разрывающее связь теории с практикой и лишаящее преподавание его мировоззренческих выводов, явилось бы нарушением общих принципов обучения в советской школе.

Что касается формы обучения основам астрономии в советской школе, то постановление ЦК ВКП(б) от 25 августа 1932 г. указывает, что систематически, последовательно излагая преподаваемую дисциплину, преподаватель обязан приучать детей к работе в лаборатории, широко применять демонстрирование опытов и приборов, приучать детей к самостоятельной работе. В применении к преподаванию астрономии это означает, что сведения по астрономии должны быть соединены с ознакомлением с небесными светилами путём наблюдений, демонстрированием картин и практическими работами по сферической астрономии, имеющими целью создать у учащихся основные навыки и умения в ориентировке, определении времени, пользовании астрономическими календарями.

2. Задачи обучения астрономии в школе

Основная задача преподавания астрономии в советской школе должна соответствовать общей задаче нашей школы: это идейно-политическое воспитание и образование юношества на основе учения Маркса — Ленина — Сталина, подготовка активных строителей социализма, ограждение молодёжи от вредных идеалистических течений.

В докладах тов. А. А. Жданова о журналах «Звезда» и «Ленинград» и «29-я годовщина Великой Октябрьской социалистической революции» мы находим указания на эти основные задачи. Тов. А. А. Жданов говорит: «Необходимо оградить молодёжь от тлетворных чуждых влияний и организовать её воспитание и образование в духе большевистской идейности». При этом тов. А. А. Жданов указывает на то, что нужно «преодолевать и выкорчёвывать пережитки капитализма в сознании людей» и, указывая, что «империалистам всех мастей» не

нравятся успехи нашего социалистического строительства, призывает «смело бичевать и нападать на буржуазную культуру, находящуюся в состоянии маразма и растления».

Исходя из этих указаний, мы должны рассматривать задачи преподавания астрономии с двух сторон: 1) Изложение данных науки надо строить так, чтобы учащиеся получили твёрдые убеждения в вечности и бесконечности вселенной, вечном движении и развитии материи, её единстве и в возможности всё большего и большего познания вселенной. 2) Нужно бороться с теми идеалистическими влияниями, которые имеют своим истоком буржуазную философию. Эти влияния в области астрономии выражаются в утверждении и распространении взглядов на то, что вселенная непознаваема; а эти взгляды ведут в свою очередь к псевдонаучным «обоснованиям» якобы неизбежности творческого акта.

Тов. А. Д. Жданов говорит, что нужно «воспитать отважное племя строителей социализма» и указывает, что надо показать и «высокие качества советских людей» и «заглянуть в завтрашний день».

Имея эти указания, мы в области преподавания астрономии должны объяснить учащимся применение астрономии в работах текущей пятилетки и создать у них те элементарные навыки в астрономической ориентировке, которые им нужны как участникам строительства и обороны.

Следует рассказывать и об успехах и современных достижениях советской астрономии, как в области исследовательской, так и в организационной. Надо рассказать, как и в каком виде восстанавливаются разрушенные фашистами обсерватории и институты, каковы перспективы совсем новых построек, нашего советского приборостроения (например телескопы сталинского лауреата проф. Д. Д. МаксUTOва), задачи исследований в текущей пятилетке. Следует также обратить внимание, что успехи советской астрономии признаны Международным Астрономическим союзом и советским астрономам принадлежит руководящая роль в организации некоторых интернациональных астрономических исследований (например в комиссии переменных звёзд и др.)

Наша советская школа должна воспитать человека, свободного от религиозных цепей, понимающего противоположность научного и фидеистического мировоззрений, могущего противопоставить ненаучным измышлениям о вселенной истинные данные науки о её строении и развитии.

Поэтому в изложении основ астрономии надо выявить истинность научного мировоззрения, борьбу науки с ложными взглядами на мироздание, защищавшимися религией, на исторических примерах показать героизм представителей передовой науки в борьбе за истину против фидеизма и суеверий. Наиболее яркими примерами этой борьбы являются учёные времени

Возрождения: Коперник, Бруно и Галилей. Но не следует забывать, что и в дальнейшей истории развития астрономии эта борьба, иногда в затушёванной, скрытой форме — продолжалась, продолжается и теперь, но только в ином виде.

Повествования религии о происхождении мира и его строении целым рядом явных противоречий науке производят стрижательное впечатление. Сторонники религии пытаются сгладить эти противоречия всяческими особыми истолкованиями («тысячи лет, как один день» и т. п.).

Гораздо серьёзнее и опаснее та форма борьбы идеализма против науки, которая, не отворачиваясь грубо от науки, наоборот, как будто принимая её методы и выводы, старается их связать с авторитетом религиозных первоисточников (библия, талмуд, коран и т. п.), и, главное, дискредитировать самую основу науки, выдвигая якобы непознаваемость мира.

Поэтому, как это было указано выше, особенно важно дать учащимся не только описание достижений астрономии, но и показать методы, которые привели к ним, и тем самым закрепить в сознании учащихся бесконечность развития научных знаний. В этом случае полезно напомнить высказывание Ленина: «Познание человека не есть (*resp.* не идёт по) прямая линия, а кривая линия, бесконечно приближающаяся к ряду кругов, к спирали. Любой отрывок, обломок, кусочек этой кривой линии может быть превращён (односторонне превращён) в самостоятельную, целую, прямую линию, которая (если за деревьями не видеть леса) ведёт тогда в болото, в поповщину (где её закрепляют классовый интерес господствующих классов)»¹.)

Из этой цитаты видно, что изложение учащимся истории развития познаний о вселенной приобретает большое значение в борьбе против реакции, которая именно в эту-то сторону и бьёт, постоянно указывая на мнимые пределы научного познания, истолковывая все научные выводы так, что всегда остаётся нечто непознанное, и в этом непознанном находит базу для мистики, таинственного и непознаваемого божества.

Чрезвычайно важно, чтобы учащиеся в курсе астрономии получили убедительнейшее подтверждение справедливости одной из исходных позиций диалектического материализма, изложенного в словах товарища И. В. Сталина.

«Марксистский философский материализм исходит из того, что мир и его закономерности вполне познаваемы, что наши знания о законах природы, проверенные опытом, практикой, являются достоверными знаниями, имеющими значение объективных истин, что нет в мире непознаваемых вещей, а есть только вещи, ещё не познанные, которые будут раскрыты и познаны силами науки и практики»²).

¹) Ленин, К вопросу о диалектике. Соч., т. XIII, 1931, стр. 30.

²) История ВКП(б), Краткий курс, стр. 108.

Этим определяется вторая основная задача курса астрономии: не только показать процессы развития во вселенной, но и дать понятие о том, как развивалась и продолжает развиваться самая наука о вселенной, оберечь учащихся от превращения спирали, про которую говорит Ленин, в прямую линию.

Изложение основ астрономии обязательно надо связывать с её историческим развитием, а последнее сопоставлять (конечно, кратко) с известными учащимся из курса истории фактами.

Астрономия — наука наблюдательная. Единственный источник её знаний о небесных светилах — тот световой луч, который улавливается астрономическими инструментами. Этот световой луч, до тех пор, пока физика не подошла к нему, как к явлению материальному, рассматривался чисто геометрически — как прямая линия, направление которой определялось угломерными инструментами. Прогресс физики, а вместе с ним развитие техники, дали возможность определить его состав, энергию, запечатлеть изображение светила фотографически.

Как опыт в физике, так и наблюдение в астрономии является основным методом. Факты, связь между ними, теория явлений могут быть объяснены только на основе знакомства с этим методом астрономии — наблюдением. В учебном предмете метод науки не может быть раскрыт для учащихся во всех деталях. Изложение основ науки должно быть, однако, связано с описанием основ метода самой науки, и это требование особенно существенно при прохождении астрономии в школе.

В большинстве школьных учебных предметов (ботаника, зоология и т. п.) изучаются объекты, достаточно хорошо знакомые учащимся по их повседневным наблюдениям или доступные показу при помощи некоторого инструментария, посильного для школы (например, рассматривание микроорганизмов в микроскоп). Не совсем так обстоит дело с объектами астрономии, которые в своей большей части недостаточно знакомы учащимся и наблюдения которых для них часто недоступны. Показ всякого рода рисунков и фотографий и выводы, делаемые на его основе, не могут быть убедительными для учащихся, если они не будут иметь ясного понятия о самом методе, с помощью которого были получены эти рисунки и фотографии. Показывая результаты и не давая понятия о методах получения их, мы рискуем подорвать самые основы обучения, так как учащиеся вынуждены принимать на веру излагаемое преподавателем.

Отсюда вытекает третья задача изложения: дать понятие о главном, основном методе науки астрономии — наблюдении.

Выше уже было указано, что развитие астрономии протекало и идёт в тесной связи с родственными ей науками (физика, математика, техника) и с практическими требованиями. Все решённые и нерешённые проблемы астрономии проходят обычный путь: практика — теория — практика. Многие из задач социалистической стройки требуют применения астрономии, требуют

построения новых теорий, разработки новых методов наблюдений и их технического оформления. Служба времени, географические исследования, поиски полезных ископаемых, поднятие обороноспособности страны не могут быть проведены без содействия астрономической науки.

Отсюда вытекает четвёртая задача — показать связь теории с практикой, а также значение астрономии для социалистического строительства и для обороны страны.

Все эти задачи не должны рассматриваться изолированно друг от друга, так как в действительности все они внутренне глубоко связаны между собой.

3. Особенности методов обучения астрономии

Обучение астрономии складывается из изложения курса, сопутствующих или предварительных наблюдений, чтения учебника или книг, решения задач и из практических работ.

Эти частные методы прохождения курса имеют общие черты с другими школьными дисциплинами, особенно с физико-математическими и с естествознанием. Нам надо рассмотреть особенности этих методов, вытекающие из содержания и метода астрономии, как школьной дисциплины.

Приведённые выше задачи идейно-политического воспитания должны быть учтены во всех частных методах обучения астрономии и, прежде всего, в изложении, которое должно быть построено так, чтобы оно было всё проникнуто марксистско-ленинской теорией и укрепляло её в умах учащихся. Преподаватели нередко делают ошибки в этом отношении, рассматривая одни части курса, как мировоззренческие, а другие как, так сказать, нейтральные.

Особенно тщательно должно быть подготовлено изложение исторических отделов астрономии, в которых следует не столько обращать внимание на мелкие детали жизненного пути того или иного учёного, сколько на указание связи достижений его с состоянием и требованиями эпохи, когда он жил, и описанием, в меру доступности школьникам, методов, которые привели его к открытию нового.

В теоретической и астрофизической части курса главное — расположить и провести изложение так, чтобы получить ясный и точный вывод закона, указав наблюдательные средства, давшие материал для вывода. Когда закон вполне убедительно доказан, из него следует вывести следствия и обобщения, показывающие движение и развитие небесных тел.

Наблюдения, как было указано выше, имеют большое значение для восприятия и понимания тех сведений, которые даются в курсе. Школьные астрономические наблюдения имеют в курсе такое же значение, как демонстрации и лабораторные работы в физике. Однако постановка этих наблюдений имеет

свои, отличительные от физического эксперимента, черты. Наблюдения не могут быть поставлены во время урока (за некоторыми исключениями), как по причине времени суток и расположения небесных светил, так и вследствие погоды, — это вносит трудности организационного характера. Помимо этого затруднения имеется и другое: преподаватель при изложении курса вынужден использовать память учащихся, те, иногда кратковременные, восприятия, которые получены учащимися во время наблюдений. Эти обстоятельства не только требуют особенно внимательного отношения к организации и проведению наблюдений, но и к восстановлению в памяти учащихся результатов этих наблюдений.

Преподаватель должен найти наиболее подходящие в каждом случае формы обзора проведённых наблюдений с выделением из них того основного, что является существенным для данного урока. Основной формой такого обзора, естественно, является опрос учащихся.

Изложение астрономии всегда должно исходить или из фактов, воспринятых самими учащимися, или из наблюдений, произведённых на астрономических обсерваториях, когда такие наблюдения недоступны школе. Но и в последнем случае учащимся надо объяснить основу научного метода, опираясь на углубление и уточнение тех наблюдений, которые были выполнены ими самими. Если учащиеся провели наблюдения, то изложение должно начаться кратким опросом о результатах наблюдений, разъяснением и исправлением их и, наконец, тем обобщением, которое будет служить педагогу основой для начала изложения.

Если учащиеся не имели возможности провести наблюдения, а для изложения нужен материал научных наблюдений, то он должен быть дан учащимся с наибольшей наглядностью, и, по возможности, с указанием метода его получения. Если в первом случае нередко приходится прибегать к чертежу на доске для изображения обобщённого вывода из наблюдений, то во втором случае совершенно необходимо показывание картин тем или иным способом. Следует иметь в виду, что даже и в том случае, когда у учащихся нет специального материала наблюдений, следует, по возможности, исходить хотя бы даже от самых простых, житейских наблюдений и замечаний. Например, при изложении видимого движения Солнца по эклиптике, следует начать с элементарных знаний о том, что Солнце летом стоит высоко, а зимой низко, но уточнить их обобщением о результатах более подробных и точных наблюдений с помощью астрономических инструментов.

Такое вступление к каждому разделу программы даёт возможность в некоторых случаях пользоваться эвристическим приёмом изложения, активизировать учащихся, давать толчок их мыслям.

Конечно, эта работа учащихся не представляет, да и не должна представлять, по самому существу, чего-либо вполне самостоятельного, но, активизируя учащихся, она направляет их по пути развития науки и тем самым удовлетворяет одному из поставленных выше требований к курсу астрономии.

Догматический приём изложения иногда бывает неизбежен в некоторых разделах астрономии по содержанию самих вопросов. Однако вступление к разделу на основе наблюдений, подтверждение отдельных мест изложения этими наблюдениями оживляет урок и повышает активность учащихся. И при эвристических, и при догматических приёмах следует одинаково применять демонстрирование чертежей, картин и моделей.

4. Учебник и другие пособия

После изложения преподаватель указывает учащимся, что именно по учебнику должно быть ими прочитано дома для усвоения изложенного, какие задачи решены и какие наблюдательные работы выполнены.

Указания о чтении по учебнику или книге делаются согласно общим правилам, однако, если есть какое-нибудь несоответствие порядка изложения преподавателем и изложения в книге, — он должен это предусмотреть и дать указания о порядке чтения. В начале изложения следующего раздела следует проверить, не осталось ли какого-либо непонимания у учащихся, и внести ясность в эти места.

Как известно, учебник астрономии М. Е. Набокова и Б. А. Воронцова-Вельяминова был рассчитан на 72 учебных часа. Сокращение учебного времени вдвое требует сокращений учебника, а изменения в программе порядка изложения — требуют перестановок. Поэтому преподавателю необходимо сначала в своём собственном экземпляре учебника сделать изменения и разметку и после каждого урока сообщать учащимся, как и в каком порядке следует пользоваться учебником.

Следует также иметь в виду, что последние издания учебника астрономии 1941 и 1943 гг. имеют некоторые улучшения и поправки по отношению к предыдущим. Эти поправки невелики в смысле текста, но их следует принять во внимание, и если у учеников имеются предыдущие издания, то внести в них исправления по последнему¹⁾.

В учебнике астрономии описываются методы проведения наблюдений. Описание этих наблюдений, конечно, приспособлено к некоторому нормальному оборудованию. На самом же деле может оказаться, что выполнение наблюдений в силу местных условий приходится несколько изменить против опи-

¹⁾ Всё это, конечно, относится к старому учебнику. Учпедгизом в 1947 г. выпущен новый учебник астрономии для X класса.

санного в книге. Поэтому преподаватель, давая указания к чтению книги, должен одновременно разъяснить, как пользоваться теми параграфами её, в которых даются описания проведения астрономических наблюдений.

Кроме учебника, учащиеся должны уметь пользоваться «Астрономическим календарём», звёздными картами и атласом. При изложении какого-либо вопроса преподаватель показывает, как в данном случае пользоваться этими книгами и пособиями, причём делает это после изложения, отчасти в виде иллюстрации изложенного. Так, например, излагая вопросы, касающиеся экваториальных координат, преподаватель должен показать учащимся, как находить их для какого-нибудь светила в календаре, как отсчитывать по звёздному атласу или по звёздной карте.

Совершенно особо стоит вопрос об использовании популярно-научной литературы учащимися, проявляющими особый интерес к каким-нибудь вопросам астрономии. Перед уроком преподаватель должен сам ознакомиться с этой литературой, чтобы быть готовым не только указать её, но и отметить, что именно в ней надо читать и заранее предупредить учащихся о трудных или малопонятных местах.

Популярно-научные книги и брошюры по астрономии выходят из печати каждый год в различных издательствах. Рекомендацию учащимся популярно-научной литературы следует делать весьма осмотрительно, подбирая такую, которая обязательно углубляла бы и расширяла то, что уже изложено в учебнике, и была бы вполне доброкачественна со стороны содержания и изложения. Некоторым показателем доброкачественности содержания может служить издательство и фамилия автора, доступность же изложения для учащихся должна быть определена самим преподавателем путём предварительного просмотра книги или статьи.

Литературу следует рекомендовать, конечно, не устаревшую.

В некоторых случаях, для ознакомления с каким-нибудь особым вопросом истории астрономии, допустимо предложить и старое издание, но с указанием и более новых, трактующих то же, хотя бы и более кратко, но с учётом современного положения дела. Если, например, учащийся заинтересовался происхождением и историей названий созвездий, то допустимо дать ему «Звёздное небо и его чудеса» К. Фламмарiona, изд. 1899 г., но добавить к этому и книги или статьи, объясняющие названия созвездий с современной точки зрения и рассказывающие о современном определении созвездий как областей неба, в которых звёзды искусственно и совершенно произвольно отграничены от соседних областей-созвездий.

Популярно-научные статьи в журналах, дающие по большей части *современное* состояние тех или иных вопросов астрономии, наиболее подходят для рекомендации учащимся. Эти

статьи (особенно в журнале «Наука и жизнь») преподавателю рекомендуется систематически просматривать с тем, чтобы иметь возможность указывать на них учащимся.

5. Демонстрирование чертежей и картин

Дидактическое значение демонстрирования рисунков и моделей хорошо известно. В курсе астрономии они особенно необходимы, так как преподавателю нередко приходится исходить в своём изложении от объектов, которые учащемуся показать нельзя, или наблюдений, непосредственно учащимися не проводившихся и представляющих результаты работы с мощными инструментами.

Чертежи, преимущественно из области сферической астрономии, представляют или пространственный объект — небесную сферу, или её сечение какой-либо плоскостью. Рисунок небесной сферы воспринимается учащимися не без труда, и поэтому к такому чертежу надо их подготовить, начав с демонстрирования модели и показав, как эта модель проектируется на экран.

Простейший приём — отбросить на белый экран тень от шарообразной колбы, наполовину наполненной водой.

Изображение небесной сферы на классной доске должно быть сделано точно и аккуратно, а для этого лучше использовать классный циркуль и линейку и приучить к тому же и учащихся.

Следует предостеречь от пользования диапозитивами с такими чертежами. Появление на экране готового чертежа со всеми линиями не даёт возможности фиксировать внимание учащихся на постепенном развитии общего рисунка; внимание учащихся распыляется и чертёж воспринимается целиком, а не в своём развитии. При вычерчивании на доске преподаватель, наоборот, имеет возможность постепенно, по мере хода изложения, вводить учащихся в излагаемые им понятия. При черчении на доске подобных чертежей полезно пользоваться цветными мелками, благодаря чему некоторые линии особенно выделяются и, даже при законченном чертеже, не пропадают в общей сложности рисунка.

Рисунки небесных объектов следует давать на экране с помощью эпидиаскопа или проекционного фонаря. При малой возможности иметь хороший набор диапозитивов по астрономии эпидиаскоп оказывается особенно нужным. В связи с этим, конечно, надо уроки проводить в комнате с затемнёнными окнами. Количество показываемых рисунков следует строго согласовать с темой изложения и запасом времени. Поэтому надо остерегаться преувеличенно обильного количества рисунков, имея в виду, что каждый рисунок требует специального пояснения.

Астрономические фотографии, в виду отсутствия в них какой бы то ни было перспективы, могут дать неверное представление о размерах объекта, с которого снята фотография. Поэтому при показе астрофотографий следует сообщать учащимся, какому, примерно, угловому увеличению соответствует каждая картина, и привести данные об истинных угловых размерах объекта. Сопоставление этих данных поможет учащимся установить правильное отношение к рисунку.

При применении киноленты необходимо сделать строгий отбор нужных кадров ленты и постараться поставить показ так, чтобы иметь возможность делать остановки и пропуски. Это необходимо для пояснений. Отбор кадров делается для того, чтобы не тратить времени на показывание и объяснение картин, несущественных для данного изложения.

6. Демонстрирование моделей

В наглядных пособиях по астрономии есть некоторая специфичность, вытекающая из самой сущности излагаемых основ науки астрономии. В то время, как в некоторых дисциплинах (физика, химия) преподаватель может показать учащимся самое явление, подлежащее изучению, в классе, на демонстрационном столе или путём лабораторной работы, — преподаватель астрономии лишён этой возможности. Преподаватель астрономии может только путём наблюдений ознакомить учащихся с небесными явлениями; он не имеет возможности ни повторить их, ни изменить скорость их. Кроме того, наблюдение не даёт ещё всего для понимания явления учащимися. Наблюдение небесного явления необходимо как источник знания фактов, но понимания сущности факта оно ещё не даёт.

Объяснение же фактов очень часто встречает трудности из-за невозможности воспроизвести эти факты в очищенном виде, как это делается, например, в курсе физики. В силу этого преподаватель астрономии, показав или изложив факты, вынужден создавать модель явления. Этот приём очень древнего происхождения: армиллярные сферы, небесные глобусы относятся к древнейшим астрономическим приборам, служившим и для обучения, и для расчётов.

Прогресс науки добавлял к этим древнейшим приборам всё новые и новые модели соответственно расширению и углублению знаний о вселенной. Таким образом, после установления гелиоцентрической теории Коперника, стали строить модели планетной системы, модели, демонстрирующие обращение Земли около Солнца (теллурии) и т. п. Однако старые модели не потеряли своего значения для учебной работы — они приобрели лишь иной смысл. Так, армиллярные сферы, когда-то изображавшие схему геоцентрической системы, приобрели новый

смысл — как прибор для демонстрации небесной сферы и связанных с ней понятий.

Таким образом, модель по астрономии, демонстрируемая на уроке, имеет значение классного эксперимента. Выбор или конструирование таких моделей является весьма ответственным делом преподавателя. Астрономическая модель, изображая то или иное явление или понятие, должна удовлетворять прежде всего одному главному условию — изображать сущность, не вдаваясь в ненужные детали: она должна быть возможно более простой и наглядной, без излишней утрировки и декоративности.

В виде пояснения этого положения можно привести пример самодельного теллурия, сделанного одним преподавателем. В этой модели он потратил много изобретательности для того, чтобы показать эксцентриситет земной орбиты и сделать его весьма заметным. Такой теллурий расходится с истиной (эксцентриситет земной орбиты всего только 0,017 и принадлежит к числу самых малых в планетной системе) и, более того, вреден с той стороны, что может создать у учащихся ложное представление о зависимости времён года от эксцентриситета.

Конечно, никакие астрономические явления мы не можем воспроизвести в модели с точным соблюдением всех обстоятельств явления (например соответствие расстояния размеров, скоростей). В этом случае надо уметь выбрать основное, существенное, пожертвовав некоторыми обстоятельствами, связанными с данным явлением.

При выборе или изготовлении модели для демонстраций преподаватель, кроме указанного выше условия, должен исходить от педагогического опыта (своего собственного с добавлением указаний в литературе), от анализа тех трудностей, которые встречаются при прохождении какого-нибудь раздела программы.

При этом дополнительным условием является несложность модели, такое её построение, которое «не скрывает леса за деревьями». Последнее важно не только со стороны восприятия, но и со стороны экономии средств и материалов, так как преподавателям большей частью приходится строить модель собственными силами.

В виде примера можно указать хорошо известную необходимость демонстрировать движение Земли вокруг Солнца. Существенными здесь являются: обращение Земли вокруг Солнца, наклон и параллельность земной оси самой себе. В сущности, для демонстрации этого нет необходимости в особых приспособлениях; достаточно лампы и географического глобуса. Для этой же цели изготавливаются теллурии, в которых движение глобуса получается с помощью системы шестерён, причём вращается и глобус, а иногда устраивается и двигающаяся модель Луны.

Лучшей моделью оказывается или комплект из лампы и глобуса или теллурий Кандаурова, освобождённый от всех несущественных деталей и в то же время технически облегчающий процесс демонстрирования.

Своевременно и умело показанная модель облегчает восприятие определения или понятия, облакает его (для начала) в конкретную форму. Совершенно необходимы модели в разделах сферической и теоретической астрономии. Показывание их следует предварительно строго обдумать.

Трудность нередко заключается в том, что учащиеся, воспринимая модель, всё-таки затрудняются в понимании и разборе чертежа, соответствующего ей. Поэтому, показывая модель и ведя по ней начальные разъяснения, преподаватель одновременно должен делать чертежи на классной доске, следуя тем правилам, которые указаны выше. Модели основных астрономических инструментов обязательно следует показать и с их помощью продемонстрировать основные приёмы, с помощью которых получают результаты. Так, например, демонстрируя модель теодолита, необходимо в то же время показать учащимся, как измеряют высоту и азимут путём соответствующих поворотов трубы и отсчётов на кругах. Модели могут служить отчасти и при опросе учащихся; модель теодолита, например, может быть использована и для проверки знания учащимися горизонтальных координат.

Модели полезны не только в первой части астрономии, но и во второй — астрофизической, так как и здесь есть довольно много понятий, недостаточно ясно усваиваемых учащимися без помощи моделей. В виде примера можно привести полезность применения рельефной карты части лунной поверхности, освещаемой под различным углом: пользуясь такой моделью, легко объяснить различный вид лунной поверхности при разных фазах Луны и метод определения высоты лунных гор. Особенно полезны наглядные модели, показывающие соотношения расстояний и размеров небесных тел.

Как было указано выше, педагоги нередко сами строят модели по астрономии. Такое творчество можно только приветствовать; оно может дать интересные образцы новых моделей. Однако следует обратить внимание на одно обстоятельство, забываемое иногда педагогами (судя по имеющимся статьям в некоторых журналах): учёт уже имеющегося в этом отношении опыта. Действительно, по учебным пособиям имеется довольно богатая литература, которую преподаватели не всегда принимают во внимание и от этого «открывают америки». Эта литература охватывает по преимуществу отделы сферической астрономии, но почти не касается отделов астрофизики. Поэтому на пособия по астрофизике и полезно было бы обратить главное внимание в творчестве преподавателей.

7. Экскурсии на астрономическую обсерваторию

В преподавание астрономии должно быть включено проведение экскурсий. Целями экскурсий могут быть: знакомство с видом небесных светил путём наблюдений на астрономической обсерватории, посещения Планетария, осмотр астрономической обсерватории, осмотр предприятий или научных учреждений, связанных с астрономией или геодезией.

Конечно, часть этих экскурсий (например, в Планетарий или астрономическую обсерваторию) доступна не всем школам, но при экскурсиях школ в большие города не следует упускать этих возможностей и правильно их использовать.

При экскурсии в астрономическую обсерваторию для наблюдений необходимо иметь в виду, что на такой экскурсии преподаватель не имеет возможности так широко поставить работу, как, может быть, было бы желательно, и, кроме того, он должен обеспечить надлежащую дисциплину, особенно необходимую в условиях научного учреждения. Поэтому следует дать учащимся на то время, пока они не заняты непосредственно наблюдениями с помощью инструментов, задание по зарисовке и записыванию наблюдений невооружённым глазом и именно той области неба, которая будет видима в разрез купола. Иными словами, надо подыскать такие объекты наблюдений, которые были бы возможны в условиях показа и в то же время служили бы общим задачам курса. Если, например, предполагается при помощи инструмента показать туманность Андромеды, то в люк купола будет видно именно это созвездие, и можно дать задачу учащимся оценить яркость его звёзд. Имея определённую работу, учащиеся не будут мешать тем из своих товарищей, которые поочерёдно подходят к трубе для наблюдений.

Перед экскурсией необходимо уделить некоторое время для рассказа учащимся, какие объекты будут они наблюдать, на что именно надо обратить внимание при рассматривании этих объектов и поговорить об их зарисовке. Во избежание довольно обычных разочарований при наблюдении неба в трубу, преподаватель заранее должен разъяснить, что такое угловое увеличение трубы, как изменяется поле зрения трубы в зависимости от увеличения, как изменяется яркость объектов и, что тоже весьма существенно, как влияет на качество изображений беспокойство атмосферы и её недостаточная прозрачность.

Договорённость с научным руководителем экскурсии должна быть полная: ему необходимо сообщить о степени подготовленности учащихся, заранее наметить, что он будет показывать и какими рассказами сопровождать показывание. Рекомендуются просить руководителя предварительно при освещении показать трубу и её установку, дать указания, как надо смотреть

в окуляр, и сказать, какое увеличение и при каком поле зрения предполагается применить.

После экскурсии необходимо ознакомиться с зарисовками и записями учащихся, выяснить по ним, что было воспринято верно и что неверно, и тогда уже провести заключительную беседу и дать задание наиболее интересующимся учащимся сделать объединительный общий рисунок.

При экскурсии по осмотру обсерватории надо также тщательно договориться с экскурсоводом и при его помощи избрать основные объекты осмотра. Не следует ни увлекаться самому, ни давать себя увлечь (что иногда бывает) мелкими деталями научных инструментов. Основными объектами показа должны быть: измерительный угломерный инструмент, меридианный круг или пассажный инструмент, рефрактор на экваториальной установке, астрокамера, хронометр и часы. Измерительные инструменты для исследования негативов следует показать (не вдаваясь в детали), кратко сообщив их назначение.

Если в обсерватории поставлена служба времени, то общая схема этой работы тоже должна быть показана учащимся.

Наконец, надо показать учащимся какой-нибудь из подробных атласов (например Bonner Durchmusterung, Carte du Ciel) и звёздный каталог. В конце экскурсии хорошо в краткой форме ознакомить учащихся с результатами наблюдений в форме негативов или полученных с них позитивов (Солнце, Луна, звёздная фотография, спектрограмма) или наиболее понятных рисунков в изданиях этой обсерватории.

Словесные пояснения должны быть таковы, чтобы не повторять уже знакомого учащимся, а углублять имеющиеся сведения и давать представление о высокой точности астрономических наблюдений.

Перед экскурсией преподаватель сам, достаточно с этим предварительно ознакомившись, должен рассказать учащимся о задачах астрономических обсерваторий, и в частности о данной обсерватории. Полезно при этом заранее пояснить устройство куполов и башен и причину, почему башни не отапливаются.

По окончании экскурсии заключительная беседа может быть сравнительно небольшой. Следует дать задание учащимся кратко описать устройство обсерватории.

8. Экскурсии в Планетарий

Экскурсия в Планетарий не может быть поставлена так же, как в обсерваторию. Ввиду массовости посещения Планетария, невозможно требовать показа специально для данного класса какой-либо одной школы. Лекции Планетария могут быть приспособлены к уровню знаний школьников, но иногда (для приезжих) приходится слушать общедоступную массовую лек-

цию. Поэтому подготовка к экскурсии в Планетарий должна ограничиться описанием его устройства и предупреждением о его неизбежных недостатках: искажение вида созвездий для сидящих около стен, изображение звёзд кружками разного диаметра, а не точками разной яркости. По этим же причинам после экскурсии надо особенно тщательно опросить учащихся с целью вскрытия сделанных ими ошибочных восприятий, дать разъяснения и сделать нужные и возможные обобщения.

Планетарий воспроизводит видимые движения и является весьма важным пособием благодаря тому, что этот показ неба может быть произведён в значительно более короткий срок, чем срок естественного протекания самого явления. Эта возможность в любое время с очень большой скоростью показать суточное вращение неба, движение планет, Солнца и Луны может служить хорошим дополнением к наблюдениям учащихся. Так как экскурсия в Планетарий проводится уже тогда, когда начат курс астрономии, то некоторые понятия сферической и практической астрономии на этой экскурсии могут быть и повторены, и уточнены. С помощью аппарата «планетарий» можно показать: линию небесного меридиана, небесный экватор и эклиптику, высоту полюса, изменение вида неба при перемещении наблюдателя по поверхности Земли, явление прецессии, затмения, потоки метеоров, движение планет.

Перед экскурсией преподавателю полезно просмотреть книгу о Московском планетарии или какое-либо описание его в повременных изданиях. Техническое описание аппарата «планетарий» полезно знать и в том отношении, что преподаватель после экскурсии сможет ответить на вопросы учащихся о том, как устроен показ того или иного явления (такие вопросы учащиеся всегда задают).

Лектор Планетария, конечно, не может построить или перестроить свою лекцию по желанию одного какого-нибудь преподавателя, но можно ожидать, что указания о вопросах, проходящих в школе, и о необходимости наглядного разъяснения их так или иначе будут учтены лектором. Поэтому перед слушанием лекции рекомендуется поговорить с лектором, сообщить ему о том, что именно было бы желательно продемонстрировать и пояснить учащимся.

За последнее время (с 1943 г.) в Московском Планетарии читаются специальные лекции для учеников X класса. На эти лекции (их читается всего 16, в 8 приёмов) отводится половина времени школьного курса, остальные 18—20 часов учителя занимают в классе. Лекции эти, читаемые по программе средней школы, являются важной помощью в деле обучения, которой надо пользоваться и ценить её, но, в то же время, и не переоценивать. Никто не может стоять к ученику ближе и лучше понимать его, чем свой учитель, никакая, даже самая совершенная, лекция не может заменить учителя, который

знает каждого из своих учеников, все его особенности восприятия и усвоения. Поэтому учитель, проходя тот отдел курса, который уже был прослушан в Планетарии, должен (обязательно бывая на каждом занятии со своими классами) тщательно проанализировать слышанное в Планетарии, добавить и разъяснить то, что было недостаточно ясно школьникам в лекции, показав иные, чисто школьные пособия или повторить показ пособий, которые при демонстрировании в Планетарии не были достаточно хорошо видны и восприняты. Кроме того, конечно, надо заняться и решением задач и примеров и показыванием подлинного неба. На это следует обратить особое внимание: никакое, даже самое совершенное, изображение природы не может заменить наблюдение подлинной, а в Планетарии к тому же есть неизбежные недостатки в воспроизведении картины неба.

Неизмеримо меньшее значение имеют экскурсии на производства, связанные с астрономией; такие экскурсии должны быть построены так же, как экскурсии в обсерватории. Проводить их можно лишь на такие производства, которые используют астрономическую теорию и практику для целей нашего социалистического строительства (заводы геодезических инструментов, оптические и часовые заводы).

9. Практические работы и задачи

Одной из форм усвоения теории является применение её к практике, конечно, главным образом, в объёме школьного обучения. Упражнение в применении теории к практике может быть осуществлено в виде практических работ и решения различного рода задач.

О практических работах мы говорим особо в разделе наблюдений.

Что касается «задач», то под этим термином можно разуметь различные вопросы применения теории к практике и к объяснению явлений: разбор причин, вызывающих наблюдаемое явление (например восход Солнца), расчёт того, как будет протекать явление, выбор инструментов и методов для выполнения наблюдения, нахождение числовых значений, характеризующих какое-нибудь явление, умение пользоваться астрономическими справочными изданиями (астрономический календарь, таблицы, звёздные карты и атласы). Эти задачи, в сущности, не могут быть изолированы одна от другой: почти каждая группа задач бывает связана с другой.

Процесс решения задачи может быть или не быть облечён в математическую форму. И в этом отношении следует прежде всего предостеречь от излишнего и опасного увлечения математизацией задач, которая, в некоторых случаях, вместо рассмотрения сущности и следствий подлинного явления природы

даёт, лишь сухое, чисто формальное рассмотрение, подменяет природу математикой. В этом именно и опасность математизации астрономических задач, даваемых школьникам. Задачи с математическими выкладками должны даваться лишь постольку, поскольку по их содержанию эти выкладки действительно необходимы.

Ещё более надо быть осторожными с вычислительной стороной, которая должна быть дана в мере, необходимой для выработки умения сделать предвычисление какого-либо явления, важного в практической жизни (например расчёт высоты Солнца в полдень). Числовые данные для задачи следует выбирать именно так, чтобы они и соответствовали точности, с которой необходимо получить решение, и не создавали излишних вычислений. Если, например, решается задача о высоте Солнца в полдень, то совершенно не нужно давать склонение Солнца с точностью до секунд дуги; достаточно взять из календаря значение склонения до $0,1^\circ$ и даже до целого градуса.

С другой стороны нельзя давать задачи с применением математики, но без числового материала. Если решение задачи заканчивается выводом формулы, в которую не вкладывается никакое конкретное содержание, это порождает неудовлетворённость у учащегося и подменяет природу формулой.

Приступая к решению задачи, требующей математического процесса решения, необходимо предварительно разобрать астрономическую сущность этой задачи, показать необходимость и неизбежность применения формулы и, что тоже очень важно, пояснить результат и представить его наглядно. Если, например, решается задача о высоте светила в верхней кульминации, то обязательно надо потребовать, чтобы учащийся сначала сделал чертёж небосвода и расположения плоскостей меридиана, экватора и горизонта, показал на чертеже прохождение светилом меридиана и уже после этого указал обычную формулу вычисления высоты. Если высота по формуле вычислена, пусть учащийся укажет, по какому направлению в пространстве видно светило (приблизённо или пользуясь транспортом с отвесом). Если учащиеся приучены к такому подходу к задачам, то, решая их у себя дома, они так же будут производить подготовку к решению и наглядно представлять полученный ответ.

В качестве подхода к более сложным задачам следует возможно больше и чаще применять небольшие вопросы для решения в уме. Такие маленькие вопросы, как, например, «в какой стороне небосвода находится светило, если зенитное расстояние его уменьшается», не требуя никаких подсчётов, заставляют учащихся использовать запас своих знаний по сферической астрономии, представить себе ход явления.

К подобного рода задачам относятся и те, которые требуют от учащегося провести (показыванием рукой) основные линии

или показать, где находится светило с заданными горизонтальными координатами (предполагается, что учащиеся твёрдо знают, как расположен класс по отношению к плоскости меридиана).

Подбор задач можно делать или по учебнику М. Е. Набокова и Б. А. Воронцова-Вельяминова или же по «Сборнику задач и упражнений по астрономии» Б. А. Воронцова-Вельяминова¹⁾. При подборе задач следует руководствоваться указанным выше принципом: обращать главное внимание на задачи, углубляющие понимание. Надо начинать с нетрудных задач на соображение, переходить к вытекающим отсюда задачам с математическими расчётами из области практических применений и затем предложить одну-две задачи из более трудных, соединяющих и то, и другое.

Очень полезными являются задачи на расчёты по рисункам и фотографиям, которые имеются и при старом учебнике, и в задачнике Воронцова-Вельяминова.

Темы для небольших задач можно почерпнуть и из некоторых книг и из текущей жизни. Эти задачи, особенно если они взяты из текущей действительности, дают учащимся живое представление о применении теории к практике: богатый материал для такого рода задач дают путешествия (например поход «Челюскина», работы дрейфующей станции «Северный полюс», дальние перелёты советских лётчиков, дрейф «Седова»), условия дневного освещения на разных широтах, вопросы, связанные с текущей пятилеткой и с обороной страны. Применение справочников, звёздных карт, астрономического календаря является своеобразной задачей. В этом деле у учащихся должно быть развито умение, доведённое до степени навыка. Однако такого рода вопросы не должны иметь самодовлеющего характера; они должны представлять собой часть более общей и более живой задачи.

Решение задач и практические работы школьников существенны не только для усвоения пройденного по астрономии, но также и для учёта преподавателем эффективности и правильности своей методики преподавания. При решении задач немедленно выявляется неглубокое или даже ошибочное понимание вопроса. Контрольные работы по астрономии имеют уже иной характер — они имеют целью проверить знания школьников и влияют частично на общую оценку знаний каждого учащегося. В то же время контрольные работы могут давать и материал для суждения о результатах работы самого педагога в том случае, если в работах всех или большинства учащихся имеется какой-нибудь общий недостаток.

Конечно для двух основных целей: усвоения пройденного и учёта знаний — задачи должны выбираться соответственно этим

¹⁾ Из вновь изданного учебника Б. А. Воронцова-Вельяминова задачи исключены.

целям. Задачи специально для проверки работы самого преподавателя не должны иметь места, за исключением тех особых случаев, когда ведётся научно-исследовательская работа с разрешения Министерства просвещения. Предыдущие соображения касаются выводов из рассмотрения результатов решения задач: эти выводы, если преподаватель хорошо их проанализирует, помимо основной своей цели (усвоение или учёт) всегда дают некоторые суждения и о работе преподавателя. Работа преподавателя с учащимися не односторонне даёт ему знание его учеников, а показывает ему все стороны процесса обучения.

Составление контрольных вопросов заслуживает особого внимания: шаблонно составленные вопросы, требующие лишь изложения словесных или математических определений из учебника, покажут, в лучшем случае, наличие прилежания и памяти у учащегося, но не вскроют его подлинного знания. В результате постановки такого рода вопросов невозможен сколько-нибудь уверенный вывод ни о знании учащегося, ни о работе педагога. Бесспорно, учащийся должен знать основные определения, и проверку этого провести надо, но подбирая такую форму вопроса, которая, не повергая учащегося в недоумение, в то же время выявила бы его уверенные ясные знания. Следовательно, включая в общую контрольную работу какое-нибудь из основных определений, учитель должен дать тут же и второй вопрос, развивающий это определение.

Легко, например, поставить и нетрудно ответить на вопрос: «Что такое полуденная линия?» (Ответ: «пересечение плоскостей меридиана и математического горизонта»). Если мы к этому добавим вопрос: «По какому направлению падает тень от гномона 22 июня в полночь в Мурманске?», то этот вопрос даст возможность лучше уяснить знание учащегося, особенно, если предъявить требование сделать пояснительный чертёж.

Вообще в контрольных работах вопросы словесных или математических определений астрономических понятий должны занимать минимальное место, главное же — те вопросы, которые, не требуя вычислений, выявляют понимание сущности астрономического явления или понятия. Точно так же следует остерегаться ставить вопросы главным образом по элементам сферической астрономии: соотношение числа вопросов по основным частям курса должно, во всяком случае, соответствовать значимости частей программы. Вопросы, требующие вычислений, следует давать в минимальном количестве (а можно и совсем не давать) и притом подбирая условия так, чтобы процесс вычисления был наиболее прост.

Оценку работы (по 5-балльной системе) учитель для себя должен делать по каждой части в отдельности: сводка результатов даст ему поучительные для себя выводы. Оценка для учащегося должна быть, конечно, единой и в ней преподава-

тель оценивает главным образом понимание, знание фактов и умение.

Учёт знаний учащихся только по одним контрольным работам совершенно недопустим в школе даже и при том небольшом числе часов, которое даётся на астрономию. Преподаватель должен знать своего ученика не только по документальным данным контрольной работы, но и в повседневной своей работе с классом. Следует на каждом уроке отводить определённое время на спрашивание урока хотя бы у одного из учеников и на летучие вопросы, задаваемые другим ученикам. Наиболее эффективный приём — в самом начале урока дать 2—3 таких небольших вопроса, предлагая всем подумать об ответе, а спросить только одного по одному вопросу. Эти вопросы следует тщательно подготовить так, чтобы они вытекали из содержания предыдущего урока и заставили бы учащихся не только выполнить пройденное, но и сделать выводы (например вопрос «Каковы были бы времена года, если бы ось Земли была перпендикулярна к плоскости её орбиты»).

Ставя отметки на каждом уроке по этим вопросам и по изложению одного из учеников, преподаватель накопит достаточно материала, чтобы не впасть в ошибку оценки только по контрольной работе. Нерационально делать одну большую контрольную работу в конце курса; гораздо лучше сделать три *небольшие* контрольные работы (по главным разделам) в течение курса с небольшим числом вопросов в каждой (2—3), не требующим много времени.

10. Наблюдения вводные

Постановка астрономических наблюдений в школе имеет целью, во-первых, познакомить учащихся непосредственно с теми небесными явлениями, знакомство с которыми совершенно необходимо для изложения астрономии. Такого рода наблюдения (ознакомительные) настолько важны, что при отсутствии их невозможно изложить астрономию с уверенностью, что учащиеся поняли её надлежащим образом, короче говоря, — преподавание становится по существу формальным, оторванным от действительности, «меловым».

Кроме этой основной цели, астрономические наблюдения имеют и вторую цель — дать учащимся элементарную практику в приложении получаемых знаний к проведению таких работ, которые в большом масштабе применяются в народном хозяйстве, в обороне страны и в обычной житейской практике. Наблюдательные работы этого рода мы в дальнейшем будем называть практическими работами. Практические работы важны также и потому, что они дают материал для проверки знаний, имеющихся у учащихся.

Наблюдения первого рода (ознакомительные) мы можем под-

разделить на две группы: 1) вводные — дающие учащимся непосредственные знания самого явления для того, чтобы подвести их к обобщениям и выводам на занятиях, и 2) иллюстративные — имеющие целью дополнить изложение об известном уже объекте более подробным его изучением. Эти названия указывают основную цель таких практических работ: наблюдения первого рода (вводные), вообще говоря, предшествуют прохождению определённого отдела курса, наблюдения второго рода проводятся уже после изучения учащимися того же раздела курса.

Совершенно очевидно, что иллюстративные наблюдения могут, а в некоторых случаях и должны иметь один и тот же объект с вводными. Вводные наблюдения должны быть проведены по отношению ко всем разделам курса, но особенно к разделу сферической астрономии и элементов теоретической астрономии. В разделе астрофизики роль вводных наблюдений становится меньше, но приобретают особое значение иллюстративные наблюдения.

Следует заметить, что невозможно и даже вредно строгое разделение наблюдений по разделам преподавания. От наблюдений небесных явлений следует стараться получить не только тот материал, который нужен для данного раздела, но использовать наблюдения для последующих, так как течение явлений, условия погоды и т. п. не могут гарантировать, что наблюдение, отбрасываемое ради строгого ограничения разделов, можно будет повторить позже. Следует также решительно отойти от практики дореволюционной школы, где астрофизическим наблюдениям придавалось меньшее значение, чем наблюдениям, связанным с разделом сферической астрономии.

Вводные наблюдения необходимо провести следующего содержания: 1) общее знакомство с звёздным небом — с созвездиями и с суточным движением звёзд; 2) видимое движение Солнца; 3) видимое движение планет; 4) видимое движение Луны и смена фаз Луны; 5) спутники Юпитера и их движение; 6) вращение Солнца и изменение вида пятен; 7) цвета и спектры звёзд; 8) Млечный Путь; 9) изменение блеска переменных звёзд.

1) **Общее знакомство со звёздным небом.** Очень важным является первое наблюдение из указанных в этом списке, так как именно оно даёт основной материал для всего курса. Это наблюдение следует проводить четыре раза в году, расположив наблюдение во времени так, чтобы ученики ознакомились с типичными созвездиями каждого из четырёх сезонов и с теми объектами звёздного неба, которые в это время видимы.

Каждая из этих четырёх наблюдательных работ должна иметь программу, соответствующую виду неба в это время; общим во всех четырёх является ознакомление с созвездиями

Самая важная — первая наблюдательная работа, которую следует провести до начала классных занятий астрономией.

Первое наблюдение должно быть проведено в таком порядке. Сначала преподаватель знакомит учащихся с несколькими созвездиями в южной части неба и близ полюса мира. В числе этих созвездий обязательно должны быть Большая и Малая Медведицы. Тут же учащимся показывается метод нахождения созвездий путём проведения мысленных линий по небу.

Желательно, чтобы у учащихся были звёздные карты — это даёт возможность научить их элементарному пользованию ими. Если имеется расшитый звёздами зонт, то наличие такого пособия значительно облегчает всю работу. Он заменяет большую звёздную карту, рассматриваемую в проекции на небо. Наиболее удобно установить зонт на подставке, чтобы расположение созвездий на нём соответствовало расположению созвездий на небе, и подписать названия созвездий мелом на внутренней поверхности. В этом случае после минимальных указаний очень быстро учащиеся знакомятся с главными околополярными созвездиями, и тогда их можно начать обучать приёму нахождения созвездий по звёздной карте.

Таким же способом можно установить и общую карту звёздного неба (в стереографической проекции). Для этого надо (наклеив её на картон) закрепить её булавкой или кнопкой на конце наклонно поставленного стержня (по направлению оси мира). Преимущество первого способа в том, что поверхность зонта — сферическая.

С самого начала наблюдений надо, чтобы учащиеся заметили положение трёх светил по отношению к горизонту — одного в западной стороне неба, другого — в восточной и третьего — в южной. Положение последнего можно отметить, установив самую обыкновенную палку с диоптром так, чтобы выбранная яркая звезда была видна по направлению какого-нибудь высокого заметного предмета.

Если наблюдение производится на специально подготовленной вышке или площадке, то всё значительно облегчается постоянными приспособлениями, имеющимися на ней.

Показав через некоторое время изменение в положении тех же звёзд по отношению к горизонту, преподаватель имеет возможность подвести учащихся к ознакомлению с суточным вращением звёздного неба при помощи трубы или даже бинокля, установленного на неподвижной подставке. При наличии фотографической камеры полезно, наведя её на полюс мира, получить фотографию дуг движения околополярных звёзд (с достаточной выдержкой — несколько часов).

Когда общее знакомство с основными созвездиями проведено, преподаватель может оживить эту картину своим рассказом и показом наиболее интересных и значительных объек-

тов неба. Этот рассказ и показ должны захватить следующие вопросы: различия блеска и цветов звёзд, с указанием (конечно, очень кратким) на эти характеристики как на признаки различного физического состояния звёзд, Млечный Путь, звёздные скопления, Луна, планеты (частично с помощью трубы или бинокля). Если видимая в это время планета может быть наблюдаема ещё в течение 2—3 месяцев, надо, чтобы учащиеся зарисовали её положение в созвездии, где она находится. Полезны последующие зарисовки вида Луны и её положения на звёздном небе.

При таком показе неба учащиеся не только ознакомятся с расположением созвездий, но и будут подведены к общему знакомству с теми объектами, которые подлежат изучению в курсе.

Конечно, не все эти наблюдения являются обязательными для проведения их, — преподаватель выбирает то, что наиболее важно и удобно показать. Но надо при этом помнить, что безоблачная погода не так уж часто бывает и поэтому полезно не ограничиваться малым.

Три другие наблюдательные работы этой серии в течение года естественно будут иметь иной характер, так как учащиеся, по мере их знакомства с курсом, всё менее будут нуждаться в первоначальных указаниях, будут всё более проявлять самостоятельность в отыскании созвездий и в выполнении практических работ. Вторая наблюдательная работа, кроме ознакомления с созвездиями по звёздной карте, может быть связана с практическими работами по сферической астрономии (соответственно пройденному на уроках) и, как и первая, может закончиться вопросами астрофизического описания неба.

В третьей и четвёртой работах по наблюдению звёздного неба можно уже вводить не только практические работы, но и самостоятельные наблюдения астрофизического характера, выполняемые учащимися. Конечно, при каждой работе руководство и объяснения преподавателя необходимы, тем более, что показ некоторых объектов может быть выполнен только им самим.

2) Наблюдения видимого движения Солнца. Наблюдения видимого движения Солнца имеют задачей получить сначала график высот Солнца в полдень, а затем, по известной высоте полюса (или широте места), линию эклиптики. Наблюдения выполняются около истинного полудня с помощью угломерного инструмента. В простейшем случае таким инструментом может быть высотомер.

3) Наблюдения видимого движения планет. Наблюдения видимого движения планет, так же как и Луны имеют целью получение конкретного материала о смещении этих светил по отношению к звёздам; наличие такого материала необходимо для дальнейшего изложения.

Видимое движение планеты отмечается по копии звёздной карты с записью времени наблюдения. Из всех планет, видимых в данное время, для таких наблюдений следует выбрать, по возможности, две планеты с наиболее заметным движением, причём хорошо, если в этот список можно включить Венеру. Вполне удобными объектами для таких наблюдений являются Марс и Юпитер.

4) Наблюдения видимого движения Луны. Для наблюдения перемещения Луны среди звёзд и смен её фаз необходима карта экваториальной полосы неба от склонения $+30^\circ$ до -30° с отмеченными на ней более яркими звёздами и зодиакальными созвездиями. На протяжении приблизительно 30 дней учащиеся отмечают на такой карте положение Луны и её фазу, указывая дату наблюдений.

Эти наблюдения не могут быть проведены в один вечер; поэтому надо соответственно их организовать, о чём будет сказано далее.

5) Наблюдение спутников Юпитера имеет задачей показать учащимся образец планетной системы. Главное в этом наблюдении — передвижение спутников. Поэтому недостаточно, если учащиеся только убедятся в их существовании; надо расположить наблюдение так, чтобы можно было заметить передвижение и, если позволяют оптические средства, затмения спутников. Это наблюдение можно провести даже с биноклем, дающим шестикратное увеличение, если только он помещён на устойчивой подставке. В небольшую трубу такие наблюдения выполнимы в полной мере.

6) Наблюдения Солнца в телескоп имеют целью подметить его вращение и изменение вида пятен. Даже в небольшой инструмент, проектируя изображение Солнца на экран, нетрудно заметить на Солнце пятна. При этом, если вести наблюдения несколько дней подряд, можно заметить изменение вида и перемещение пятен, вследствие вращения Солнца, появление новых, исчезновение или разделение бывших. Наблюдения ведутся на экране с зарисовкой расположения пятен и с отметкой направления суточной параллели Солнца (рис. 1).

Это направление получается весьма просто. При неподвижном инструменте изображение Солнца перемещается по экрану. Отметив на экране два последовательных положения одного и того же пятна, получаем направление этой параллели, то-есть «восток-запад» (на диске Солнца).

Для такой работы достаточен даже и призмный бинокль; его можно установить на доску с заранее заготовленным экраном (кусочек фанеры, на которую прикалывается бумага для зарисовки). Следует подобрать постоянный размер круга, вычерчиваемого на бумаге, соответственно наблюдаемому изображению Солнца. Когда учащиеся из наблюдений и изложения преподавателя будут знать о вращении Солнца, надо, пользуясь

данными «Астрономического календаря», отмечать на рисунке направление оси вращения и расположение экватора Солнца, а для этого необходимо отметить направление суточного движения Солнца на экран.

7) Наблюдения цветов звёзд имеют целью углубить у учащихся представление о звёздах, как о физических телах. Это наблюдение очень желательно соединить с рассмотрением спектров звёзд. Последнее возможно провести путём помещения перед объективом оптического инструмента, служащего для наблюдений, призмы с небольшим преломляющим уг-

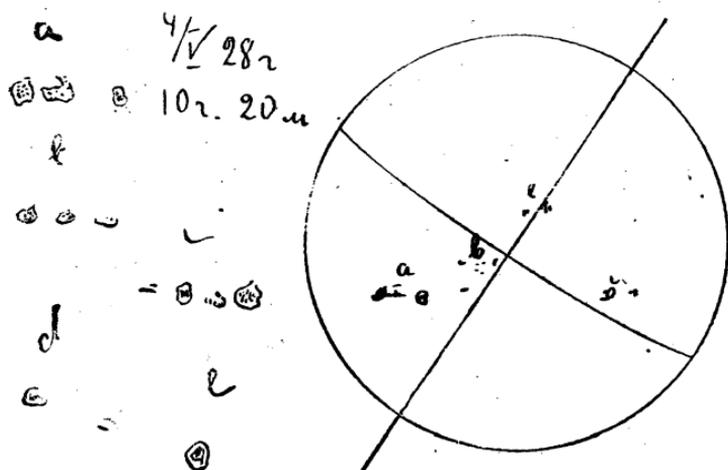


Рис. 1. Рисунок Солнца (экран при трубе, изображение перевёрнутое; отмечено направление оси и солнечного экватора).

На рисунке отмечено второе положение солнечного пятна (вследствие суточного движения Солнца), проведена прямая, намечающая это направление. Отмечены южная и северная точки диска (направление круга, склонения), западная и восточная (направление суточной параллели). Рисунок и обработка сделаны по наблюдениям с небольшой трубой школьником средней школы (Моск. опытно-показ. школа-коммуна. 1938 г.).

лом. Призма помещается в положении, соответствующем углу наименьшего отклонения. Определив из опыта этот угол, преподаватель при наблюдениях должен показать и разъяснить учащимся, как надо нацеливаться на наблюдаемую звезду.

Важно, чтобы учащиеся могли сопоставить цвета звёзд с общим видом спектра, т. е. воочию убедились бы, что, например у красных звёзд в спектре слабо выражен фиолетовый конец. При наличии окулярного спектроскопа станут заметны и отдельные полосы и линии спектра. Призма (если её нет возможности купить) может быть изготовлена способом, предложенным Ф. Н. Красиковым¹⁾.

Выбор звёзд для таких наблюдений обусловлен общим видом неба. Вообще говоря, следует подобрать не менее пяти

¹⁾ «Упрощённые приборы по физике», Гиз, 1923, стр. 19.

звёзд различных градаций их окраски из числа наиболее ярких (не ниже второй величины), пользуясь каталогом в постоянной части «Русского астрономического календаря».

8) Наблюдения Млечного Пути. Весьма полезной работой является зарисовывание очертаний Млечного Пути с оценкой яркости (если представится возможность) в его различных частях. Эта работа подводит к восприятию изложения вопросов строения звёздного мира. Для выполнения работы учащимся не надо никаких инструментов: достаточно иметь общую карту звёздного неба (без очертаний Млечного Пути). Очертания наносят на эту карту.

Что касается относительной яркости различных частей Млечного Пути, то такое наблюдение по всему его протяжению заняло бы слишком много времени. Следует выбрать участок наиболее характерный и пронаблюдать его с зарисовкой относительной яркости с помощью штриховки различной густоты.

9. Наблюдения переменных звёзд. Характеристику яркостей звёзд, которая даётся в один из первых вечеров наблюдений, следует углубить путём наблюдений звезды переменного блеска. Наиболее удобными переменными звёздами для такой работы являются β (бэ́та) Лиры и δ (дельта) Цефея; последняя особенно подходит вследствие своей постоянной видимости в средних широтах СССР.

Если в то время, когда назначено проведение наблюдений переменных звёзд, минимум Альголя (β Персея) приходится на удобные часы, можно порекомендовать провести наблюдения и этой звезды около времени её минимума.

Для наблюдений переменных звёзд у учащихся должны быть звёздные карты окрестностей переменных с указанием блеска звёзд сравнений. При первоначальном знакомстве с этими переменными можно ограничиться оценками блеска переменной между двумя ближайшими по блеску звёздами сравнения; запись должна быть сделана в виде например: $b < v < a$. Наблюдения всех учащихся, снабжённые отметками времени, следует обработать в виде графика. Это можно поручить наиболее активным и способным учащимся.

11. Наблюдения иллюстративные

Иллюстративные наблюдения имеют, в сущности, то же содержание, что и вводные. В некоторых случаях приходится вводные наблюдения заменять иллюстративными; наоборот, можно некоторые иллюстративные обратить в вводные. К иллюстративным наблюдениям следует отнести и такие, объекты которых представляют явления особого порядка: солнечные и лунные затмения, кометы, метеорные потоки. Объектами иллюстративных наблюдений прежде всего должны быть небесные

тела нашей солнечной системы: Солнце, Луна, планеты, а затем объекты звёздного неба: туманности, звёздные скопления, Млечный Путь, двойные и переменные звёзды.

Нет необходимости подробно пояснять, что именно должно быть содержанием перечисленных выше иллюстративных наблюдений, так как основная задача таких наблюдений — иллюстрировать пройденное на уроках.

Здесь уместно предостеречь от погони за большими увеличениями при телескопических наблюдениях. Недостаточно хорошие атмосферные условия, отсутствие у учащихся навыков к наблюдениям — всё это может создать такие обстоятельства, что, рассматривая с большим увеличением планету или звёздный объект, учащиеся будут разочарованы низким качеством изображений. Показывание небесных объектов в трубу углубляет общее представление учащихся о данном светиле — оно должно дать им совершенно чёткий образ наблюдаемого.

При показывании в трубу следует обращать особенное внимание на такие случаи, когда возможно продемонстрировать изменение в наблюдаемом объекте, и ставить показ и давать указания так, чтобы учащиеся могли это изменение заметить. Замеченное изменение всегда производит большое впечатление. При показывании Солнца на экране надо обратить внимание учащихся на структуру какого-нибудь большого неправильного пятна, так как именно в таких пятнах изменения деталей происходят сравнительно быстро, в течение часа и даже менее.

При рассматривании Юпитера в хорошую трубу точно так же бывает возможно заметить вращение планеты при двух последовательных наблюдениях, разделённых временем в 1—2 часа.

Особенно просто заметить изменение освещения Солнцем поверхности Луны. Во всякое время близ края тени до полнолуния нетрудно подыскать какую-нибудь вершину, которая в начале наблюдения выделяется, как небольшое светлое пятнышко на тёмном фоне, а через полчаса или через час уже становится явственно заметной. Вообще подробное изучение особенностей лунной поверхности является одной из хороших тем иллюстративных наблюдений, тем более, что такое наблюдение можно провести с очень небольшими инструментами.

Что касается планет, то из них наиболее подходящей для подобных наблюдений является Юпитер, большой угловой диаметр которого даёт возможность использовать и несильные трубы. Вращение Юпитера можно подметить и за тот промежуток времени, в течение которого ведутся наблюдения.

Демонстрирование двойных звёзд лучше всего начинать с Миара и Алькора, а затем показать более тесные пары ¹⁾, если

¹⁾ Подбор таких пар зависит от качества инструмента и преподавателю можно рекомендовать, пользуясь каким-либо из справочников, предварительно самому испробовать, что именно можно показать.

возможно, с разноцветными составляющими. Очень полезно показать кратные звёзды (например θ Ориона).

Демонстрирование Млечного Пути в трубу при недостаточных сильных оптических средствах школы не имеет особого значения. Следует начинать с показывания при небольшом увеличении и большом поле зрения, выбирая такие места Млечного Пути (созвездия Лебедя, Орла, Щита, Змееносца, Скорпиона), где особенно выделяется его облакообразное строение.

12. Наблюдения затмений, комет и метеоров

Наблюдения лунных и солнечных затмений, а также метеорных потоков должны быть включены в план наблюдений на год и поставлены, насколько это возможно, очень тщательно. Наблюдения ярких комет и особенно новых звёзд не могут быть календарно предусмотрены, но если случается такое явление, на него надо обратить внимание и организовать наблюдения.

Задачей наблюдения лунного затмения должно быть поставлено ознакомление с ходом этого явления, с очертаниями тени Земли (убедительный довод в пользу шарообразности Земли) и с теми особенностями окраски Луны, которые бывают в этом случае. Наблюдения следует проводить с небольшими увеличениями (чтобы была видна вся Луна). Учащиеся должны, имея бумагу с заранее начерченными на ней одинаковыми кругами, изображающими диск Луны, через определённые промежутки времени зарисовывать вид Луны в течение затмения, по возможности цветными карандашами, с указанием момента зарисовки. Такой лист с рисунками даёт хорошую картину хода явления и может быть использован как иллюстрация на уроке (рис. 2). По выполнении работы следует показать учащимся наиболее удачные рисунки и указать их достоинства, а также и недостатки худших рисунков.

При наблюдении солнечного затмения таким же порядком ведётся зарисовывание вида затмевающегося Солнца, причём в этом случае надо пользоваться отбрасыванием через трубу или бинокль изображения Солнца на экран. В случае полного солнечного затмения надо обязательно включить в программу наблюдений зарисовку солнечной короны, по возможности цветными карандашами или красками. Такие рисунки затмений, кроме прямой пользы для учащихся, могут иметь и более общий интерес. Перед этими наблюдениями следует по «Астрономическому календарю» подсчитать с возможно большей точностью главные моменты затмения и тщательно выверить часы.

Наблюдения метеорного потока имеют целью дать учащимся понятие о закономерностях в этом явлении — о нарастании числа метеоров и о существовании радианта. Для таких наблюдений у каждого из учащихся должна быть карта соответствующей области неба, с которой он должен быть заранее до-

статочно хорошо знаком, чтобы, заметив метеор, нанести его путь на карту. Учащихся при этом следует разделить на небольшие группы, каждой из которых поручить наблюдение определённой области неба в той его стороне, где ожидается появление метеоров. Такие наблюдения можно ставить как коллективно, так и поодиночке, с обязательной последующей сводкой всех наблюдений на один лист.

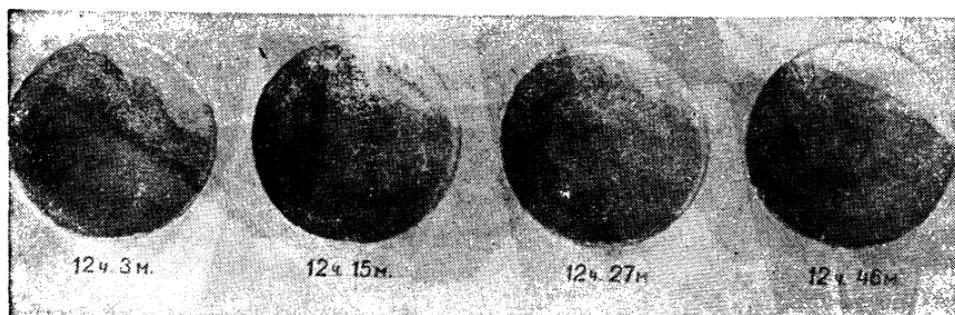


Рис. 2. Рисунки лунного затмения, сделанные школьниками школы № 3 Краснопресненского района г. Москвы. (Подлинные рисунки в красках.)

О появлении кометы на небе, если она доступна наблюдению невооружённым глазом или в трубу, учащиеся должны быть извещены при специальной встрече преподавателя с учащимися. При этом преподаватель должен сообщить сведения об условиях видимости кометы, её положении и предполагаемом движении. Карту той области неба, где видима комета, следует выставить в кабинете. Задачей наблюдения кометы является зарисовка видимого движения (как для планеты) и изменений вида самой кометы. Эти наблюдения можно проводить как коллективно, при непосредственном участии преподавателя, так и путём дачи заданий по самостоятельным наблюдениям. Самое лучшее — провести одно общее наблюдение и после него дать задание.

В случае появления новой звезды извещение делается так же, как и о комете. Задачей наблюдений является оценка блеска звезды, т. е. используются навыки в наблюдении переменных звезд.

13. Практические наблюдательные работы

Практические наблюдательные работы, как было указано выше, имеют целью дать учащимся возможность применить свои знания к решению ряда практических задач. Содержание этих практических задач вытекает из знания теории и применений астрономии в жизни, которые связаны с задачами социалистического строительства и обороны страны.

Дело тут не только в ознакомлении с применением астрономии в этих областях, но и в прямой выработке тех элементарных навыков ориентировки, которые могут быть полезны будущим советским воинам, морякам и активным участникам строительства социализма.

Конечно, умение ориентироваться по Полярной звезде — дело хорошо известное, мимо которого не должен пройти ни один педагог в своём плане практических работ. Следует, однако, иметь в виду, что этим светилом не исчерпываются все методы ориентировки: ориентироваться в случае надобности можно и по Луне, и по экваториальным созвездиям, и по Солнцу.

Ориентировка по Луне может быть приближённо сделана, если учащиеся будут твёрдо помнить, на какой угол отстоит Луна от Солнца (на небесной сфере) при различных фазах и в какой стороне небосвода она должна быть видна. Если же точки горизонта известны, то Луна может послужить (при отсутствии часов) указанием времени.

Экваториальные (в частности зодиакальные) созвездия (если невидима за облаками северная часть неба) точно так же могут служить ориентиром южного направления (если известно время) или времени (если известны направления). Необходимо поэтому, чтобы учащиеся твёрдо запомнили характерные созвездия южной половины небосвода, например, для полуночи каждого сезона. Каковы бы ни были темы текущих наблюдений, на ознакомление с созвездиями экваториальной зоны всегда нужно обращать особенное внимание.

Запоминание экваториальных созвездий *для полуночи* необходимо потому, что в летнее время вечера светлые и созвездия становятся достаточно отчётливо видимы именно ко времени полуночи. Если же запоминать созвездия, видимые при *наступлении темноты*, то осенью и зимой почти не будет никакой разницы, так как от осеннего равноденствия до зимнего солнцестояния темнеет всё раньше и раньше.

При этом преподаватель может ознакомить учащихся с тем, как можно, пользуясь картой с сеткой прямых восхождений, приближённо рассчитать созвездия, видимые в верхней кульминации за 1, 2, 3 часа до полуночи или позднее.

Что касается ориентировки днём по Солнцу, то она может быть сделана более точно, чем это обычно делается, если изготовить горизонтальные солнечные часы из картона (с отгибающимся теньвым указателем, чтобы их можно было положить в карман или в записную книжку). Такие часы (при наличии карманных часов) в любое время дня покажут достаточно точно направление юг — север. Для этого надо, держа циферблат горизонтально, установить их так, чтобы они показывали местное время, которое вычисляется по показаниям карманных часов. Конечно, часы должны быть построены для средней широты

ты (в пределах $2-3^\circ$) той местности, где может быть надобность в ориентировке.

Практические наблюдения и работы возможны и нужны главным образом по первой части курса — сферической астрономии. В числе этих наблюдений могут быть такие: определение направления меридиана по Полярной (приближённое), определение направления полуденной линии по Солнцу, определение широты по высоте звёзд в меридиане (возможен вариант — определение склонения по известной широте), определение звёздного времени и поправка часов по наблюдениям момента кульминации светила, определение поправки часов по солнечным часам (приближённое). Были бы желательны также и такие работы: определение горизонтальных координат светил, определение поправки часов по наблюдениям затмений спутников Юпитера, определение поправки часов солнечным кольцом С. П. Глазенапа и по приёму радиосигналов времени, измерение излучения Солнца (связь с физикой).

Что касается практических работ по ориентировке, то их надо проводить в связи с военным обучением при походах вне школы. Эту практику следует разработать заранее с преподавателем военного дела, который внесёт, может быть, в неё какие-нибудь интересные и существенные для пользы дела детали.

Следует заметить, что приведённый список практических работ в сущности — желательный максимум. Некоторые из них можно и не выполнять, если выполнение затруднено какими-либо обстоятельствами. Особенности школьного оборудования, местности, времени, местного рабочего уклада — всё это и многое другое вынужден учитывать учитель при планировании таких работ. В приморской, например, местности нужно, конечно, поставить работы, выявляющие значение астрономии для навигации.

Работы по элементам сферической астрономии надо проводить с теми угломерными инструментами, которые можно получить или сделать в школе. Обычной астрономической точности от этих инструментов требовать нельзя: суть дела — в ознакомлении учащихся с методом наблюдения и основными приёмами.

Момент кульминации светила можно определять с помощью наблюдения его с диоптром и отвесом, установленными в плоскости меридиана.

Из области астрофизики тоже можно указать несколько практических работ, по содержанию близких к общим вводным и иллюстративным наблюдениям. Эти работы следующие: наблюдения солнечных пятен, наблюдения переменных звёзд, фотографирование неба обыкновенной камерой. Пользуясь весьма простой установкой, учащиеся, сменяя друг друга, могут получить фотографию с экспозицией в полчаса, час и на деле.

проявив пластинку, убедиться в могуществе этого метода наблюдения.

Работа по измерению излучения Солнца интересна тем, что вводит учащихся в задачу использования солнечной теплоты, уже отчасти разрешённую у нас в Союзе (например в Ташкенте). Работу можно выполнить с небольшими инструментальными средствами. В данном случае можно для простоты использовать банку из-под консервов с зачёрнённым дном и ширмой над ней.

Все перечисленные наблюдательные работы, как иллюстративные, так и практические, с одной стороны, не исчерпывают всего, что можно осуществить, с другой стороны, не являются безусловно обязательными.

Когда в зависимости от местных условий, в работы приходится вносить изменения, следует сохранить их основные цели и не пренебрегать наблюдениями невооружённым глазом.

При условии рациональной организации наблюдений они, не обременяя учащихся, оживляют восприятие курса и дают экономии времени при изложении.

14. Организация наблюдений

Основная трудность постановки наблюдений — необходимость вести их во внеурочное время при невозможности предвидеть ясную погоду. Поэтому все наблюдения, описанные выше, надо распределить на две группы: общие — при непосредственном руководстве преподавателя и индивидуальные — по заданиям преподавателя.

Общие наблюдения должны проводиться во всех случаях, когда учащихся надо ввести в круг новых фактов или когда работа по существу её может или даже должна быть коллективной. Индивидуальные наблюдения, имея своим истоком общие, необходимы прежде всего потому, что многие явления (например, движение планеты) требуют наблюдения за большой срок, будучи в то же время сами по себе короткими по времени, затрачиваемому на каждое из них.

Сравнение наблюдений, произведённых в разное время (указанные, например, наблюдения положения планеты среди звёзд) даёт учащимся наглядное представление происходящих изменений на небе. Такое же значение могут иметь и рекомендуемые преподавателем наблюдения созвездий (в разное время ночи и в разное время года): они приучают учащихся к виду звёздного неба и тем способствуют умению ориентироваться.

В школьных условиях индивидуальные наблюдения учащихся упрощают организацию наблюдений, так как не требуют сбора учащихся в одном месте и в одно время — главной трудности организации общих наблюдений.

В том случае, если при школе есть астрономическая пло-

щадка или вышка, вопрос о выборе места отпадает, отчасти отпадают и вопросы подготовки оборудования, так как школьная вышка должна быть оборудована некоторыми постоянными установками. Если такой площадки нет, то приходится где-нибудь поблизости от школы наметить подходящее место для наблюдений. Выбор места делается по общим принципам (см. §§ 19 и 20) и, кроме того, принимаются во внимание необходимость недолговременного хранения инструментария и возможность учащимся укрыться в случае ветра или холодной ночи. Весьма желательна временная проводка на выбранное место провода для электрического освещения.

При подборе тем наблюдений педагог исходит прежде всего из приведённого выше примерного списка, но при этом дополняет или изменяет его в зависимости от видимости тех или иных светил на небосводе. Для этого, конечно, надо тщательно по «Астрономическому календарю» проследить все обстоятельства видимости объекта наблюдения и при этом принять во внимание, какие части небосвода близ горизонта могут оказаться закрытыми строениями. Светила, видимые невысоко, лучше в расчёт не принимать, так как нередко туманы и недостаточная прозрачность неба близ горизонта очень мешают наблюдению.

При подборе содержания таких работ следует принять во внимание, что наблюдения «на один фронт» не всегда бывают возможны. Учащиеся, не занятые в то время, когда другие смотрят в трубу, должны иметь определённую работу, доступную и неустойчивую. Поэтому при подборе содержания следует наметить ряд работ для учащихся, не занятых главной темой.

Если, например, общие наблюдения проводятся в середине или в конце курса, то учащимся надо дать ряд практических или учётных работ; если наблюдения проводятся в начале курса, то эти работы должны носить характер подготовительных, накапливающих материал.

В связи с подбором содержания находится и подготовка задания учащимся. Эти задания должны давать указания, на что следует обратить внимание при наблюдениях, что и как зарисовать и записать.

При подготовке к наблюдениям преподаватель не только разъясняет задание и диктует основные вопросы, но и даёт необходимые для наблюдений звёздные карты (звёздные карты легко размножить посредством копировальной бумаги). Следует помнить, что наблюдения делаются в темноте или полутемноте, и если нет предварительного знакомства с инструментами и приёмами, могут возникнуть значительные затруднения.

Поэтому, готовя учащихся к наблюдениям, преподаватель должен предварительно показать и инструменты и приёмы наблюдений с ними. Это показывание не следует ограничивать демонстрированием приборов: необходимо, чтобы учащиеся

днём посмотрели в трубу на отдалённый предмет и научились ставить окуляр по глазам.

Подбор аппаратуры обусловлен выбором содержания наблюдений. Во многих случаях нужна не только аппаратура, но и основные печатные или даже специально нарисованные пособия. Необходимы следующие печатные пособия: звёздные карты, атласы, «Астрономический календарь». Кроме этого, надо заранее подобрать ряд картинок, изображающих объекты наблюдений, и пояснительный текст к ним. Назначение этих картинок — дать, без специальных пояснений преподавателя, материал для справок учащимся в то время, когда они не смотрят в трубу. Эти картинки отчасти разгружают преподавателя от общих элементарных вопросов и дают ему возможность больше отдаваться руководству наблюдениями и пояснениями по ряду более глубоких вопросов.

Очень важное место в подготовке наблюдений имеет оборудование самого места наблюдений освещением, столом, скамьями или стульями. Освещение должно служить при записях, рассматривании картинок и справок; оно должно освещать только стол для записи или картинки и не быть слишком ярким. Самое рациональное — устроить два освещённых места: одно около трубы — для зарисовок и записей, другое — подальше; оно должно освещать справочный материал и картинки.

Наиболее удобно картинки прикрепить на фанерный лист и устроить специальную лампу для освещения их и небольшого пространства под ними. Около этого же места должны быть и скамьи для отдыха и дополнительных записей. Отсутствие этих элементарных удобств быстро утомит учащихся, всё время стоящих на ногах, и вредно отзовется на качестве проводимой работы.

Самую расстановку инструментов, пособий и наблюдателей также надо тщательно подготовить, чтобы учащиеся не мешали наблюдениям. Так как объекты наблюдений большей частью бывают в южной части неба, — самое удобное картинки и места для записи и отдыха расположить в северной части небраного для наблюдений места.

Если площадки для наблюдений при школе нет, то вся работа осложняется необходимостью принести аппаратуру на место. Для этого надо из учащихся организовать группу помощников, распределить между ними заранее переносимую аппаратуру и позаботиться, чтобы на месте можно было расставить переносные столы и скамьи (или хотя бы на что-нибудь положенные доски). Вообще организации самих учащихся надо уделить серьёзное внимание — распределить обязанности помощников преподавателя, разделить класс на небольшие группы (по 4—5 человек), которым, если это нужно по ходу работы, назначить разное время прихода. Последнее, впрочем, может быть допущено как исключение, так как разъединяет

работу класса и преподавателя, не даёт ему возможности провести общую вступительную беседу.

Чтобы не потерять возможности наблюдений, преподаватель должен следить за прогнозами погоды, передаваемыми по радио, за показаниями барометра и организовать извещение учащихся о времени и месте наблюдений.

При самом проведении общих наблюдений преподаватель обязательно должен сначала познакомить учащихся с общим видом звёздного неба и попутно, если это уже не первое общее наблюдение, проверить их знание созвездий и умение пользоваться картой. После этого преподаватель кратко рассказывает, что будет рассматриваться в первую очередь, и даёт указания, какие задания должны выполнять учащиеся, не смотрящие в трубу.

Трубу преподаватель наводит сам и остаётся при ней вместе с помощником из учащихся. Помощник поворачивает и поправляет наведение трубы по искателю, преподаватель же следит за всеми учащимися, даёт разъяснения, задаёт вопросы по поводу наблюдаемого и регулирует работу тех, которые выполняют задание. При переходе к новому объекту делается то же самое, что и при наблюдении первого. Не следует стремиться к непрерывному выполнению работы учащимися, имеющими задания, — время от времени им должен даваться отдых, но при условии, что они не будут мешать наблюдающим.

Наблюдения по заданиям по преимуществу представляют самостоятельную работу учащихся. Для таких наблюдений возможно и объединение нескольких учащихся, живущих поблизости друг от друга, а также выполнение работы во время общих наблюдений.

Выбор тем для таких самостоятельных наблюдений обусловлен прежде всего сущностью наблюдаемых явлений. Все явления, протекающие очень медленно, должны быть наблюдаемы учащимися самостоятельно, после того, как они ознакомились с объектом наблюдений под руководством преподавателя.

Прежде всего в список тем должны быть включены те, которые имеют значение материала для изложения курса и в то же время могут быть выполнены невооружённым глазом. В этом списке обязательно должны быть: 1) суточное движение неба (два рисунка южной и северной половин небосвода через промежуток в 1—2 часа), 2) измерение высоты Солнца в полдень, 3) зарисовка передвижения планеты среди звёзд, 4) зарисовка положения и фаз Луны, 5) сравнение блеска и цветов звёзд, 6) наблюдение переменной звезды.

Кроме этих, особенно желательных самостоятельных наблюдений, преподаватель включает в список и другие, возможные при наличных условиях. Если, например, налажена простая аппаратура для наблюдений солнечных пятен, можно эту тему

включить в список наблюдений с тем, что в порядке очереди 1 или 2 ученика ежедневно во время большой перемены делают наблюдения Солнца и результаты выставляют в особой витрине. Такой материал, собранный самими учащимися, будет очень ценен при изложении отдела программы о Солнце. Опыт таких работ был сделан автором этих строк, и рисунок 1 представляет воспроизведение подлинной работы двух учащихся.

Самостоятельные наблюдения школьников полезны не только в том классе, где они проходят курс астрономии. Если это оказывается возможным, очень желательно ещё в конце учебного года IX класса дать некоторые темы простых пропедевтических наблюдений на летнее время и, в связи с этим, весной провести одно небольшое вводное наблюдение с учениками IX класса. Это общее вводное наблюдение должно преследовать только одну цель — дать самое общее, элементарное знакомство с небом настолько, чтобы учащиеся за лето могли собрать некоторый наблюдательный материал. Эти работы должны быть невелики и по числу, и по содержанию. Главная их цель — заметить передвижение планет и Луны и изменение высоты Солнца над горизонтом.

Опыт таких пропедевтических наблюдений ещё в дореволюционное время был поставлен П. А. Симагиным и дал хорошие результаты.

Предполагаемая программа астрономии (проект 1947 г.) для X и XI классов разделяет курс астрономии на две части, уделяет большое внимание астрономическим наблюдениям и предоставляет возможность постановки наблюдений по заданиям преподавателя в летне-осенний период.

Надо всячески напоминать учащимся о необходимости использовать ясные вечера. Сам педагог должен в этом отношении подавать пример и на каждом занятии, если перед этим были ясные вечера, проверять выполнение работы учащимися.

15. Сводки наблюдений

Для всех наблюдений у учащихся должна быть особая тетрадь, в которой на отогнутых полях отмечается дата наблюдений. Запись заданий должна помещаться в той же тетради и сопровождаться необходимыми вспомогательными рисунками и картами.

Все наблюдения, произведённые отдельными учащимися, следует объединять, когда накопится достаточный материал. Такое объединение делается отчасти на занятии, ради которого подготавливалось наблюдение, и результат выставляется в классе. Таким образом, например, можно объединить в одном чертеже-графике разновременные наблюдения учащихся высоты Солнца в полдень или положения планеты. Практические работы могут, в зависимости от условий работы, быть и общими.

и индивидуальными. Например, проведение полуденной линии может быть общей работой, при которой учащиеся по одному через 15—20 минут отпускаются с занятий (по договорённости с другим преподавателем) на 3—5 минут для того, чтобы поставить отметку конца тени. Когда все отметки расставлены, следует собрать всех учащихся и вместе с ними провести работу по проведению полуденной линии.

16. Подготовка преподавателя

Для того чтобы хорошо передавать учащимся знания основ науки, необходимо, чтобы преподаватель не только знал вполне хорошо содержание предмета, но и был осведомлён о прогрессе науки и её современных практических применениях.

Никакой курс методики не поможет преподавателю, не знающему преподаваемой им науки. В лучшем случае преподаватель чисто ремесленно станет применять предлагаемые методы, но, не зная как следует сущности излагаемого, при первом же случае непонимания учащегося (а такие случаи предусмотреть все невозможно), станет втупик и погубит не только данный урок, но и свой авторитет учителя.

Преподаватель, знающий свой предмет хорошо, следящий за развитием науки, — вполне сознательно воспользуется предлагаемыми его вниманию методами, сумеет их варьировать, сумеет найти и свои собственные, дополнительные к предлагаемым, методы преподавания.

Курс методики в сущности даёт обобщённый и исправленный опыт предыдущих и современных учителей — не ремесленников, а творцов или мастеров в своём деле. Этот обобщённый опыт каждый знающий свою науку преподаватель уже самостоятельно дорабатывает применительно к тем конкретным условиям и требованиям времени, которые имеются налицо.

Преподаватель вообще должен знать больше и глубже, чем содержание программы и учебника.

Точно так же знания развития науки и её современного состояния необходимы для того, чтобы преподавание было живым, интересным для школьников, насыщенным примерами из современной действительности, раскрывающим, в меру развития их, методы самой науки, историю исследований. Хорошо известно, какое особое внимание проявляют учащиеся при описании подлинных, не схематизированных исследований тех или иных учёных.

Таким образом работа учителя заключается не только в проведении урока и подготовке его, но и в постоянном совершенствовании своих знаний по данному предмету и его методике. Это совершенствование должно проводиться вполне сознательно, планомерно, непрерывно и соответствовать сущности и ходу развития самой науки.

В соответствии с задачами идейно-политического воспитания, преподаватель должен готовиться к курсу прежде всего в направлении надлежащего понимания курса или частей его в духе диалектического материализма. В этом отношении преподаватель обязан быть не только сведущ вообще, но и постоянно следить за текущей литературой, за новостями науки в новых выходящих книгах, журналах, газетах.

И планируя весь курс и готовясь к каждому уроку, преподаватель прежде всего должен освежать в памяти всё то, что писали или говорили классики марксизма и идейно-политические руководители по вопросам идеологических основ предстоящего изложения. Не нужно думать, что следует искать только высказывания на астрономические темы: на самом деле, например, у Энгельса в «Диалектике природы» имеются не только мысли, связанные непосредственно с астрономией, но и важные для её преподавания мысли о теории познания, о движении материи и т. п. Точно так же в кратком курсе истории ВКП(б) можно найти не только систему мировоззрения (IV глава), но и указания на историю строительства социализма в нашей стране. Выше уже было указано, какое значение имеют доклады тов. А. А. Жданова.

Всякий преподаватель более или менее успешно обучался данной науке в высшем учебном заведении, но с тех пор, как он обучался, он мог и кое-что позабыть и, самое главное, наука ушла иногда далеко вперёд по отношению того курса и учебника, которым преподаватель пользовался. Следовательно, преподаватель должен прежде всего перечитывать главы учебника наиболее нового и вообще быть знакомым с различными вузовскими учебниками по своему предмету.

Обращаясь с этой точки зрения к вопросам подготовки преподающего астрономию, можно предположить, что он слушал курс астрономии в университете, или, что ещё более вероятно, в педагогическом институте. Основным учебником его по астрономии был или курс проф. И. Ф. Полака или курс проф. П. И. Попова и проф. К. Л. Баева. Наиболее молодые преподаватели, примерно с 1941—1942 гг., имели возможность пользоваться курсом П. И. Попова, К. Л. Баева, Б. А. Воронцова-Вельяминова и Р. В. Куницкого.

У каждого из этих курсов есть свои особенности и достоинства. Очень чётко, сжато и достаточно глубоко изложен курс И. Ф. Полака. В области сферической и теоретической астрономии этот курс имеет много достоинств и со стороны чёткости изложения, и со стороны оформления пояснительных чертежей. Однако история астрономии изложена не достаточно обстоятельно, астрофизическая часть не так подробно разбирает все вопросы, в частности вопросы идеологического характера; учебник не даёт критики идеалистических представлений о вселенной. Так как курс И. Ф. Полака вышел в 1939 г., то он уже

значительно отстал и от современного состояния астрофизики, звёздной астрономии и космогонии.

Курс астрономии четырёх авторов — П. И. Попова, К. Л. Баева, Б. А. Воронцова-Вельяминова и Р. В. Куницкого — не имеет недостатков курса Полака и более свеж в области астрофизики (книга вышла в 1941 г.). Большим достоинством этого курса является его вполне определённая идеологическая установка, разбор важнейших вопросов с точки зрения диалектического материализма, критика идеалистических теорий. Изложение наиболее важных моментов из истории астрономии и её борьбы с религиозным мировоззрением дано обстоятельно. Точно так же и астрофизическая часть занимает относительно большее место и даёт обстоятельный и глубокий разбор космогонических гипотез.

Преподаватель, учившийся в вузе по учебнику Полака, должен изучить курс четырёх авторов, но, принимая во внимание достоинства курса Полака в области сферической и теоретической астрономии, может из курса четырёх авторов лишь просмотреть главы сферической астрономии, прочитать весьма ценные страницы истории астрономии и дополнительные (мелкий шрифт) статьи по динамической астрономии. Астрофизическую же часть следует изучить **всю**, обращая особенное внимание на вопросы звёздной астрономии и разбор космогонических гипотез.

Однако и учебник четырёх авторов теперь (к 1947 г.) уже несколько отстал от современного состояния астрономии в области астрофизики, звёздной астрономии и космогонии¹⁾.

Имея в виду неуклонный прогресс астрономии и неминуемое отставание от него учебников, преподаватель должен следить по журналам, а иногда даже и по газетам за всеми новостями астрономии и её применений, а также за новыми выходящими книгами, в которых прямо или косвенно излагаются успехи астрономии.

Книги и журнальные статьи печатаются по различным вопросам астрономии и поэтому полезно уметь находить при беглом первом просмотре наиболее существенные и современные темы. Чтобы суметь быстро выделять из разнообразных тем наиболее существенные, следует иметь в виду, что в настоящее время астрономия развивается главным образом в направлении астрофизических проблем, особенно звёздной астрономии и критики космогонических гипотез.

Просмотр текущей литературы надо делать, выбирая из неё в первую очередь для изучения именно указанные выше вопросы.

¹⁾ Учпедгиз готовит новое издание этой книги. В нововышедшем небольшом курсе «Общая астрономия» акад. В. Г. Фесенкова имеется изложение новейших астрофизических теорий.

Если преподавателю понадобится поглубже для самого себя разобраться в вопросах сферической астрономии, то лучше обратиться к курсу проф. С. А. Казакова.

Из книг по теоретической астрономии, могущих быть полезными преподавателю, стоит обратить внимание на книгу Мультона «Введение в небесную механику». Этот переводный (с английского) курс очень хорош своими историческими примечаниями, строгостью и стройностью изложения.

Из недавно вышедших курсов можно указать курсы проф. Г. Н. Дубошина и проф. М. Ф. Субботина. Курс теоретической астрономии проф. А. Я. Орлова и Б. А. Орлова излагает только вычислительную сторону вопросов главным образом с целью привести методы вычислений невозмущённого движения небесных тел. Поэтому этот курс может быть полезен преподавателю только со стороны основных определений и формул, содержащихся в первых двух главах.

Вопросы практической астрономии, особенно теперь, когда она много применяется для обороны страны, должны быть известны преподавателю до некоторых подробностей (аэронавигационный секстан, сомнеровы линии и т. п.), не излагаемых в общих учебниках. Прекрасное изложение всех вопросов практической астрономии можно получить в курсе проф. С. Н. Блажко, причём надо постараться приобрести второе издание, более полное.

Из книг по звёздной астрономии очень полезен «Курс звёздной астрономии» проф. П. П. Паренаго, в котором преподаватель найдёт обстоятельную трактовку тех вопросов звёздной астрономии, которые являются наиболее в настоящее время важными: строение нашей звёздной системы и общее строение вселенной. Вторая книга, которую весьма необходимо прочитать, это «Солнечная система и её происхождение» Г. Н. Ресселла. Написанная крупным американским астрономом, эта сравнительно популярная книга изобилует удачными и наглядными пояснениями, которые могут пригодиться преподавателю в его классном изложении; она освещает все вопросы в их современном состоянии и даёт подробный и обстоятельный разбор космогонических гипотез.

Ещё более важной является книга академика В. Г. Фесенкова «Космогония солнечной системы». В прекрасном изложении, с весьма наглядными и хорошо продуманными рисунками, в ней даётся современное состояние наших знаний о вселенной, обзор главнейших космогонических гипотез, излагаются основы гипотезы самого В. Г. Фесенкова и общий взгляд на состояние всего вопроса в настоящее время.

Из журналов, в которых преподаватель астрономии найдёт материал для себя и для учащихся, можно указать следующие: «Физика в школе», «Наука и жизнь», «Природа», «Астрономический журнал», «Доклады Академии наук СССР». В этих

журналах преподаватель может почерпнуть сведения о современном состоянии различных вопросов астрономии и выбрать из них наиболее нужные для повышения своих собственных знаний, а отчасти и для рассказа на уроке.

Что касается газетных материалов, то в них, нередко даже и не в непосредственно астрономических сведениях о новых открытиях, совещаниях, работах обсерваторий и т. п., можно найти живой и интересный материал о практических применениях астрономии в обороне, строительстве, исследованиях и т. п.

Кроме этих источников поддержания себя на надлежащем уровне, преподаватель всегда должен быть хорошо осведомлён по астрономическим календарям о видимости небесных светил и каких-либо особых явлениях астрономического характера.

Основной настольной книгой должен быть «Астрономический календарь» Горьковского отделения астрономо-геодезического общества. Этот «Астрономический календарь» состоит из двух частей: «Переменной» (на текущий год) и «Постоянной» (последнее издание в 1930 г.). «Переменная» часть содержит в себе не только эфемериды, но и некоторые статьи, иногда и из практики оборудования наблюдений и, что очень важно для учителей, — обзоры успехов астрономии за предыдущий год. «Переменную» часть преподаватель должен приобретать ежегодно как для самого себя, так и для школы, подробно, обстоятельно ознакомиться с её таблицами и прочитать статьи. Выписывать можно от Горьковского астрономо-геодезического общества: г. Горький, почт. ящик № 24. ГАГО. (Выпуск 50 — на 1947 г. стоит 8 руб. с пересылкой.)

В «Постоянной» части имеется богатый материал всякого рода справочных сведений, инструкций для наблюдений, таблиц; приложены подвижная карта звёздного неба (слишком, впрочем, малая по размеру) и некоторые сетки для обработки наблюдений. Сведения, приведённые в «Постоянной» части, настолько общи и полезны, что преподаватель и теперь (в 1947 г.) может с успехом ими пользоваться, памятуя только, что в области астрофизических сведений календарь нуждается в дополнениях. «Постоянная» часть давно уже распродана, но иногда её можно найти у букинистов, и в этом случае не следует останавливаться перед расходами на её приобретение.

Можно обратиться к Графическому астрономическому календарю проф. М. Е. Набокова. Если к началу года нет ни одного календаря, то, пользуясь приближёнными методами полуграфического расчёта, преподаватель всё же может произвести надлежащие предвычисления положения планет.

Следя за новой литературой, периодически просматривая журналы, делая для себя выписки, преподаватель не отстанет от науки и будет всегда иметь материал для оживления и дополнения своего изложения в классе.

Не менее важно вести такую работу и в области методики.

причём в этой области собирание материала должно вестись не только по литературе, но и по собственным наблюдениям за ходом обучения и восприятия учащихся.

Как уже было указано раньше, методический опыт нашего учительства достаточно обширен и он всё время обновляется и пополняется. Данный курс методики не может в себя вместить некоторые детали методических приёмов, описанные в журнальных статьях. Поэтому преподаватель должен читать и текущую методическую литературу, не пренебрегая и прошедшей, особенно в тех случаях, когда у него встречаются трудности или он предполагает углублённо провести какую-либо методическую разработку, придумать новые учебные пособия.

В библиографии к данному курсу указаны статьи по различным отделам методики астрономии, которыми преподаватель сможет воспользоваться. Работы по методике астрономии имеются главным образом в журнале «Физика в школе»; однако, описания отдельных приёмов и пособий можно найти и в журналах смежных дисциплин (математика, география), а также и в научных журналах. Такие, иногда мимолётные, указания или описания пособий дают пищу для собственной мысли и переработки для того курса, который ведёт сам преподаватель.

Весьма важное значение для подготовки к курсу имеют собственные наблюдения за восприятием школьниками астрономии, их интересами и затруднениями в понимании какой-либо части курса. Такое собирание собственного опыта, а также опыта и более старых преподавателей помогает исправить ошибки и, нередко, найти новые, более эффективные приёмы преподавания. Главное, на что надо обратить внимание, — это те «непонимания» учащихся, которые бывают обусловлены отчасти их личными свойствами, отчасти приёмами преподавателя, если он почему-либо не сумел построить изложение достаточно ясно. Выяснение этих «непониманий» происходит обычно при спрашивании урока, в контрольной работе. Иногда же сами учащиеся говорят, что им непонятно что-либо в изложенном; однако, такие случаи не так уж часты, так как школьник не всегда сам сознаёт, что он плохо или превратно понял излагаемое.

Поэтому учитель не должен дожидаться, когда ему зададут вопрос и не обольщаться мыслью, что «всё обстоит благополучно», если таких вопросов не последовало. Учитель сам должен после изложения урока иметь в запасе ряд летучих вопросов, имеющих целью проверить, как воспринят урок. Эти летучие вопросы, задаваемые в конце урока или в начале следующего урока астрономии, следует строить не трафаретно, а проверять выводы из уже изложенного или побуждать школьника объяснить какие-либо из наблюдаемых небесных явлений.

Обычно предполагается, что самая трудная часть астро-

номии — элементы сферической астрономии и всё, что с ними связано. На самом деле непонимания или превратные восприятия бывают и в области элементов теоретической астрономии, и в астрофизической части, и на это следует обратить внимание. Выяснение того, что учащиеся трудно или плохо восприняли, лишь половина того, что нужно учителю.

Когда установлено то, что трудно, самое главное — выяснить причину трудности и найти способы её устранения: здесь педагог должен стать своего рода исследователем и добраться до основ непонимания.

Если в курсе астрономии довольно часты кажущиеся «трудности» и «непонимания» в сферической и теоретической частях, то они, по большей части, обусловлены тем, что школьникам эти части излагаются формально, без живых и наглядных пояснений, а школьники не имеют прочных и ясных пространственных представлений, в результате чего и получают «непонимания» и «трудности». Анализ таких случаев всегда вскрывает, что надо сделать для улучшения восприятия.

Точно так же следует проверять и изучать восприятие учебных пособий. Иногда оказывается, что какое-нибудь учебное пособие не только не помогает, а, наоборот, как будто даже ухудшает восприятие. Надо выяснить причину такой неудачи, а причины бывают или в излишней сложности пособия («из-за деревьев не видно леса»), или в неумелом демонстрировании его, иногда и в конструктивных недостатках. В виде примера можно привести случай, когда молодой преподаватель реального училища при объяснении элементов сферы сразу показал классу модель небесной сферы Манга со всеми её деталями и, получив отрицательный результат, только после анализа сообразил, что надо было показывать её сначала без деталей и уже потом постепенно их добавлять.

Контрольные письменные работы дают достаточно хороший материал для такого собирания опыта преподавания. Однако, они никогда не могут указать причин непонимания, — изучение причин можно провести только в живой, непосредственной работе с учащимися. В то же время контрольные работы дают вполне уверенный материал о происшедших ошибках преподавания, если одна и та же ошибка встречается во всех или в большей части работ. Такой случай ясно должен показывать учителю на его собственную ошибку. Хотя бы и с опозданием, преподаватель должен изучить причину её и исправить добавочным повторительным изложением.

Правильные ответы контрольных работ не следует переоценивать и делать выводы о полном понимании, так как эти ответы, если вопрос недостаточно хорошо поставлен, выявляют лишь чисто формальные стороны знания или зрительную память. Если, например, в контрольной работе даны правильные определения понятия зенитного расстояния и сделан верный

чертёж, полезно выяснить, как представляют себе учащиеся зенитное расстояние.

Знакомство с литературой научной и методической, материалы собственного опыта преподавания, надлежащим образом записанные и систематизированные, — основа для разработки и проведения хорошего урока по астрономии.

Техника ведения записей — дело личного опыта, привычки; в форме записей преподаватель не должен себя стеснять какими-нибудь внешними правилами. Совершенно необходимо одно — так вести эти записи, чтобы можно было без потери времени найти всё, что имеет отношение к какому-либо вопросу преподавания астрономии. В этом случае может помочь рационально составленная классификация, допускающая, в случае надобности, и более мелкие подразделения. Можно воспользоваться десятичной библиографической классификацией, приспособив её лично для себя к содержанию школьного курса астрономии путём введения подразделений и добавить к ней специальный методический раздел.

В методическом разделе рекомендуется иметь такие рубрики:

Библиография по методике астрономии.

Общие вопросы методики астрономии.

Программы и планирование курса.

Методика отдельных частей курса и уроков. (Можно здесь ввести указатель частей курса — по общей классификации астрономии.)

Методика школьных наблюдений и практических работ.

Учебные пособия к урокам. (Этот раздел можно разбить на более мелкие, например: учебники, задачки, таблицы и картины, модели, диапозитивы и киноленты.)

Оборудование школьных наблюдений.

Опыт преподавания. (Этот раздел возможно подразделить на такие заметки: о проведении уроков, о вопросах школьников, о материалах учащихся и контрольных работах и т. п.)

Приведённая схема с какими-либо индексами (по желанию преподавателя) есть лишь примерная; текущий опыт преподавателя даст материал для её изменения или дополнения; самое главное — иметь записи всегда готовыми для быстрых справок.

В записях полезно иметь такие общие подразделения: библиографию (с краткими аннотациями), реферирование для себя содержания статей, отдельные заметки и выписки. При реферировании и в заметках обязательно должен быть указан источник (книга, журнал, доклад и т. п.).

Как уже было сказано, оформление записей — дело личное. Однако не следует пренебрегать способом ведения записей на карточках или листах одинакового формата с последующей расстановкой их в порядке индексов и выделения внутри

каждого библиографии, реферированного материала и коротких заметок.

При подготовке к уроку преподаватель, пользуясь своими записями, расположенными в систематическом порядке, легко и без потери времени освежит свои знания и подберёт надлежащий материал. Подготовка к уроку астрономии в общем, конечно, такова же, как и к урокам по другим предметам.

Есть некоторая деталь в этой подготовке, не для всех дисциплин свойственная, — связь с наблюдением. Подготавливаясь к уроку, преподаватель обязательно должен учесть, что наблюдали учащиеся, как прошли эти наблюдения и, строя план урока, по возможности исходить от выполненных наблюдений, внося исправления, дополнения и разъяснения к той сумме фактов, которые накопились у учащихся в результате наблюдений. Учтя выполненные работы и внося их в план урока как исходный материал, учитель должен составить задания и на самостоятельные наблюдения. Последнее требует, конечно, справок в «Астрономическом календаре», так как, составляя задание, надо строго рассчитывать возможность выполнения его (например, видимость планет) в пределах времени суток, когда наблюдения не нарушат правильного порядка жизни школьников (не позже того часа, когда они ложатся спать).

Если преподаватель ведёт свою работу не первый год и имеет хорошую привычку записывать для себя вопросы и «непонимания» школьников, то, при подготовке к уроку, необходимо просмотреть эти записи, чтобы учесть, какие части урока могут затруднить учащихся и заранее построить урок так, чтобы избежать «непониманий». Для этого необходимо вдуматься в те причины, которые могли вызвать непонимание, так как бывают случаи, когда часть курса, как будто весьма простая, неожиданно оказывается «трудной». По большей части это случается из-за слабости у учащихся пространственных представлений, и надлежащий анализ иногда приводит к полезности построения достаточно простой модели, устраняющей все трудности.

В виде примера можно указать случай, когда более половины студентов III курса педвуза неожиданно не поняли элементарного вывода формулы солнечных часов. Анализ этого непонимания показал, что они плохо представили себе сделанный в перспективе чертёж. Простая модель из дощечки и нескольких проволочек, сделанная одним из студентов по указанию преподавателя, сразу и целиком устранила затруднения и впоследствии демонстрировалась с неизменным последующим успехом на лекциях. Между тем вывод был элементарный и те же студенты без недоумений и непониманий воспринимали несравненно более сложные выводы с дифференциалами и интегралами.

Так, иногда то, что преподаватель предполагает лёгким,

оказывается трудным, и только анализ трудности с последующими отсюда выводами даёт возможность улучшить восприятие.

17. Составление плана занятий.

Планирование преподавания астрономии имеет некоторые специфические особенности, обусловленные необходимостью, насколько это возможно, связать определённые разделы излагаемой науки с наблюдениями и надлежащим образом распределить демонстрации.

Составление плана преподавания астрономии имеет целью распределить во времени содержание материала, подлежащего усвоению, наметить основные методические установки и наблюдения, связанные с содержанием. Обдумывание и составление плана в значительной мере обусловлены личными особенностями преподавателя, его предварительной подготовкой и опытом.

Следует принять во внимание, что в действующей в настоящее время сетке часов по астрономии даётся 32 часа. Поэтому при планировании курса преподаватель должен обратить серьёзное внимание на такое изложение, при котором прежде всего выделялось бы основное и главное в теме, на постановку, выбор и подготовку демонстрирования наглядных пособий так, чтобы они занимали немного времени и были бы наиболее плодотворны. Выполнение программы Министерства просвещения именно так и должно проводиться, чтобы было изложено основное содержание каждого отдела программы без ненужных и несущественных подробностей. Однако, при отборе главного и основного нельзя исключать историческое освещение излагаемого (хотя бы и кратко), что некоторые преподаватели склонны делать. Выше уже было указано значение знакомства учащихся с историей развития науки.

На приводимую ниже схему планирования преподавания астрономии следует смотреть, как на примерную, которую каждый преподаватель может видоизменять, сокращать и расширять.

Основной для разработки плана является программа курса, утверждённая Министерством просвещения. Эта программа по содержанию должна выполняться в точности. Если и возможны изменения, то лишь характера небольших перестановок внутри раздела программы, мотивами которых могут быть установленные особенности или осложнения данной части курса.

Первый этап планировки должен заключаться в подборе книг или статей, могущих помочь при подготовке к урокам. Сюда же, конечно, включается и учебник. Уже самый подбор книг, их беглый просмотр намечают преподавателю не только раскрытие содержания данного раздела, но и методику проведения уроков, пособий к урокам и список необходимых для темы наблюдений.

Следующее место в схеме плана занимает краткая запись методики проведения уроков. В эту запись можно рекомендовать заносить лишь главное: основные установки уроков, приёмы изложения и использование учебных пособий с целью оживления и наглядности изложения.

Одновременно с записью методики уроков обдумываются и наблюдения, которые заносятся в особый раздел схемы. В этой стадии подготовки определяется время, необходимое для прохождения данного раздела программы. Наблюдения размечаются в следующих частях схемы, причём их надо разделить на три группы: вводные, иллюстративные и практические работы, отмечая в то же время, как они будут проводиться (общие или по заданиям).

Когда таким способом намечен план для данного раздела, остаётся сделать заметки о предполагаемом времени и способе учёта. Последний раздел плана должен быть отведён для записи тех мер, которые надо принять для подготовки оборудования (покупки, заказы в мастерские, самодельные приборы и т. п.). В многих планах рекомендуются и иные разделы схемы (например, связь с родственными дисциплинами, освещение вопросов техники). Нет необходимости в таком мелком подразделении общей схемы — все эти вопросы, конечно, должны входить в общее обдумывание урока, но их удобнее внести в раздел методики, так как они неразрывно связаны между собой и не во всякий раздел программы входят одинаково, а иногда и совсем не входят.

Схема эта может быть написана как в виде колонок, так и последовательно, — соответственно привычке преподавателя. Следует заметить, что в плане вводные наблюдения и практические работы должны располагаться по времени их выполнения, а не по разделам программы. Таким образом, на одной строчке с каким-либо разделом программы найдут себе место наблюдения того раздела, который помещён несколькими строчками ниже, практические же работы, наоборот, могут быть перенесены и несколько дальше своего раздела. В этом расположении педагог должен руководствоваться особенностями атмосферного режима данной местности. При этом, однако, помещая наблюдения раньше или позже, следует с помощью особых значков (номера в скобках) отмечать те разделы программы, к которым относятся наблюдения (если это не видно совершенно ясно из самого их содержания).

Ещё раз повторяем, что схема, приводимая на стр. 61, лишь примерная и может быть видоизменена. Основные требования к плану — подлинная оперативность и незагруженность деталями, хорошо известными, не требующими особых пояснений.

Когда составлен общий годовой план, педагог, пользуясь им, имеет возможность составить и более подробный рабочий

Раздел программы	Литература	Методика	Часы	Наблюдения			Учёт	Подготовка аппаратуры	Месяц или сезон года
				вводные	иллюстративные	практич. работа			

план ближайшего раздела программы. Он должен быть с меньшим числом подразделений, но более углублённый и более точно распределяющий время по отдельным частям программы.

Поурочный план представляет собой развитие содержания раздела методики. Этот план, если преподаватель считает нужным, может иметь подразделения в отделе методов. Эти подразделения таковы: изложение, демонстрирование учебных пособий, работа учащихся во время занятий (записи, зарисовки, решения задач), работа учащихся дома и т. п.

Такой план полезно составлять не более, как на два занятия вперёд, так как урок — дело живое: он всегда бывает несколько иным, чем предполагалось, и выяснившиеся на нём особенности восприятия учащихся могут таким образом быть учтены при составлении плана следующего занятия.

Имея три вида наблюдений по их содержанию и две формы их организации, мы можем произвести распределение их по времени и выполнить предположительную планировку, которую, возможно, придётся в ходе работы немного изменять. Для такого планирования преподаватель хотя бы приближённо должен ознакомиться со средними климатическими условиями данной местности.

В средней части СССР обычно ясная погода бывает в начале учебного года (осенью); зимой (в декабре и январе) бывают прояснения при сильных морозах; устойчивый сезон ясных вечеров наступает весной (март, апрель, май).

Если мы будем исходить из этих условий, то легко сможем убедиться в том, что осень и весна являются главными наблюдательными сезонами, когда можно ставить более длительные общие наблюдения. Зимнее время неудобно как по причине холодов, так и вследствие кратковременности и ненадёжности прояснений. Поэтому в зимнее время общие наблюдения могут быть лишь кратковременными, так же, как и работы по заданиям. Последние, как не требующие большой затраты времени, но накапливающие материал для выводов, следует назначать и зимой. Однако в некоторых местностях, например, на юге СССР, распределение ясных вечеров бывает иное, и может оказаться, что зимой возможно проведение общих, достаточно длительных наблюдений. Составление плана наблюдений не может быть оторвано от плана самого курса, в который включаются как уроки в классе, так и наблюдения.

18. Школьные астрономические кружки.

Задача организации астрономического кружка входит в обязанности преподавателя: он должен и помочь его организации, и взять на себя руководство им.

При организации школьного кружка преподаватель не должен навязывать ему какой-либо темы, но в то же время не может предоставить выбор тем совершенно на волю случая. Если выбранные темы не будут вести к активной работе, то учащиеся через некоторое время, прослушав ряд докладов, станут охладевать. Очевидно, надо поставить работу так, чтобы намечать темы, близкие интересам учащихся, ведущие их к активной работе и в то же время вполне соответствующие задачам советской школы. Отсюда легко вывести, что астрофизические и исторические темы являются наиболее подходящими; из тем же, даваемых сферической астрономией, могут быть интересны лишь имеющие явно практическое значение.

Материалом для тем могут быть исследования и открытия, связанные с именами учёных, юбилей которых приходится на данный год, а также (независимо от юбилейной даты) некоторых учёных, жизнь и работа которых особенно поучительны в каком-либо отношении (например Ломоносов).

Исходя из этих общих соображений преподаватель и должен руководить кружком. Из всего многообразия тем для кружка можно наметить несколько, явно интересных для учащихся. Эти темы таковы: «Астрономия на службе обороны и туризма» (практика — ориентировка), «Служба времени» (практика — проверка часов), «Солнце и его энергия» (практика — систематические наблюдения Солнца), «Метеоры, переменные и новые звёзды» (практика — наблюдения метеорных потоков и получение из наблюдений кривых блеска переменных звёзд).

Следует заметить, что некоторые из этих работ, выполненные молодёжью — астрономами-любителями, не только подвели их к подлинной научной работе, но и дали нужный для науки материал в виде статей и сводок, печатающихся в некоторых научных журналах.

Интерес к астрономии намечается у школьников всех возрастов, и желание работать в кружке могут выразить учащиеся всех классов. Один кружок, включающий в себя и младших, и старших школьников, не может работать с одинаковым успехом и для тех, и для других. Это обстоятельство следует учесть с самого начала организации кружка. Если кружок многочисленный, то его следует разделить на два: младший и старший.

Младший кружок, естественно, будет включать в себя школьников младших классов и иметь более простые и доступные темы. В этом кружке следует ставить главным образом краткие, хорошо иллюстрированные и просто изложенные до-

клады по различным отделам астрономии, изготовление самодельных приборов и наблюдение с ними.

В старшем кружке в большей степени, чем в младшем, имеет место индивидуальная работа с каждым членом по интересующим его вопросам. Необходимым и существенным элементом работы старшего кружка являются реферирование и обсуждение популярно-научных статей по астрономии, печатающихся в журналах. Последний вид работы может дать начало и более глубокому изучению членами кружка различных вопросов астрономии. Особенно важны занятия с членами старшего кружка по вопросам идеологического характера. Кроме того, в этом же кружке следует начинать организацию наблюдений особых небесных явлений (например, комет, метеоров, затмений, новых звёзд и т. п.).

Для организации и руководства кружковой работой наиболее выгодно объединиться несколькими преподавателям близких между собой школ и устроить объединённый астрономический кружок нескольких школ.

Следует обратить особое внимание на то, чтобы не засушить работы кружка теорией и рефератами. Рефераты в кружке должны быть связаны с наблюдениями. Эта связь может быть построена или на предварительных наблюдениях, вызывающих интерес к вопросу, или на последующих, вытекающих из заслушанного реферата.

Наблюдения объединят работу и старшего, и младшего кружков, причём старший кружок, естественно, получает руководящую роль. Работа кружка проводится в трёх формах: рефераты, наблюдения и их подготовка, обработка и оформление результатов наблюдений. Не следует упускать из вида, что всё это должно быть связано общим содержанием. Здесь даётся список тем для кружковых занятий с указанием связанных с ними наблюдений, подготовки и оформления. Список этот, конечно, не исчерпывающий: педагог сумеет дополнить этот список и другими темами, вытекающими из изучения интересов школьников.

Т е м ы	Наблюдения и работы	Подготовка инструментов, обработка и оформление
1) Ориентировка по звёздам.	1) Общее знакомство с небом.	1) Изготовление подвижной карты звёздного неба. Самодельные угломерные приборы.
2) Определение времени по звёздам и солнцу. История календаря.	2) Определение момента истинного полдня. «Служба времени» в школе.	2) Изготовление самодельных солнечных часов и солнечных колец.

Т е м ы	Наблюдения и работы	Подготовка инструментов, обработка и оформление
3) История исследования формы Земли и описаний её поверхности.	—	3) Изготовление таблицы с рисунками.
4) Астрономия и полярные путешествия.	—	4) Составление карты пути дрейфующей льдины, параллельно с видом неба на разных широтах и видимостью Солнца.
5) Коперник, Галилей, Бруно, Кеплер и эпоха борьбы за гелиоцентрическое мировоззрение.	—	5) Составление наглядной таблицы.
6) Всемирное тяготение, открытие Нептуна и Плутона.	—	6) Таблица развития небесной механики.
7) Затмения Солнца и Луны.	7) Наблюдения затмений.	7) Подготовка аппаратуры.
8) Солнце.	8) Наблюдение (и фотографирование) солнечных пятен.	8) Составление графика числа пятен.
9) Тепловое излучение и использование солнечной теплоты.	9) Работы с солнечными утилизаторами	9) Изготовление моделей утилизаторов солнечной теплоты.
10) Вопрос о возможности жизни на планетах.	10) Наблюдение Луны и больших планет в трубу.	10) Составление сводной таблицы физических условий на планетах.
11) Межпланетные путешествия.	—	11) Изготовление моделей.
12) Кометы и метеоры.	12) Коллективные наблюдения метеорных потоков.	12) Обработка и сводка наблюдений.
13) Эволюция звёзд.	13) Наблюдение спектров ярких звёзд.	13) Изготовление аппаратуры. Составление сводной таблицы.
14) Переменные звёзды.	14) Наблюдение переменных звёзд.	14) Построение графиков переменных. Изготовление фотометра.
15) Строение Галактики и её вращение.	15) Наблюдение Млечного Пути.	15) Наглядная таблица расстояний галактических и внегалактических светил.
16) Религиозные мифы и научная трактовка вопроса о происхождении небесных тел.	—	—
17) История гипотез о происхождении солнечной системы и звёзд.	—	17) Изготовление таблицы со схемами.

«Учение следовало бы начинать не с словесного толкования о вещах, но с предметного над ними наблюдения»

Я. А. Коменский
(«Великая дидактика»)

Глава II.

ОБОРУДОВАНИЕ.

19. Астрономическая площадка

Для того чтобы можно было хорошо поставить проведение наблюдений, необходимо создать удобное для них место и оборудовать его некоторыми простейшими приспособлениями, облегчающими выполнение наблюдений. Это место должно удовлетворять следующим условиям: 1) с него должно быть видно всё небо, т. е. его горизонт должен быть наименее закрыт зданиями, деревьями и т. п.; 2) проход на избранное для наблюдений место должен быть доступен в вечернее и ночное время; 3) место наблюдений должно быть, по возможности, близко от физического кабинета и фотолаборатории.

Наилучшим местом для наблюдений является школьная астрономическая обсерватория, состоящая из башни с вращающимся куполом и площадки при ней. Не все школы, конечно, имеют возможность оборудовать у себя такую обсерваторию. В таком случае можно ограничиться вышкой над зданием, приспособленной для наблюдений; если же и этой возможности нет, то следует устроить площадку на земной поверхности недалеко от школы. В самом крайнем случае, когда (в больших городах) невозможно на территории школы устройство площадки, следует её организовать силами нескольких школ.

Мы начнём с описания площадки на земной поверхности, так как принципы её устройства до некоторой степени применимы и для вышки, и для обсерватории.

Площадка для наблюдений должна быть достаточно просторной, чтобы на ней могла поместиться группа человек в 30. Она должна быть выбрана на сухом месте, засыпана песком и окружена лёгкой изгородью с одним или двумя проходами на площадку. Чтобы вода не могла стекать на площадку, следует на всём пространстве её насыпать слой гравия так, чтобы уровень площадки был на 10—15 см выше уровня всего участка, на котором она намечается.

Площадку удобно сделать круглой, можно делать и квад.

ратной, но в последнем случае надо квадрат ориентировать заранее так, чтобы его вершины были обращены к четырём точкам горизонта.

Площадку рекомендуется окружить дорожкой около 1 м ширины. Эта дорожка нужна затем, чтобы на ней вокруг могли расположиться учащиеся, когда преподаватель показывает что-нибудь на самой площадке.

Размер круглой площадки должен быть от 6 м в диаметре (квадратной — 6 м по диагонали). Поверхность её следует сделать, по возможности, горизонтальной. Чтобы проще выполнить это требование, надо по краям площадки забить в землю колышки длиной в 10—15 см. Таких колышков надо сделать и забить 4—6. После того, как колышки забиты, надо в центре площадки вбить ещё 1 колышек так, чтобы прямой брус, положенный на него и на один из отстоящих по краям площадки, был горизонтален (проверить плотничьим ватерпасом). После этого, пользуясь центральным колышком, проверяют все остальные колышки, подбивая их в случае необходимости глубже или немного выдёргивая их. Когда все колышки проверены и стоят на одном горизонтальном уровне с центральным, остаётся засыпать площадку слоем песка, руководствуясь высотой колышков.

Выше уже было сказано, что место для площадки следует выбирать с открытым всюду горизонтом. Но, конечно, это не всегда возможно и поневоле приходится идти на некоторые компромиссы. При выборе места рекомендуется прежде всего руководствоваться условием, чтобы с площадки была видна южная половина небосвода и обязательно та часть северной половины, где находится Полярная звезда. Эти места небосвода — наиболее существенные при наблюдениях. Если это выполнить невозможно, придётся к главной южной площадке делать дополнительную северную. На участке при школе всегда можно отыскать одно или два места, удовлетворяющих указанным условиям.

С площадки должен быть выход в школу для того, чтобы можно было погреться (зимой) или взять нужные для работы приборы.

На площадке (рис. 3 и 4) следует фундаментально установить следующие приспособления: два столба на восток и на запад (*E* и *W*) высотой в $1\frac{3}{4}$ м; два столба на юг и север (*S* и *N*): южный — высотой в 4—5 м с железным кронштейном наверху, северный — высотой в $1\frac{1}{2}$ м с указателем Полярной звезды; гномон (*K*); солнечные часы (*D*); столб с диоптром (*A*); столб для установки переносных инструментов (*G*), скамейку со столом перед ней (*H*). Если это возможно, то на площадку следует провести электрическое освещение, привинтив штепсельную розетку к западному столбу и поместив её внутри запирающегося небольшого шкафчика.

Для правильной ориентировки столбов по точкам горизонта надо отметить полуденную линию обычными способами, изложенными во всех учебниках по астрономии. Компасом можно пользоваться лишь в том случае, если известно склонение магнитной стрелки.

Как уже было сказано, южный столб надо сделать высотой до 5 м и в верхней его части твёрдо укрепить железный кронштейн с просверлённым в нём отверстием диаметром в 1 мм. Столб этот надо поставить несколько к востоку от линии *NS* с тем, чтобы пропущенная от кронштейна нить с отвесом для

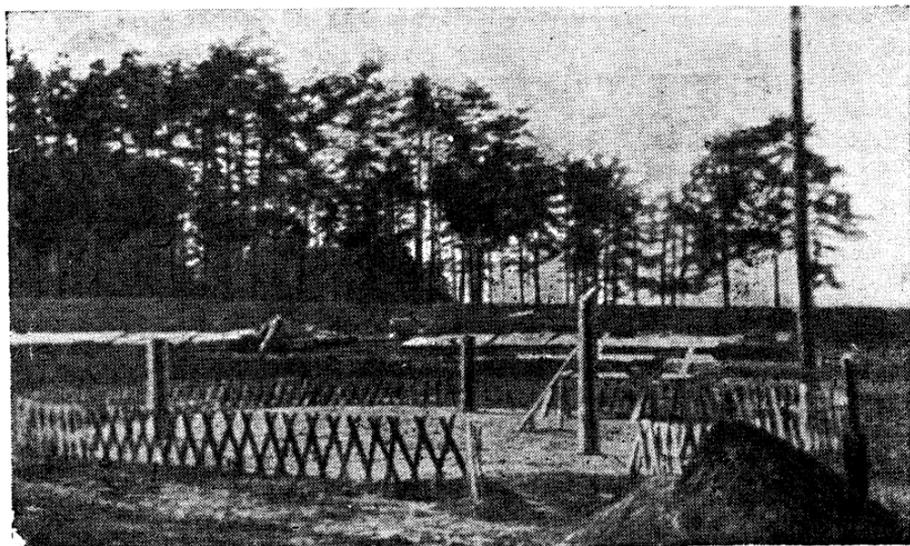


Рис. 3. Астрономическая площадка. (Фотография во время работы по подготовке площадки.)

наблюдателей, расположенных между точками *S* и *N*, изображала линию небесного меридиана. Что касается столба *A*, то он должен быть высотой $1\frac{1}{4}$ м, и на верхней его части следует прикрепить металлическую полоску с 5 отверстиями диаметром в 4 мм, расположенными в один горизонтальный ряд. Отвесная нить и столб с диоптрами служит простейшим пассажным инструментом. Глядя через среднее отверстие на нить, освещаемую сбоку фонарём, учащийся может наблюдать прохождение звёзд через меридиан. Так как невозможно сразу установить точно нить на столбе *S*, то надо устроить простое приспособление для передвижения дощечки с диоптрами и закрепить её в таком положении, чтобы, глядя через средний, видеть нить по направлению небесного меридиана (рис. 5).

Северный столб *N* надо сделать высотой в $1\frac{1}{2}$ м и к нему под углом в 90° врезать планку длиной в 1 м, у которой на-

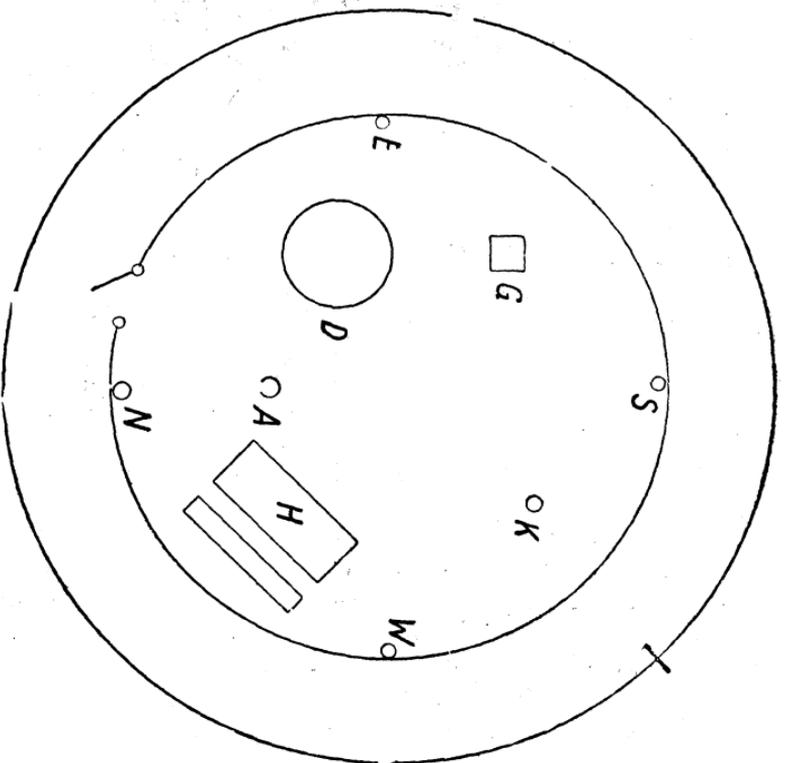
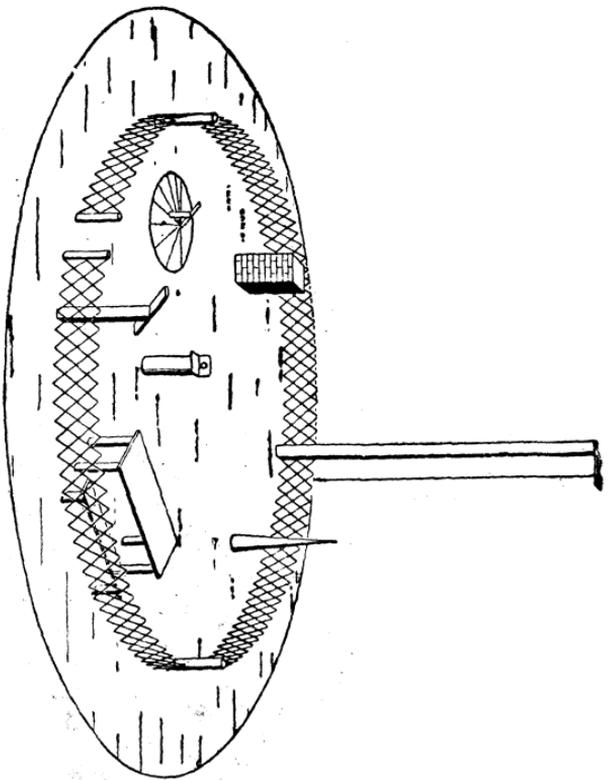


Рис. 4. Схематический вид астрономической площадки: в пер-
спективе и (справа) — в плане.

К — гномон, U — столб для установки инструментов, D — солнечные часы, А — столб с диоптром, S — южный столб с нитью отвеса, N — северный столб с направлением на полюс и приспособлением для прикрепления астрономического зонта; в северо-западной части стол и скамейка.

ружный край должен быть с желобком. Направление желобка должно соответствовать оси мира. На планке масляной краской хорошо сделать надпись: широта... долгота... высота (над уровнем моря)...

Гномон *K* следует сделать высотой от 1 до 1½ м из твёрдого дерева, выстрогав его в виде конуса и установив по отвесу; надо проверять время от времени его вертикальность, так как деформации почвы могут изменять его наклон.

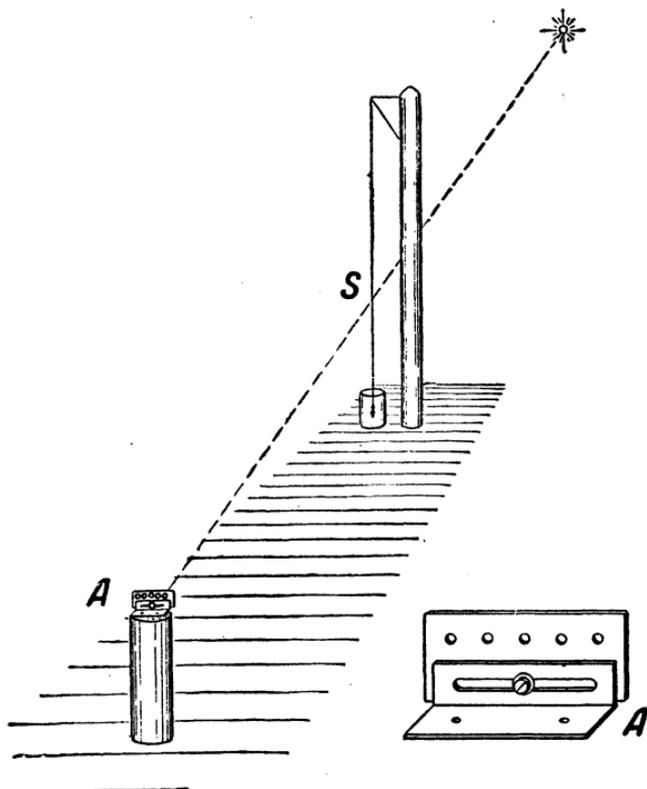


Рис. 5. Нитяной пассажный инструмент

В северо-восточном квадрате можно расположить солнечные часы или на столбе, или же прямо на земле. В последнем случае их надо возможно дальше отодвинуть от изгороди, чтобы тень от неё утром не падала на часы. На западном столбе полезно прикрепить дощечку с указанием, что солнечные часы показывают истинное местное время, и с таблицей уравнения времени.

В юго-восточной части площадки следует установить каменный или кирпичный столб, квадратный в сечении, высотой в 1¼ м, с сечением 50 × 50 см. Этот столб может служить для установки на нём некоторых переносных астрономических инструментов. Стол и скамейка, как уже говорилось, устанавли-

диваются в северо-западном секторе. Вход на площадку удобно сделать в северо-восточном секторе.

Солнечные часы здесь не описываются, так как указания по их построению можно найти во многих книгах. Вокруг солнечных часов, если они находятся на земле, надо сделать лёгкую ограду вроде тех, которые делают вокруг клумб (из косо поставленных палочек).

20. Астрономическая вышка

Если на школьном здании имеется вышка, необходимо озаботиться, чтобы она была хорошо приспособлена для наблюдений. Следует заметить, что наличие вышки не устраняет необходимости в астрономической площадке, так как последняя, в силу своей доступности и наглядности, всё равно полезна.

На вышке необходимы: стол и скамейка, проводка электричества, столб (или даже несколько столбов) для инструментов, значки, указывающие направления к точкам горизонта, столб с отвесом и столб с диоптрами для наблюдений прохождения звёзд через меридианы.

Имея в виду строительство новых школ, уместно остановиться на выборе наиболее подходящего места для астрономической вышки. Так как такая вышка должна быть, по возможности, связана с физическим кабинетом, то при постройке нового здания преподаватели астрономии и физики должны принять участие в проектировании помещения и для кабинета, и для вышки. Проход на вышку надо сделать из коридора, являющегося соседним с кабинетом. Сама вышка должна иметь слегка покаты́й пол (чтобы не застаивалась дождевая вода) и крепкую ограду высотой в $1\frac{1}{2}$ м.

Так как возможна постройка башни с куполом для астрономической трубы, то пол вышки должен быть достаточно крепким не только для того, чтобы выдержать тяжесть 30—40 учащихся, но и для постройки в будущем башни. Для установки трубы необходима устойчивая, не подверженная колебаниям колонна. Эту колонну надо не просто устанавливать на пол площадки, а вывести как продолжение одной из основных стен здания. Если такая колонна не будет заготовлена на вышке, то наблюдения даже с небольшими увеличениями будут затруднены вследствие тряски пола, особенно заметной при наблюдениях с большими увеличениями.

А. И. Глазырин сообщил мне следующий метод, применённый им при установке астрономической трубы на вышке. Был устроен квадратный, открытый сверху бетонный ящик. В ящик насыпан песок, а на этот песок положена бетонная плита, не касающаяся стенок ящика. На плите установлен штатив астрономической трубы. При наблюдениях в установленную таким способом трубу А. И. Глазырин не замечал тряски, которая

до этого, при установке штатива просто на полу вышки, была очень заметна.

Следует предусмотреть и мешающее действие токов тёплого воздуха, исходящих главным образом от труб и с нагретых железных крыш. Так как самое важное направление с юга на север (меридиан), а в южной стороне. бывают видны светила в верхней кульминации, то при проектировании школьной астрономической вышки следует особое внимание обратить на то, чтобы в южной стороне (от вышки) отнюдь не было дымовых труб и была возможно меньшая поверхность крыши. С северной стороны наличие крыши допустимо, но по направлению меридиана недопустимо наличие дымовых труб.

Вход на вышку не следует делать просто закрывающимся люком, так как при снегопаде он может быть засыпан. Лучше прикрыть его крышей на подобие слуховых окон.

21. Башня и купол

При строительстве площадки всегда следует предусматривать возможность в будущем постройки башни с вращающимся куполом. Размеры башни, конечно, должны быть обусловлены размерами того инструмента, который предполагается в ней поместить.

Труба на экваториальной установке с 100 мм объективом вообще вполне удовлетворяет школьным требованиям; из расчётов примерно на такую трубу и надо проектировать башню.

На рисунках 6 и 7 дан чертёж с соблюдением относительных размеров башни и купола.

Размеры астрономических каменных башен с железным куполом (в см).

Длина трубы		Высота штатива (до середины осей)	Внутренний диаметр башни d	Внешний диаметр башни D	Высота центра установки над колонной h	Высота экваториальной установки над полом H	Радиус основания штатива R
без окулярной гильзы	с окулярной гильзой						
133	149	186	300	375	40	160	45
223	239	195	350	425	40	165	45
295	321	240	500	575	50	200	50
330	346	266	500	575	50	225	55
390	406	266	600	675	55	230	55

Прилагаемая таблица даёт представление об относительных размерах частей в зависимости от запроектированных данных трубы.

Условия расположения и устройства башни и площадки должны быть такими, чтобы: 1) башня для наблюдения на площадке не закрывала ни севера, ни юга небосвода, 2) с площадки около башни можно было обозревать все стороны горизонта; 3) проход в башню был с площадки; 4) проход на площадку должен быть, по возможности, закрытым, 5) в самом здании, возможно ближе к площадке, должна быть обычная отапливаемая комната для подготовки к наблюдениям, отдыха и отогревания наблюдателей в холодные ночи.

Наиболее подходящее расположение башни и площадки изображено на рисунке 8.

Стены башни могут быть построены из любого материала, купол же её надо стремиться делать возможно более лёгким, например, из брезента на деревянном или металлическом каркасе. Прорез в куполе следует делать возможно шире (около 60°), захватывающим зенит, но не простирающимся в обе стороны, так как такой прорез создаёт благоприятные условия для сквозняков.

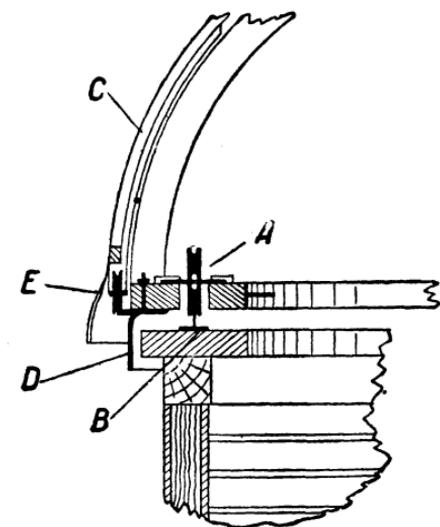


Рис. 7 Детали установки купола на роликах.

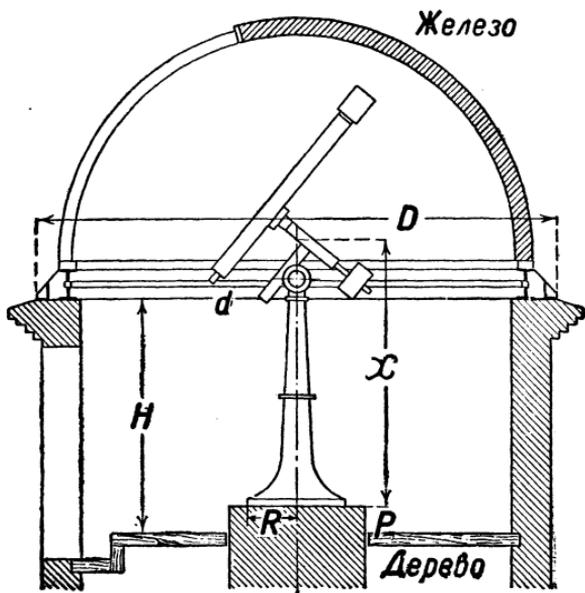


Рис. 6. Астрономический купол в разрезе.

Существует много различных способов установки купола для создания возможности его вращения. Основными условиями должны быть горизонтальность того жолоба или рельса, по которому катится купол, строгость линии его окружности, наличие кожухов на нижней части купола, заходящих вниз настолько, чтобы предохранить жолоб от заметания снегом и смерзания.

Окрашивать купол следует в белую или вообще светлую окраску. Самое вращение купола должно быть осуществляемо с наименьшим трением (при помощи шариковых или роликовых подшипников).

Внутри купола и башни в трёх-четырёх местах следует сделать кольца для пропускания через них основательных замков. Такие замки могут предохранить купол от сдвига или даже от падения при сильных ветрах. На рисунках 9 и 10 изображены разные типы башен, а на рисунке 11 — разрез части купола, приходящийся непосредственно над основанием башни.

В настоящее время уже началось изготовление и производится продажа школьных менисковых телескопов системы проф. Д. Д. Максимова. Малые размеры этих телескопов (длина от 20 до 30 см) значительно облегчают строительство школьной обсерватории и надобность в башне и куполе почти отпадает. Достаточно иметь устойчивый цементированный столб диаметром около 20 см и выносить всякий раз телескоп для наблюдений. Большой телескоп (на экваториальной установке с тремя сменными увеличениями) того же типа надо установить раз навсегда, но башню и купол нет необходимости делать: можно устроить или накатывающуюся будочку или хороший металлический кожух, надевающийся сверху на столб с телескопом. Если есть возможность построить башню, которая частично предохраняет и наблюдателя от сильного ветра, то эта башня может быть невелика, с простой откидной или отодвигающейся крышей.

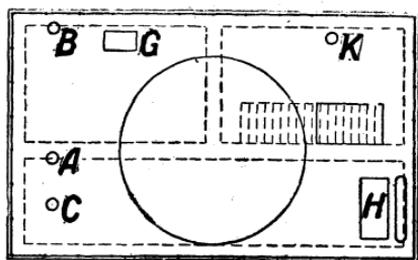
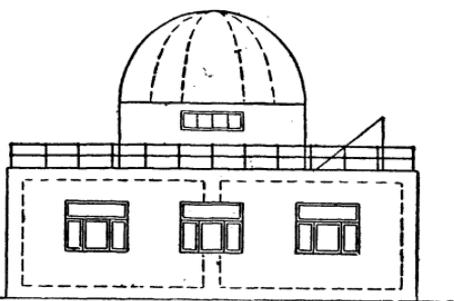


Рис. 8. План астрономической вышки К—гномон, G—столб для инструментов, В—южный столб с отвесом, А—диоптры, С—северный столб.

22. Основные приборы для наблюдений

Приборы, которые понадобятся для наблюдений, придётся отчасти изготовлять собственными силами и средствами при участии учащихся в этой работе.

Действительно, в продаже почти нет учебных пособий для ведения астрономических наблюдений, а имеющиеся не всегда

удовлетворительны. Основное пособие — астрономическая зрительная труба — имеется лишь в немногих школах. Между тем показать учащимся Луну, Солнце, планеты, звёзды и туман-

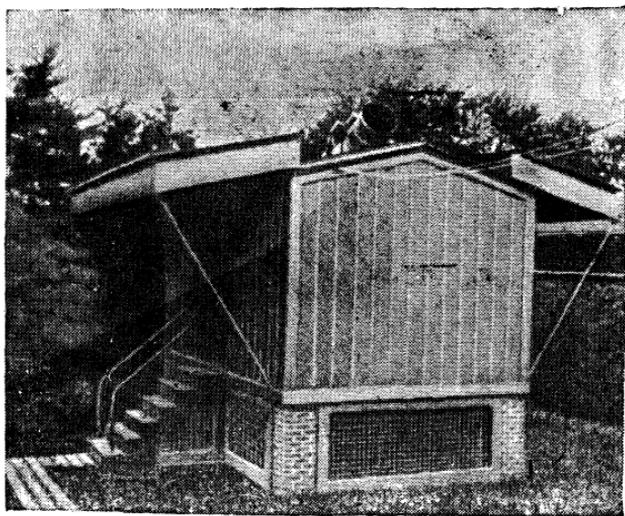
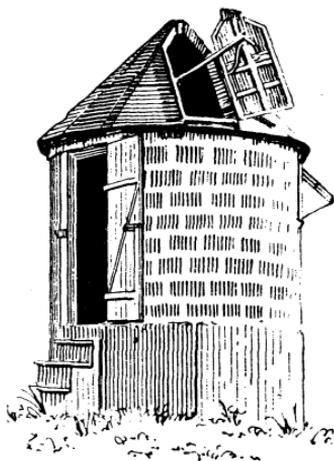
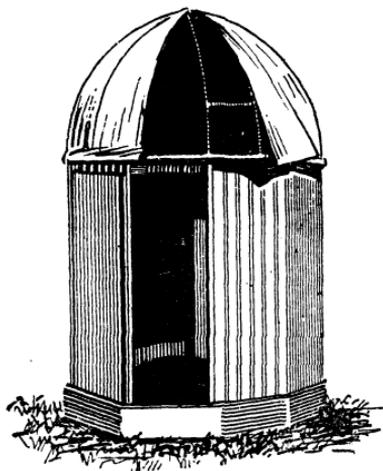


Рис. 9, 10, 11. Различные типы башен и павильонов для астрономических инструментов.

ности необходимо. В этом направлении следует использовать решительно все возможности.

Прежде всего, если в районе есть хотя бы одна школа, обладающая астрономической трубой, надо организовать пользование ею для всех школ района. Не следует понимать пользование такой трубой, как перенесение её из одной школы в другую. Наоборот, труба должна быть установлена в опреде-

лённой школе, обладающей наиболее удобными условиями для наблюдений.

Заведовать ею и составлять расписание посещений должен определённый преподаватель, которому следует учитывать эту работу по нормам для заведующих физическими кабинетами.

Не останавливаясь здесь на деталях ухода за трубой, которые излагаются во многих книжках, разберём вопрос её установки. Установка трубы имеет решающее значение для продуктивности наблюдений. Шаткая, трясушаяся установка самую лучшую трубу может сделать бесполезной и, наоборот, даже неважная труба на хорошей, прочной установке, осо-

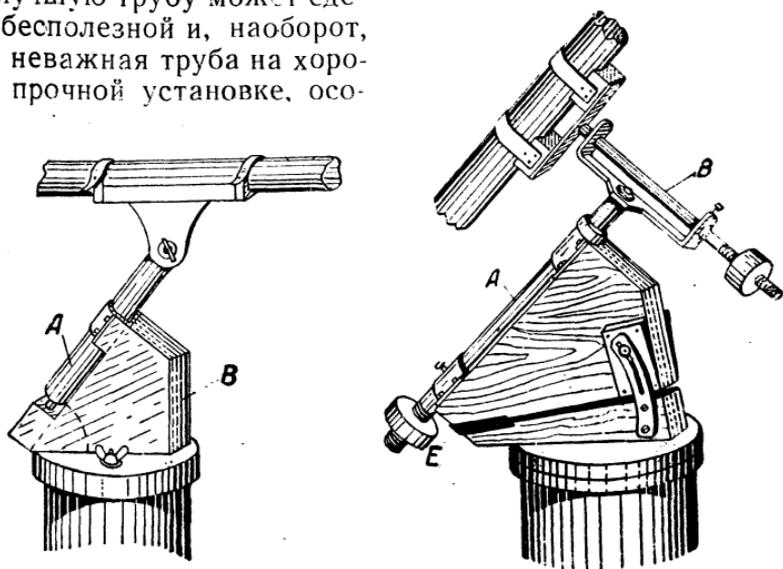


Рис. 12, 13. Экваториальные установки.

бенно, если у неё имеется микрометрическое движение, будет служить хорошо. Поэтому всякую трубу надо прежде всего обеспечить твёрдой установкой и уравновешенностью относительно осей. Вращение на всех осях должно быть плавным, без трения, вызывающего тряску трубы.

Наиболее удобным типом установки трубы является экваториальная. Экваториальную установку можно сделать даже из простой азимутальной или же без особых затруднений изготовить заново (рис. 12 и 13).

Если возможно, трубу надо установить постоянно на площадке или на вышке, сделав накатывающийся на неё домик. Если это невозможно, то для переноски трубы надо устроить запирающийся ящик, чтобы труба не выпала во время переноски, а треногу стягивать внизу ремешком.

Если труба постоянно стоит на площадке, то лучше объектив и окуляры хранить отдельно в школе, ввинчивая их перед

наблюдениями. Ввинчивание объектива — операция деликатная; надо не повредить нарезок и не выронить из рук объектива. Поэтому, при ввинчивании объектива следует всегда трубу поворачивать объективным концом вниз и в этом же месте подставлять на время ввинчивания стул или табуретку с положенной на него мягкой подушкой. Если рука сорвётся и объектив упадёт, то он попадёт на подушку.

К крышке ящика, в котором хранятся окуляры, изнутри полезно приклеить табличку с указанием увеличения каждого из окуляров и поля зрения.

Если в школе имеется земная зрительная труба, то её можно применить для астрономических наблюдений, заменив в ней длиннофокусный окуляр короткофокусным (можно использовать окуляры от микроскопа или хорошие ахроматические лупы). При этом надо помнить, что норма увеличения для хороших объективов считается обычно 2 на 1 мм диаметра. Таким образом, если имеется, например, зрительная труба с диаметром объектива в 40 мм и фокусным расстоянием в 60 см, то с ней можно попробовать увеличения до 80 раз и, следовательно, наиболее сильный окуляр можно брать с фокусным расстоянием в 7—8 мм.

Следует иметь в виду, что навести трубу на небесные объекты даже и опытному человеку бывает нелегко из-за малого поля зрения; тем более это трудно учащимся. Поэтому полезно к трубе приделать простенький искатель (трубу с малым увеличением и большим полем зрения).

Наведение трубы на звезду значительно легче, когда окуляр точно установлен на фокус. Поэтому на выдвигном колене трубы следует заранее (по наблюдению отдалённого земного объекта) сделать отметку, указывающую установку окуляра.

В качестве искателя можно использовать имеющиеся в продаже монокуляры. Они дают прямое, неперевернутое изображение и имеют большое поле зрения. Отсутствие креста в поле зрения такого монокуляра не вносит особых затруднений: достаточно установить искомый объект в центре поля зрения окуляра, что выполняется довольно точно «на глаз». Монокуляр или даже целый бинокль устанавливается на особой скамеечке, надеваемой на трубу (рис. 14).

Такие скамеечки надо иметь и на объективном, и на окулярном концах трубы. Одна из них будет служить для прикрепления фотоаппарата, другая — для прикрепления искателя.

В менисковом телескопе проф. Д. Д. Максудова изображения получаются, как и в обычных астрономических трубах — перевёрнутые. Оптическая система телескопа состоит из вогнутого зеркала, перед которым на некотором расстоянии помещена отрицательная вогнутая линза (мениск). Поверхности и зеркала, и мениска — сферические. Лучи, идущие от светила, сначала, проходя мениск, рассеиваются, затем, падая на зер-

кало, отражаются и могли бы собираться и дать изображение светила перед зеркалом. Средняя часть мениска, обращённая к зеркалу — посеребрена; поэтому лучи от зеркала, идущие сходящимся пучком, отражаются снова от этой поверхности, пучок лучей делается менее сходящимся, изображение получается у задней поверхности зеркала, просверленного в середине. Здесь изображение рассматривается при помощи окуляра. Теория такого рода телескопа, разработанная

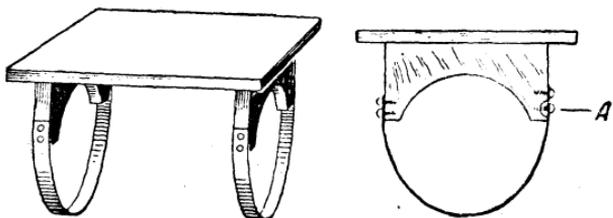


Рис. 14. Столик на трубе для установки вспомогательных инструментов (искатель и т. п.). (Ввинчиванием шурупа А жестяная лента затягивается.)

Д. Д. Максуповым, показывает, что изображение должно быть свободно от искажений и хроматическая аберрация (обусловленная мениском) столь мала, что практически можно считать телескоп свободным и от неё.

Школьный телескоп этого типа начал изготовлять один из заводов СССР. Телескоп имеет диаметр мениска 70 мм, отражающий кружок в середине его диаметром

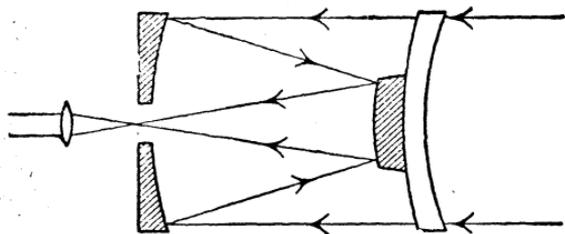


Рис. 15. Схема менискового телескопа чл.-корр. АН СССР Д. Д. Максупова

(лучи, пройдя мениск, отражаются от сферического зеркала, вторично отражаются от сферической выпуклой поверхности мениска и дают изображение в просверленном центре зеркала.)

в середине его диаметром в 20 мм, так что, по количеству проходящего света, отверстие телескопа равно диаметру объектива в 67 мм. Фокусное расстояние всей системы 70 см, но благодаря особенностям устройства телескопа, его длина всего 20 см (вместе с окуляром). Увеличение равно 50, причём окуляр имеет

винтовой ход (как в биноклях) и зенитную призму. На корпусе трубы имеются два диоптра для наведения трубы и около ближайшего к окуляру диоптра — откидное зеркальце.

Смотря сбоку в зеркальце, преподаватель видит оба диоптра и, наведя их на объект наблюдения, может подправить микрометрическими винтами установку.

Диоптр при объективном конце трубы плохо виден ночью; хорошо покрасить его белой краской или светящимся составом.

В некоторых школьных телескопах выдвижение окуляра недостаточно для дальнзорких. Если в телескопе окуляр имеет

малое выдвигание, это дело исправить нетрудно: нужно вывинтить небольшой винтик сбоку окулярной гильзы; тогда окуляр может быть значительно выдвинут. Однако, совсем вывинчивать окуляр не следует, так как такое вывинчивание может повлечь за собой проникновение внутрь телескопа пыли и влаги, портящих поверхность зеркала.

При наведении трубы на светило следует сначала закрепить её по высоте, а после проверки видимости светила в поле зрения закрепить по азимуту, и уже потом микрометрическим движением поставить светило в центре или справа в поле зрения, учитывая видимое суточное движение.

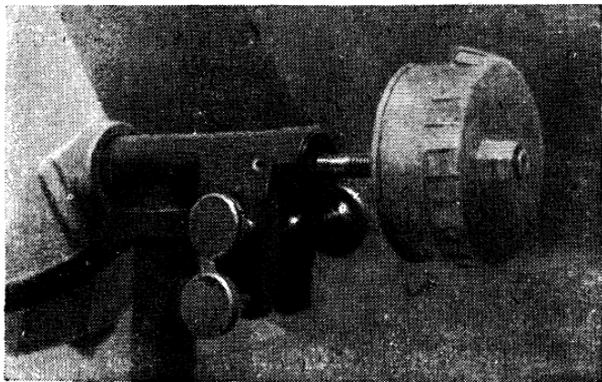


Рис. 16. Часть штатива менсикового телескопа с прикреплённым противовесом.

Штатив состоит из колонки, ввинченной в тяжёлую и довольно большую чугунную треногу для установки её на столе или на колонке астрономической площадки. Установка азимутальная, с двумя закрепительными и двумя микрометрическими винтами (по азимуту и высоте). Недостатком этой

конструкции является её неуравновешенность: на конце горизонтальной оси, противоположном трубе, противовеса не имеется; если колонка не вертикальна, то труба поворачивается силой тяжести в наинизшее её положение.

Этот недостаток, пока он ещё не устранён заводом, преподаватель обязательно должен сам исправить, пристроив каким-либо способом к концу оси надлежащий груз (например, металлическую консервную коробку с насыпанной в неё дробью или рыболовными грузилами). Наиболее удобно в конце оси (она — полая внутри) просверлить отверстие и в него вставить болтик с гайкой (рис. 16) так, чтобы он выдавался наружу по направлению оси сантиметров на 5—8. Заготовив небольшую консервную банку, делают на неё крышку из жести с загнутыми краями. В центре дна банки и крышки надо сделать отверстие по диаметру болта и, насадив банку на болт, заполнить грузилами, прикрыть крышкой и туго прижать гайкой. Без противовеса, при неуравновешенности всей системы, наблюдения будут неудобны и потребуют большой затраты времени при наводке на светило.

Если для наблюдения светил, находящихся в разных местах небосвода, надо переносить с места на место трубу, то, при её

тяжёлой чугунной треноге, дело это становится слишком трудоёмким и отнимающим много времени. В этом случае следует установить колонку на прочную треногу и тогда трубу легко переносить с одного места на другое и не нужно перетаскивать столик, на который иначе приходится ставить чугунную треногу.

Внизу колонки, ввинчиваемой в чугунный треножник, должно быть отверстие с винтовой нарезкой того же хода, как и винт фототреноги.

Чтобы переставить трубу на фототреногу, нужно поставить фототреногу рядом с трубой, отпустить закрепительные винты и, держа всю установку в верхней её части одной рукой, другой вывинчивать колонку на треножнике: когда выйдет последний виток колонки, держа левой рукой за верхнюю часть установки, а правой за колонку, переносим её на фототреногу и крепко привинчиваем к ней колонку; левую руку можно отпустить только тогда, когда колонка окончательно привинчена. Следует заметить, что в средней части фототреноги нужно её ножки соединить верёвкой или проволокой, чтобы на гладком полу они не разошлись; винты фототреноги завинчивать крепко и концы её несколько воткнуть в землю. Колонку на фототреноге надо, конечно, устанавливать возможно ближе к вертикальности (рис. 17).



Рис. 17. Общий вид менискового телескопа, установленного на фототреноге.

Если в колонке штатива нет отверстия для привинчивания на фототреногу, можно заказать слесарю плотно входящую снизу в колонку металлическую пробку с соответствующим отверстием. Вставив пробку внутрь колонки, надо сбоку закрепить её винтами. При этом, как показывает опыт, можно укоротить колонку до высоты 20 см.

Если ученики умеют обращаться с микрометрическими движениями, то, при наблюдениях, надо трубу ставить так, чтобы оба медленных движения были обращены к наблюдающему («труба налево, противовес направо»). Если ученики ещё не имеют опыта управления микрометрическими винтами, то трубу надо устанавливать микрометрическими винтами от наблюдателя («труба направо, противовес налево»), откидывать зеркальце у диоптра. Учитель при этом становится направо от наблю-

дающего ученика, чтобы корректировать наводку при помощи зеркальца и микрометрических винтов, не мешая ученику смотреть в окуляр.

Менисковый школьный телескоп, по его техническим условиям, должен показывать раздельно двойные звёзды до 3" расстояния между ними. В него можно наблюдать подробности лунной поверхности, фазы Венеры, спутников Юпитера и полосы на нём, кольцо Сатурна, туманности Ориона и Андромеды,

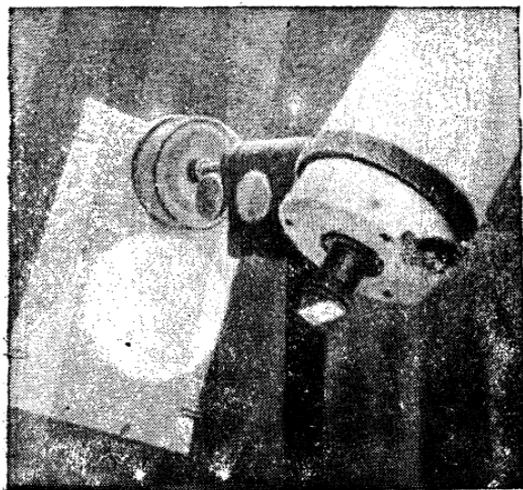


Рис. 18. Наблюдение Солнца менисковым телескопом.

звёздные скопления. Теоретическая пропускная способность этого телескопа — до 11 зв. величины (в ясную безлунную ночь).

Наблюдения Солнца с этим телескопом следует вести только при помощи окулярного увеличения — на экране ¹⁾. Очень удобно при этом пользоваться зенитной призмой, отбрасывая изображение в ту сторону, где находится противовес. Экран очень легко и просто (лёгкая фанерная дощечка с приколотым листом белой шероховатой бумаги) прикрепляется к противовесу

при помощи той же гайки, которая служит для его закрепления (рис. 18). Никак нельзя допускать учащих смотреть прямо через телескоп на Солнце, так как это влечёт за собой частичную или полную слепоту глаза.

Азимутальную установку телескопа нетрудно своими силами обратить в экваториальную, навинчиваемую на фототреногу, или, ещё лучше, на треногу для геодезических инструментов (см. рис. 12). Основное правило, которое должно быть соблюдено, это — уравновешенность инструмента и расположение его центра тяжести над средней частью треноги (по вертикали).

Если нет зрительной трубы, можно обойтись самодельной трубой или рационально использовать призмный бинокль. В настоящее время имеются советские призмные бинокли или монокуляры. (Цены бинокля 240 рублей.) Призмный бинокль может служить для ознакомления с туманностями, звёздными

¹⁾ Объектив надо диафрагмировать. Время от времени обязательно делать перерыв (минут через 5), отворачивая на время перерыва телескоп от Солнца, чтобы предохранить трубу от перегрева.

скоплениями, солнечными пятнами, особенностями поверхности Луны, спутниками Юпитера.

Для наблюдений в крайнем случае можно применить и галлеевский бинокль, но качество его заметно ниже призмленного: меньшее увеличение, малое поле зрения.

Необходимо помнить, что бинокль, как и труба, должен быть установлен на штативе. Значение штатива в этом случае очень велико: спутников Юпитера, например, при наблюдениях с руки заметить нелегко, между тем как при установке бинокля на штативе они видны вполне ясно.

Большое поле зрения, лёгкость бинокля, простота наведения оказываются очень существенными для наблюдений в условиях школьной работы.

При наличии нескольких биноклей или монокуляров, установленных на штативах, можно каждому звену учащихся предоставить возможность самостоятельных наблюдений.

Установка бинокля, удобная для таких наблюдений, изображена на рисунке 19. В этих установках, привинчиваемых к обыкновенной фотографической треноге, противвесом является батарейка для карманного фонаря, служащая источником осветительного тока для маловольтовой лампочки, закреплённой в ручке. Подобную установку с некоторыми изменениями можно сделать и своими средствами, применив в некоторых частях её детали набора «Конструктор».

При отсутствии специальной установки для наблюдений с биноклем, надо заготовить палки с дощечкой наверху. Такие палки служат опорой для рук наблюдателя.

Призмленный бинокль, как и зрительную трубу, можно использовать и для показывания Солнца на экране, демонстрации цветов и коротких спектров звёзд и т. п.

Если по недостатку средств невозможно закупить бинокли или монокуляры, то, применяя ту же самую оптику бинокля, но без призм, можно заготовить небольшие зрительные трубы из картона или проклеенной бумаги.

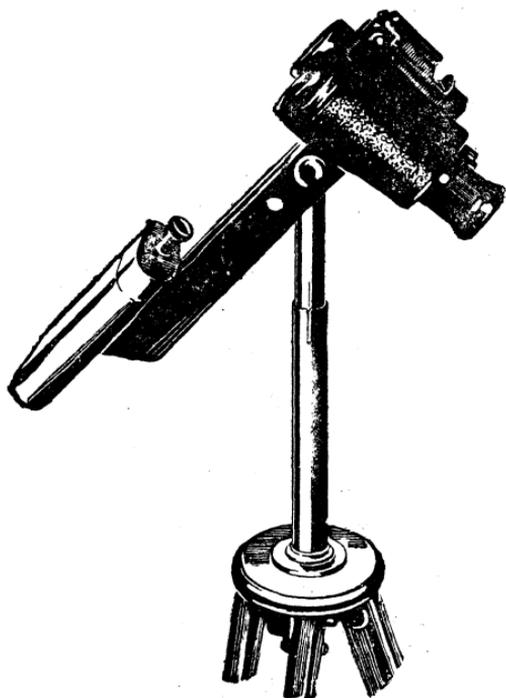


Рис. 19. Установка для наблюдений с биноклем (привинчивается на фототреногу).

Есть основания предполагать, что будет восстановлена продажа наборов оптики бинокля (на одну трубу). В таком наборе имеются все линзы для объектива и окуляра и две призмы. Линзы следует склеить канадским бальзамом, как показано на чертеже, приложенном к набору (рис. 20); если канадского бальзама нет, то можно просто сложить их, заклеив по краю ободком из плотной бумаги. Фокусное расстояние объектива 15 см

и окуляра $2\frac{1}{2}$ см.

Труба, сделанная из такого набора, будет иметь хорошие оптические качества и давать изображения даже более яркие, чем бинокль, так как в данном случае нет поглощения света в призмах.

Окулярные линзы этого набора даются для увеличения в 6 раз. Оказывается, однако, что увеличение такой трубы можно повысить до 10 раз, взяв вместо окуляра более сильную

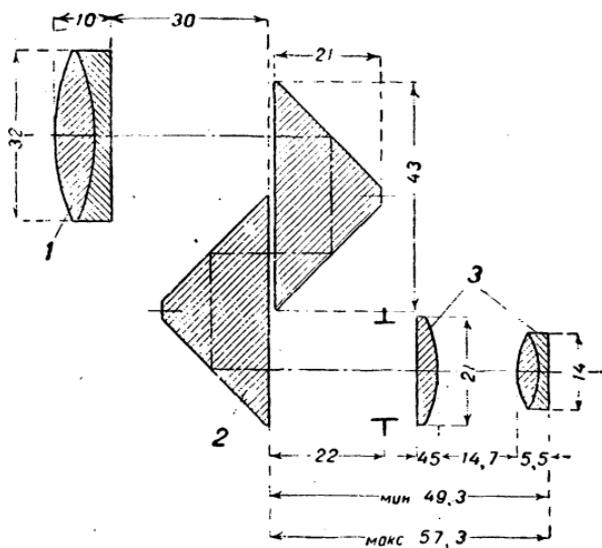


Рис. 20. Набор оптики синоукля.

лупу или введя между объективом и окуляром соответственно подобранную двояковогнутую линзу.

Что касается трубы из очковых стёкол, то она даёт заметную хроматическую aberrацию, очень длинна и для школьного применения мало практична.

23. Вспомогательные приборы для наблюдений

Как к трубе, так и к биноклю надо иметь некоторые вспомогательные приспособления.

Совершенно необходимым приспособлением является экран для наблюдений Солнца. Устройство такого экрана показано на рисунках 18 и 21. Экран, конечно, можно сделать и иными способами. Основными требованиями к такому экрану являются следующие: он должен крепко присоединяться к трубе, передвижение его вперёд и назад должно быть плавным, без сотрясений, на его доске легко должна укрепляться бумага для зарисовывания.

При использовании бинокля лучше всего устроить длинный стержень, на одном конце которого прикрепляется би-

нокль, а на другом — экран; длина такого стержня должна быть 1—1½ м (рис. 22).

К необходимым оптическим приборам для астрономических наблюдений надо отнести ещё: фотокамеру, призму с малым преломляющим углом и спектроскоп прямого зрения.

Для получения фотографии созвездий годится, в сущности, всякая камера с ахроматическим, но возможно большим по диаметру объективом. Для фотогра-

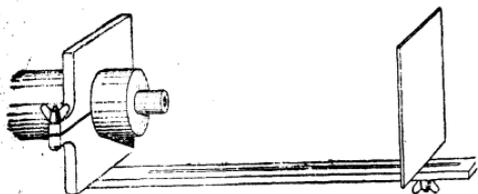


Рис. 21. Экран для наблюдений Солнца.

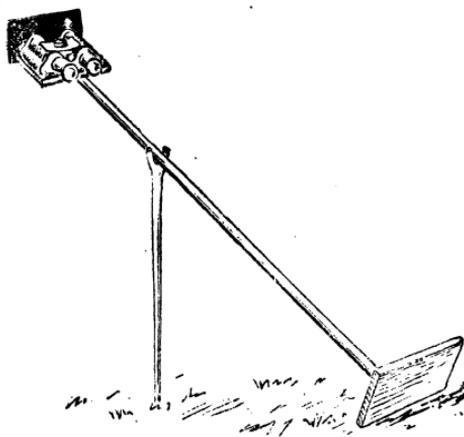


Рис. 22. Приспособление для наблюдений Солнца с биноклем.

фирования следует устроить установку. Эта установка состоит из доски *B*, привинченной к деревянной призме *A*, с углом, равным дополнению широты до 90°, в свою очередь привинчивающейся к треноге. На этой доске помещается закреплённая лишь в одной точке (шурупом *E* с шарообразной головкой и шайбой) вторая доска *C*, которая может таким образом вращаться. Сбоку первой доски *B* привинчивается металлическая толстая пластинка с круглым прорезом, в который входит винт *D*, по возможности длинный и с тонкой винтовой нарезкой (рис. 23).

Ввинчивая винт, мы тем самым медленно передвигаем конец доски и поворачиваем её по направлению суточного движения светил. На эту доску можно под любым углом и в любом направлении установить и фотокамеру, и контрольную трубу с крестом нитей в поле зрения и таким образом смотря в трубу, медленным вращением винта не давать камере сдвигаться с избранного района неба. Так как во время фотографирования может понадобиться передвинуть камеру вверх или вниз, то во

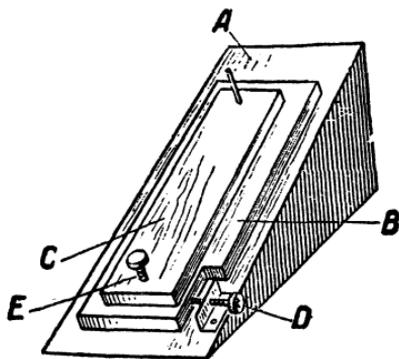


Рис. 23. Столик экваториальный для фотографирования (угол с горизонтальной плоскостью 90°-φ).

второй доске надо сделать перпендикулярный винт *E*, чтобы вращением его головки понемногу изменять наклон фотокамеры.

Если штатив менискового телескопа переделан в экваториальную установку, то фотоаппарат можно привинтить на место противовеса.

Призма с малым преломляющим углом нужна для показывания спектров звёзд. Она ставится при наблюдениях перед

объективом, для чего надо приготовить деревянные кольца на оправе объектива с тем, чтобы к этим кольцам при помощи цинковых полосок приставлять призму. Призмы с преломляющим углом в 10—15° можно приобрести в оптических магазинах или даже сделать самому¹⁾. Спектроскопы в продаже имеются и одинаково необходимы при прохождении

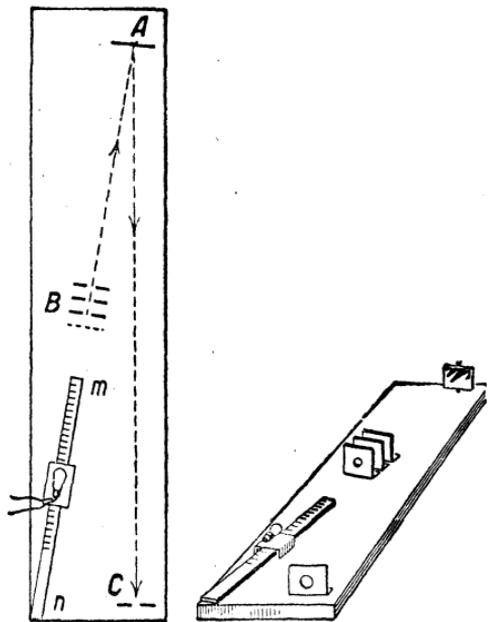


Рис. 24. Школьный астрофотометр (изображение искусственной звезды, отражённое от стеклянной пластинки, видно рядом с естественной. Яркость искусственной звезды может быть изменяема или фотоклином или передвижением лампочки).

физики. Для простейших астрофотометрических работ может служить прибор, описание которого было дано мною в журнальной литературе. Прибор служит для наблюдений невооружённым глазом и может быть применён для измерения блеска планет и звёзд до пятой звёздной величины. В конструкции прибора мною сделаны изменения, упрощающие работу с этим фотометром.

На плоской доске (рис 24), длиной около 1 м, на одном конце устанавливается обойма для стеклянной пластинки *A*, отражающей искусственную звезду *B* так, что наблюдатель через визир *C* видит и искусственную звезду и (через стекло пластинки) естественную. Искусственная звезда получается, благодаря освещению малого отверстия в пластинке *B* электрической лампочкой, которую можно передвигать вперёд и назад по стержню *mn*, прикреплённому к доске. Позади отверстия (между пластинкой *B* и лампочкой) устанавливаются в зажиме молочное и голубоватое стёкла, а перед пластинкой *B* — передвижной фотометрический клин. Изменение яркости искусственной звезды может быть получено передвижением лампоч-

¹⁾ Ф. Н. Красиков, Самодельные физические приборы.

ки и клина. По звёздам известного блеска можно произвести градуировку клина и движения лампы и затем, пользуясь этой градуировкой, измерять яркости светил, видимых невооружённым глазом.

Обойма для пластинки *A* должна быть сделана вращающейся вокруг оси, перпендикулярной к плоскости доски. Всё приспособление помещается на подходящую установку. Изменение, подобное описанному, предложено было, независимо от автора, А. М. Смирновым.

24. Угломерные инструменты и часы

Для простейших угловых измерений надо прежде всего иметь транспортиры с отвесом — высотомеры (рис. 25).

С таким высотомером можно делать и наблюдения высоты Солнца. В этом случае следует принять меры, чтобы предохранить глаза наблюдателей от смотрения непосредственно на Солнце. Предохранить можно двумя способами: 1) устроить пазы для тёмного стекла перед диоптром *B*; 2) проецировать изображение Солнца (маленький светлый кружок) от отверстия *B* на плоскость перекрёстка нитей *A*. Последний способ — наилучший. Для этого на рамку с крестом нитей *A* достаточно надеть склеенный в виде конверта лист бумаги и, наведя на Солнце, поворачивать высотомер до тех пор, пока изображение *B* не упадёт на середину белого листка.

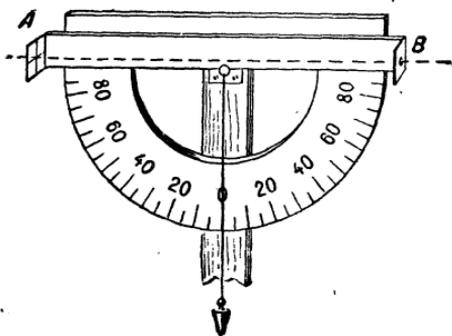


Рис. 25. Школьный высотомер.

Высотомер можно изготовить и своими средствами, выпилив из фанеры полукруг и наклеив на него полукруг с делениями¹⁾. В этом случае лучше круговую шкалу поставить так, чтобы в середине полуокружности было деление 0° , к краям же шли возрастающие деления. Такой высотомер будет давать отсчёт высот, между тем как обыкновенный транспортир даёт отсчёт зенитных расстояний.

Для тех случаев, когда измеряется угловое расстояние между двумя звёздами, расположенными как угодно, надо изготовить простой угломер. Не останавливаясь здесь на различных видах этих угломеров, укажем самый простой способ его устройства. Он заключается в том, что на классный транспортир вбиваются по его краю, перпендикулярно к его плоскости, гвоздики через $1-2^\circ$ (в зависимости от размеров транспор-

¹⁾ Круги с делениями имеются в таблице «Измерительные приборы» Попова и Карасёва.

тира). Глядя на центр транспортира, можно видеть проектирующимися на небо его деления через 1° и таким образом в зависимости от установки плоскости транспортира, можно измерить угловое расстояние между звёздами, расположенными как угодно.

Секстан, весьма поучительный и полезный прибор, тоже можно сделать из фанеры. При изготовлении самодельного секстана не нужно, конечно, делать его мелкие, несуществен-

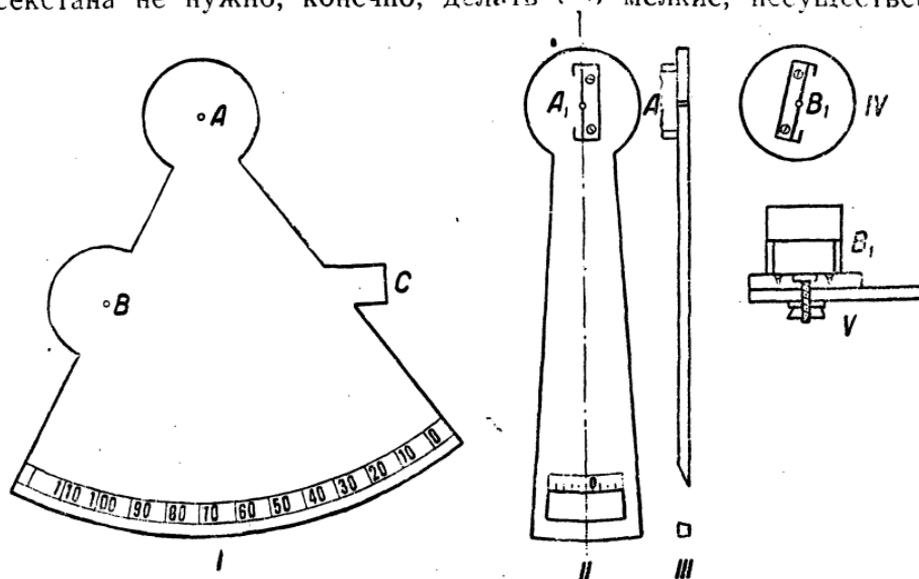


Рис. 26. Секстан.

ные в школьной работе детали: он должен состоять из основной доски (в виде сектора круга) с зеркалом на ней, визира и подвижной линейки с установленным на ней зеркальцем. Из гонкой жести делаются рамки для вставки зеркалец. Когда эти детали выполнены надлежащим образом, надо рамку привинтить так, чтобы при параллельности зеркал был через визир виден один и тот же отдалённый предмет и через непрочищенную, и через прочищенную часть неподвижного зеркала. При этом линейка должна быть вплотную придвинута к визиру на 0° деление.

В продаже секстанов почти нет, а если они случайно и попадают, то цена их высока.

Полезным и поучительным пособием является теодолит, действующую модель которого можно сделать и своими средствами (описание см. далее).

Необходимым элементом наблюдательного набора являются часы. Одни карманные часы во всяком случае надо иметь для хранения точного времени, но одновременно полезны будут для наблюдений обыкновенные будильники. Один из таких будильников необходимо отрегулировать так, чтобы он шёл

по звёздному времени (т. е. уходил вперёд за сутки на 3 мин. 56 сек).

Чтобы предохранить будильники от падений, надо для каждого заказать деревянный ящик с задвигающейся (в пазах) стенкой и круглым отверстием, открывающим циферблат. Будильник в таком ящике должен плотно стоять, не болтаясь. Самое лучшее — сшить из обрезков материи прокладки, заполненные ватой, для плотной установки будильника внутри ящика. На ящик следует прикрепить ручку для его переноски. Установленный так будильник будет предохранён от случайных ударов и окажется полезным не только для астрономических, но и для физических работ.

В наборе астрономического кабинета очень желательно иметь солнечное кольцо проф. С. П. Глазенапа. Если почему-либо невозможно приобрести этот прибор, его можно сделать своими силами в мастерской. Следует заметить, что форма кольца не обязательна — лишь бы прибор не подвергался деформации; возможна форма треугольника, квадрата или пластинки с грузом на конце, к которой крепко привинчен полукруг.

25. Освещение

Фонарь при наблюдениях нужен не слишком яркий, чтобы не слепить глаз, с дверцей или задвижкой, с помощью которой можно прикрывать свет. Такой фонарь можно сделать из двух больших консервных банок разного диаметра (рис. 27). В каждой из них прорезано круглое или прямоугольное отверстие, закрываемое белой бумагой (если лампочка электрическая) или слюдой (если применяется свеча или керосиновая лампа). Одна банка надевается на другую, и для получения света достаточно повернуть отверстия одно против другого. Внутренняя банка прикрепляется к деревянной подставке, на которой монтирован источник света.

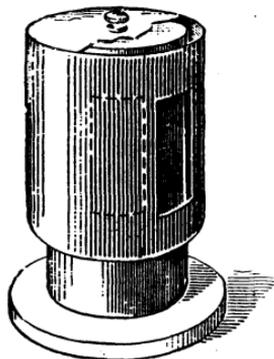


Рис. 27. Фонарь для наблюдений.

Очень практичны фонари «летучая мышь», но свет их слишком ярк, поэтому при пользовании совершенно необходимо заключить такой фонарь внутрь картонного цилиндра с одним или двумя небольшими окнами, заклеенными полупрозрачной бумагой. Удобным фонарём для наблюдения может быть также деревянный фотографический фонарь, сделанный так, что он даёт свет не прямо, а вниз (на стол). В таком фонаре необходимо красное стекло заменить матовым, так как красное освещение может создавать временную цветовую слепоту у пользующихся подобным фонарём.

26. Звёздные атласы и карты

При астрономических наблюдениях обязательно нужны звёздные атласы. Наилучшим из них для школы является «Звёздный атлас» проф. А. А. Михайлова, состоящий из четырёх карт звёздного неба до 40° южного склонения, содержащий все звёзды до $5\frac{1}{2}$ величины, изданный Московским обществом любителей астрономии. При наблюдениях в астрономическую трубу очень полезны будут более подробные «Атлас северного звёздного неба» проф. А. А. Михайлова, содержащий звёзды до $7\frac{1}{2}$ величины, «Звёздный атлас для всеобщего ознакомления с небом и систематических наблюдений» проф. К. Д. Покровского и «Звёздный атлас для небесных наблюдений» Якова Мессера. Атласы проф. А. А. Михайлова можно (по цене 20 р. и 30 р.) выписывать из Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО) по адресу, указанному в конце книги, а атласы К. Д. Покровского и Я. Мессера попадают в букинистических магазинах. Могут быть полезны подвижная карта звёздного неба, приложенная к учебнику астрономии, и подвижная карта звёздного неба, изданная «Домом занимательной науки» в Ленинграде. Большую подвижную звёздную карту необходимо изготовить и иметь в каждом астрономическом кабинете.

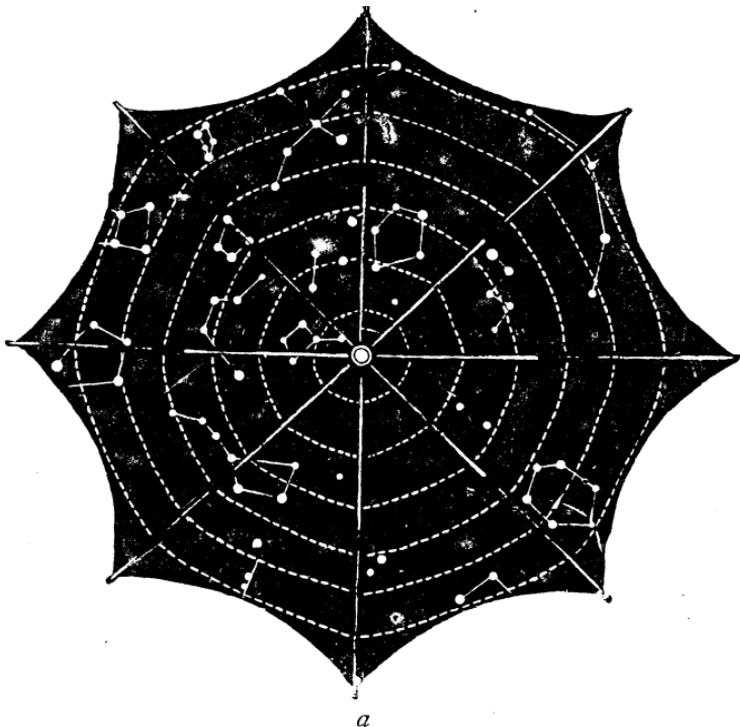
27. Астрономический зонт

Для первоначального знакомства с созвездиями, а также для демонстраций полезно использовать зонт с нашитыми на нём изображениями звёзд в созвездиях. Такой зонт был мною сконструирован в 1923 г. Позже в некоторых заграничных журналах (немецких, английских) были даны описания подобного же приспособления другими авторами. Опыт использования этого простого приспособления как большой складной звёздной карты показывает, что зонт действительно может быть с пользой применён при обучении началам астрономии.

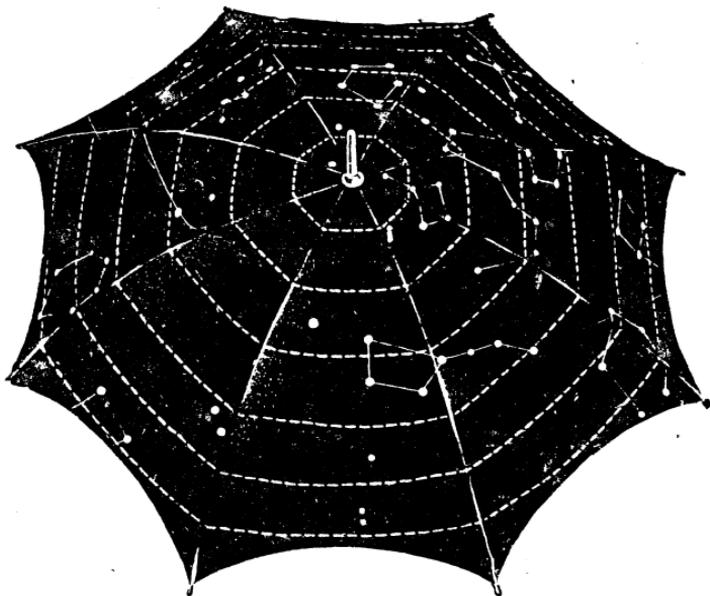
Приводим здесь описание устройства и установки зонта.

Поверхность зонта симметрично расположена по отношению к линии ручки. Поэтому центр поверхности зонта всегда находится на этой линии (рис. 29) и это облегчает его нахождение.

Нахождение центра можно сделать без всяких вычислений, на глаз. Для отыскания места центра на ручке можно идти способом проб. Глядя издали на зонт, намечаем на глаз положение центра C и измеряем расстояние CA и CB . Если центр намечен правильно, то они окажутся одинаковыми. При неравенстве расстояний надо сообразить, куда следует передвинуть намеченный центр, и снова сделать пробу. Небольшого числа проб уже бывает достаточно, чтобы уверенно и довольно точно (с точностью до $\frac{1}{4}$ см) окончательно наметить центр. Если



a



b

Рис. 28. Астрономический зонт С. Е. Набокова:
a) изнутри, *b*) снаружи.

при пробных измерениях CB больше, чем CA , то следующую пробную точку надо взять дальше от A . Если CB меньше, чем CA , то следующую пробную точку надо взять ближе к A .

Вместо проб можно сделать простое вычисление, измерив предварительно хорду раскрытого зонта и её расстояние от вершины зонта.

Обозначим это расстояние буквой h , а половину хорды — буквой a (рис. 29а).

Тогда по теореме Пифагора легко найти, что

$$R = \frac{a^2 + h^2}{2h}.$$

Вычислив по этой формуле R , отмеряем полученную длину от точки A и таким образом сразу находим центр.

Знание длины радиуса даёт возможность рассчитать, скольким градусам соответствует дуга AB . Для этого накладываем на раскрытый зонт бечёвку по дуге AB , и, вытянув её по прямому масштабу, измеряем длину l этой дуги; тогда число градусов n в дуге легко можно найти по формуле

$$l = \frac{\pi R n}{180^\circ}, \text{ откуда получаем } n = \frac{180^\circ l}{\pi R}.$$

Чтобы на зонте возможно было изобразить большую область неба, надо выбирать зонт с большей кривизной, но, по возможности одинаковой во всех местах.

Для того чтобы наметить изображения звёзд, нанесём сначала мелом параллели и круги склонения, принимая верхушку зонта (где выступает конец ручки) за полюс. Начнем с параллелей, которые достаточно провести через 10° .

Это можно сделать таким способом. Отмечаем расстояния каждой параллели от верха (полюса) зонта. Когда отмечено расстояние каждой параллели, то с помощью гибкой сантиметровой ленты от-

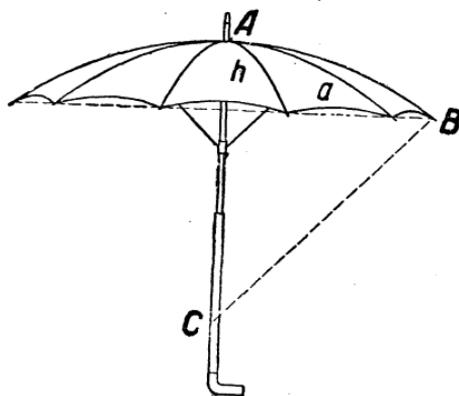


Рис. 29 а). Разрез зонта: расчёт проведённых линий и кривизны.

меряем эту дугу по поверхности зонта от его полюса и проводим мелом одну за другой параллели.

Когда проведена самая отдалённая от полюса параллель, её надо воспользоваться для проведения кругов склонений. Нет необходимости проводить на зонте 24 круга склонения, достаточно наметить их для 0 часов, 3 часов, 6 часов и т. д. прямого восхождения. В этом случае поверхность зонта окажется

разделённой на 8 секторов. Чтобы наметить эти деления, измерим гибкой сантиметровой лентой длину самой отдалённой от полюса параллели и разделим полученное в результате измерений число на 8. Начав с любой точки этой параллели, отмерим последовательно на ней все деления, отметим их мелом и, натянув бечёвку, зацепленную за конец ручки, так, чтобы она проходила через отметку, намечаем мелом круги склонения.

Нередко зонты делают состоящими из 8 секторов. Если зонт таков, то никаких измерений и не надо делать; просто надо воспользоваться линиями прутьев.

Нанесённые мелом деления надо закрепить, прошив их ниткой и притом так, чтобы эти линии были снаружи и внутри поверхности зонта. Нитку лучше всего применить не тонкую и притом не белую, а красную или жёлтую. Если нет толстой вышивальной нитки, то тонкой ниткой следует прошить две линии рядом. Это делается для того, чтобы вечером можно было ясно видеть линии. Красный цвет нити удобнее белого, потому что к красному глаз менее чувствителен и проведённые линии не будут смешиваться с другими значками, которые мы будем делать белыми нитями. Около параллелей и кругов склонений (по краю зонта) надо вышить и соответствующие им числа (80° , 70° и т. д. 1 ч., 2 ч., 3 ч. и т. д.) тоже красной нитью. Теперь зонт, имея на себе размеченную сетку, готов уже для расстановки на нём звёзд и созвездий.

На поверхности зонта изображения звёзд должны соответствовать не только их взаимному расположению на небе, но и их видимому блеску.

На поверхности зонта надо сначала наметить мелом положение звёзд точками по какому-либо каталогу или скопировать со звёздного атласа (например, по списку звёзд, содержащемуся в постоянной части «Русского астрономического календаря»); около каждой точки мелом же написать блеск звезды в звёздных величинах. После того, как такая разметка будет полностью выполнена, самые звёзды нужно будет вышить нитями.

Нет необходимости изображать все звёзды, видимые невооружённым глазом; вполне достаточно расставить главные звёзды каждого созвездия, образующие легко запоминаемую фигуру (рис. 29 б). Самое нанесение мелом положения звёзд на зонте вполне возможно выполнить, пользуясь отсчётами на глаз по уже вышитой сетке. Для наглядности звёзды следует вышивать на зонте с тем большим числом лучей, чем ярче звезда. Линии очертаний созвездий надо прошить жёлтой нитью пунктиром.

Названий созвездий вышивать не следует, так как при пользовании зонтом, как учебным пособием, иногда бывает нужно придать ему характер немой карты. Практичнее изготовить бумажки (или даже кусочки материи) с соответствующими

щими надписями и прикалывать их булавками к внутренней поверхности зонта.

Применение зонта при первоначальном знакомстве с небом требует освещения его изнутри и установки его стержня по направлению оси мира.

Для освещения надо завести карманный электрический фонарь или обыкновенный фонарь (со свечой или масляный), но закрыть его так, чтобы он светил лишь в сторону внутренней поверхности зонта. При возможности окрасить линии и изображения звёзд на внутренней поверхности зонта светящейся

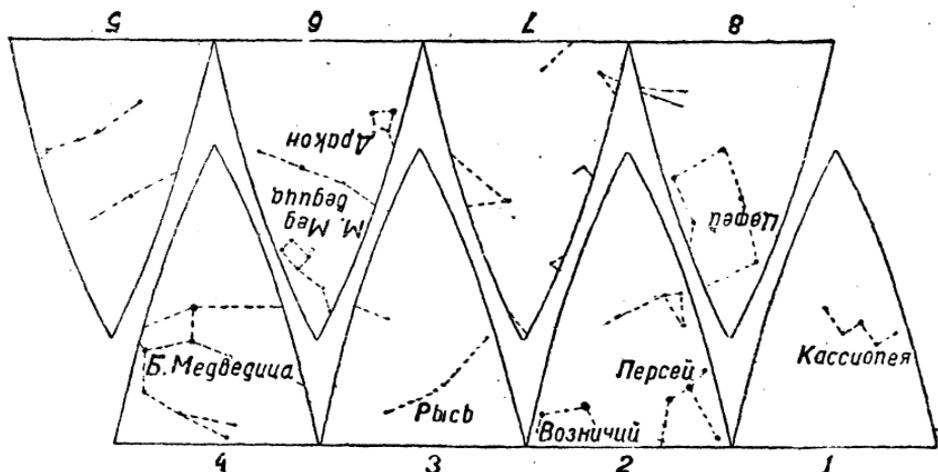


Рис. 29 б). Секторы зонта с главными созвездиями.

краской постоянного действия, не будет необходимости в его освещении изнутри.

На постоянном месте для наблюдений легко устроить нехитрое приспособление в виде шеста с прикреплённым к нему желобком для вставки стержня зонта (рис. 30). К этому же желобку можно привязывать и электрический фонарик. Шест должен стоять вертикально, а желобку следует придать по отношению к оси шеста угол, равный широте места. При установке шеста следует позаботиться, чтобы желобок был направлен на Полярную звезду. Такой шест служит одновременно и постоянным указателем направления на полюс мира. Это приспособление можно установить на фотографической треноге.

Если не будет подобной установки, зонт придётся держать в руках, а карманный фонарик привязать к его ручке.

Очень полезна при наблюдениях подвижная карта звёздного неба. Большого размера таких карт в продаже нет, есть небольшие подвижные звёздные карты в учебниках, при постоянной части «Русского астрономического календаря» и в книге проф. П. И. Попова «Общедоступная практическая астрономия». Для пользования последней при наблюдениях полезно на ней до-

полнить фигуры некоторых созвездий, которые на этой карте представлены недостаточно ясно. (В книге С. Н. Блажко и К. А. Цветкова «Астрономия в военном деле» в виде приложения тоже дана небольшая подвижная карта звёздного неба).

28. Астрономический отдел в физическом кабинете

В физическом кабинете обязательно надо отвести определённое место для некоторых постоянных пособий по астрономии. Первым из таких пособий является наглядный астрономический календарь.

Задача этого астрономического календаря — давать учащимся картину вида неба на текущий месяц, иллюстрации к проходимой части курса и другие картины, пробуждающие интерес к астрономии. Надо завести особую доску размером примерно

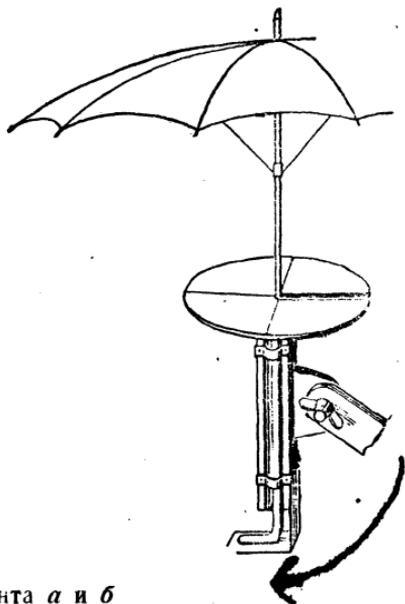
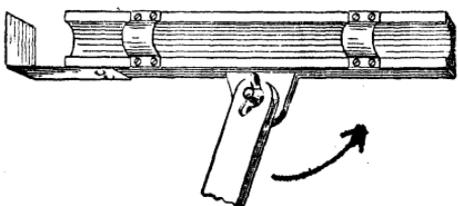


Рис. 30. Штатив для зонта *a* и *b*
(привинчивается к фототреноге).

100×100 см², на которой выставлять ежемесячно звёздные карты и краткий пояснительный текст к ним. Чтобы изобразить вид неба в данное время, надо тут же прикрепить подвижную звёздную карту. Наиболее подходящей является карта проф. А. А. Михайлова; подвижная карта Л. В. Кандаурова построена настолько своеобразно, что в ней учащиеся с трудом разберутся.

Вообще говоря, учащихся надо обязательно научить пользоваться подвижными картами, но при первоначальном знакомстве с небом для начальной самостоятельной работы карты непригодны; поэтому лучше вместе с подвижной картой вывешивать специальные карты южной половины небосвода (как в учебнике), описание построения которых можно найти в курсах картографии и в журнале «Физика, химия, математика, техника в школе» № 5 за 1928 г.

Если на доске выставлены и подвижная звёздная карта, и карта южной половины небосвода, этого достаточно, чтобы

учащиеся могли получить нужные сведения о видимости со-
звездий на текущий месяц. Здесь же рядом надо выставить
листок со сведениями, касающимися видимости планет, восхо-
да и захода Солнца, фаз Луны. Эти сведения можно выписать
из «Астрономического календаря» и на каждый месяц писать
их по одной и той же схеме. Нет, конечно, необходимости вы-
писывать их на каждый день; достаточно и через 5 дней. Тут
же надо выставить звёздные карты движения тех планет, кото-

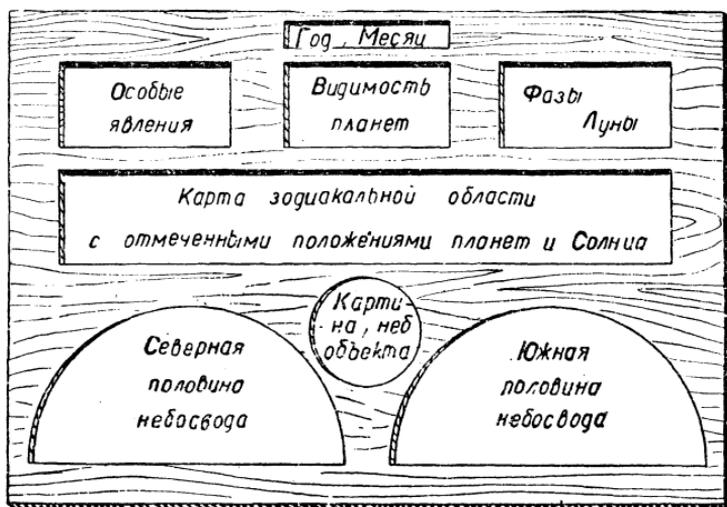


Рис. 31. Доска для астрономических календарных сведений.

рые в текущем месяце видны в вечерние часы, а также и хо-
рошую картинку, изображающую наиболее интересные из них
при наблюдении в трубу. Точно так же полезно вывесить «Гра-
фический астрономический календарь», дающий в наглядной
форме обзор небесных явлений на целый год. Тут же, конечно,
должен быть выставлен и пояснительный к нему текст.

Особое место на доске должно быть оставлено для выстав-
ки результатов наблюдений учащихся как систематических
(солнечные пятна, переменные звёзды), так и случайных (ко-
меты, падающие звёзды и т. п.). Вместо того, чтобы наклеивать
карты и выписки, лучше заранее в доске пропилить соответ-
ствующих размеров отверстия, а за ними карманы (как в рам-
ках для портретов), куда и вставлять картинки или таблицы.

Для показа расположения среди звёзд планет, Солнца и
Луны полезно иметь карту экваториальной области неба и на
ней булавками с соответствующими значками отмечать поло-
жение этих светил (рис. 31).

Рядом с доской можно повесить план солнечной системы
(см. «Астрономический календарь» ГАГО), который можно раз
навсегда вычертить и даже наклеить на доску из мягкого де-
рева. На этом плане солнечной системы также надо отмечать

булавками со значками положения планет на их орбитах; при помешении этих двух карт рядом учащиеся научатся от действительного расположения светил переходить к видимому и наоборот. С той же целью можно использовать и модель солнечной системы (см. § 30).

В кабинете следует развешивать параллельно прохождению курса печатные учебные пособия в виде картин или чертежей. В настоящее время Госкультпросветиздатом выпущены серии картин, которые для этого можно использовать.

Картины можно взять и из атласов: К. Л. Баев и Е. М. Гинзбург, «Строение вселенной», Г. А. Гурев, «Астрономия в картинах», В. А. Шишаков, «Наука и религия о строении и развитии мира» и его же альбом «Вселенная».

Московским планетарием были изданы картины по астрономии в виде стенных таблиц — эти картины вообще пригодны и для школы.

Картины следует вешать на стену по мере прохождения курса, но некоторые из них могут висеть и постоянно, — например, чертёж планетной системы, относительные размеры Солнца и планет, общая карта звёздного неба и др.

В кабинете желательно развесить портреты астрономов: Коперника, Галилея, Дж. Бруно, Кеплера, Ньютона, Гершеля, Лапласа, Струве, Бредихина, Белопольского и др.

Надо сделать на стене или притолоке двери деления, рассчитанные так, чтобы, глядя с определённого места, можно было их рассматривать под углом в 1° .

Кроме картин, надо обязательно повесить карту часовых поясов с отметкой на ней местоположения радиостанций, дающих сигналы времени, и схемой подачи сигналов времени ближайшей, легко слышимой радиостанции.

Из числа постоянно действующих приборов и установок, которые должны быть поставлены в астрономическом отделе физического кабинета на глазах учащихся, надо иметь ещё часы с маятником и с секундной стрелкой.

Часы (в крайнем случае будильник) должны быть показателем верного времени. С этой целью ход их предварительно выверяется путём постепенных передвижений регулятора. Часы возможно чаще проверяются по радиосигналам (лучше всего эту работу выполнять ежедневно) и около них вешается булавка с указанием поправки.

Около часов надо выставить чётко изготовленную надпись о том, что часы идут по поясному времени, и указать разность поясного и местного времени. Таким образом эти часы всё время будут служить и точным показателем времени, и наглядной демонстрацией практического значения астрономии.

Для того чтобы каждый ясный день, не выходя из кабинета, можно было наблюдать момент истинного полдня и высоту Солнца в полдень, надо часть окна, выходящего на южную

сторону, закрыть щитком с круглым отверстием, а по полу провести полуденную линию. Щиток следует сделать из железа и крепко шурупами привинтить его к раме. Полуденную линию на полу можно отметить или белой краской, или двумя гвоздями со шляпками, вбитыми в уровень с полом по концам этой линии. Если расположение физического кабинета не даёт возможности это устроить, можно сделать установку полуденной линии в каком-нибудь другом школьном помещении¹⁾.

Очень полезным прибором является маятник Фуко, который можно использовать в классном помещении, если оно не

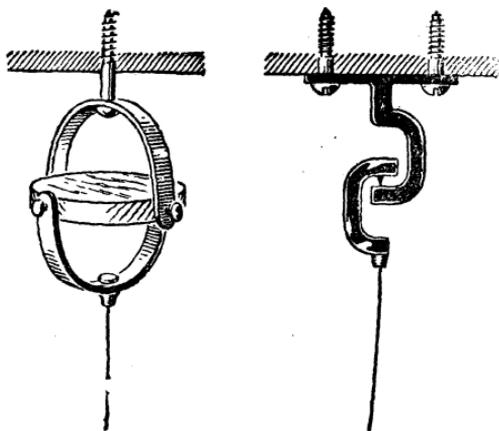
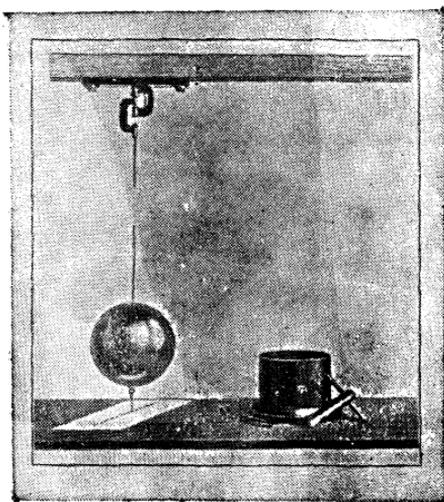


Рис. 32. Подвесы маятника Фуко.

подвержено тряске и не слишком низко (достаточно высоты в 5 м).

Подвешивание маятника на кардановом подвесе легко выполнить. Важно, чтобы груз был весом не меньше, чем 5 кг; вес существенно отзывается на времени, в течение которого продолжаются качания маятника. Подвесы маятника Фуко изображены на рисунке 32.

В сущности, для демонстрирования вращения Земли не требуется много времени. Действительно, отклонение плоскости качания маятника вычисляется по формуле:

$\tau = t \sin \varphi$, где τ — угол отклонения, t — угол поворота Земли и φ — широта места. Для СССР φ заключается в пределах примерно от 40 до 70°, а $\sin \varphi$ в пределах от 0,643 до 0,940.

Если мы желаем получить отклонение в 5° (вполне заметное при длине маятника в 5 м), то

¹⁾ Её необходимо время от времени проверять, так как возможны деформации рамы. Проверку следует поручать школьникам в качестве практической работы.

для широты 40° имеем: $t = \frac{5^\circ}{0,643} = 7,^\circ 8;$

для широты 70° имеем: $t = \frac{5^\circ}{0,940} = 5,^\circ 3;$

Так как 1° поворота Земли соответствует 4 минутам времени, то на широте 40° отклонение в 5° можно заметить в 31 минуту, а на широте 70° — в 21 минуту.

Если принять, что отметка, которой достигает маятник при наибольшем отклонении, находится на расстоянии 100 см от центра круга, то дуга в 5° , на которую повернется плоскость качания маятника, оказывается равной 8,7 см (по формуле $e = \frac{\pi r n^\circ}{180^\circ}$).

Если маятник качается хорошо, то передвижение отметки наибольшего отклонения на 1 см уже станет заметно, а для этого потребуется от 3 до 4 минут.

Для успеха опыта необходимо, чтобы шар маятника не имел при качаниях собственных колебательных движений и чтобы отметки отклонения были хорошо заметны. Первое зависит от способа пуска маятника. Обычно рекомендуется пускать маятник путём пережигания нити, но совсем безразлично, как привязана к маятнику эта нить. При привязке, показанной на рисунке 33, шар, будучи спущен пережиганием нити, неминуемо будет качаться и около точки прикрепления к нему нити.

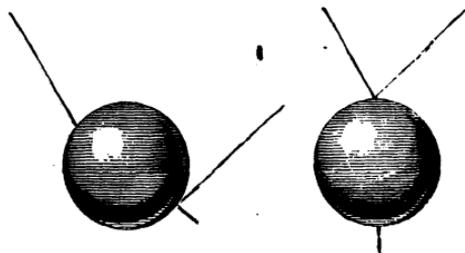


Рис. 33. Неправильное закрепление маятника Фуко (перед пуском).

Чтобы этого не было, следует мягкой и лёгкой материей охватить шар, а нить пропустить сквозь два отверстия в охватывающей его материи (рис. 34). Тогда шар можно подвесить так, что его острие будет продолжением проволочки подвеса, и при пережигании нити материя спадёт, а шар пойдёт плавно, составляя как бы одно целое с подвесом.

У шара должно быть острие — указатель вниз. Вместо обычно рекомендуемого насыпания песка, лучше изготовить из картона или из жести цилиндрическую поверхность и установить её под маятником так, чтобы ось поверхности совпадала с покоящимся маятником (рис. 35). Расчёт радиуса основания поверхности следует делать, исходя от $1/2$ или $2/3$ амплитуды маятника. На поверхности наносятся деления в градусах и в минутах времени, так что, следя за маятником и сверяясь с часами, учащиеся не только могут заметить отклонение маятника, но и проверить величину этого отклонения по формуле.

Пример расчёта отклонения плоскости качания маятника.

Пусть на широте 56° маятник качается с отклонением более 1 м. Для $\varphi = 56^\circ$ и $\tau = 0^\circ 25$ (1 минута), вычисляем: $\sin 56^\circ = 0,829$; $\tau = 0,25 \cdot 0,829 = 0^\circ 207$.

При радиусе в 1000 мм длина дуги, соответствующей $0^\circ 207$, будет:

$$l = \frac{\pi \cdot 1000 \cdot 0,207}{180} = \frac{\pi \cdot 207}{180} = 3,61 \text{ мм.}$$

Ввиду этого на цилиндрической поверхности радиуса в 1 м делаем отметки через 3,6 мм. Каждый промежуток между двумя соседними отметками будет соответствовать 1 минуте.

Кроме перечисленных выше учебных пособий, физический кабинет должен, конечно, иметь проекционный фонарь, затемнение и, по возможности, киноаппарат.

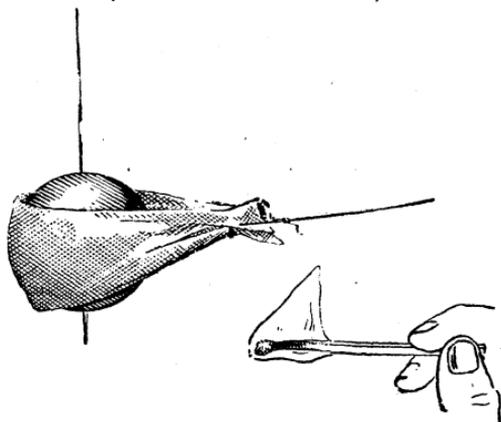


Рис. 34. Правильное закрепление маятника Фуко (перед пуском).

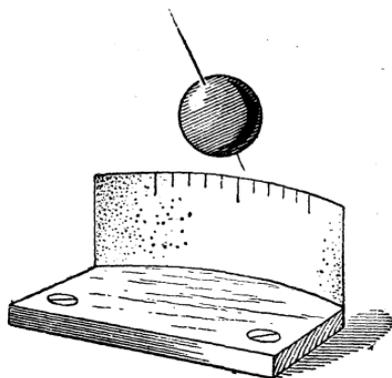


Рис. 35. Указатель к маятнику Фуко.

29. Учебные пособия по сферической астрономии

Часть уже перечисленных пособий, представляющих собой постоянное оборудование астрономического отдела физического кабинета, должна быть использована на уроках. Но, кроме этого, потребуется целый ряд учебных пособий для различных тем астрономии.

При преподавании астрономии приходится особое внимание обратить на наглядные модели, так как в области сферической астрономии чертежи и рисунки недостаточно хорошо воспринимаются учащимися.

Модели небесной сферы могут быть построены различными способами. Наипростейшая модель — шарообразная колба с нанесёнными на ней линиями и точками, изображающими звёзды. Колба заполняется наполовину водой и, крепко заткнутая пробкой, переворачивается и закрепляется в обычном штативе или в специальной установке (рис. 36) с требуемым по широте наклоном. Вращая колбу внутри надетой на неё провололочной

сетки, изображающей систему горизонтальных координат, можно наглядно воспроизвести многие явления суточного движения светил для разных широт.

Модель небесной сферы можно выполнить из проволоки или при помощи набора «Конструктор» (рис. 37), сделав два каркаса из пластинок — один горизонтальной системы, другой экваториальной системы. Пользуясь цветными шнурами, можно в этой модели выделить различные линии. В этих случаях перестановка широты выполняется также очень легко.

Удобным пособием является чёрный глобус, смонтированный в дуге с градусными делениями. Самая дуга устанавливается в горизонтально поставленном кольце. На таком глобусе можно проводить линии координат мелом, помня, что глобус изображает внешнюю поверхность небесной сферы.

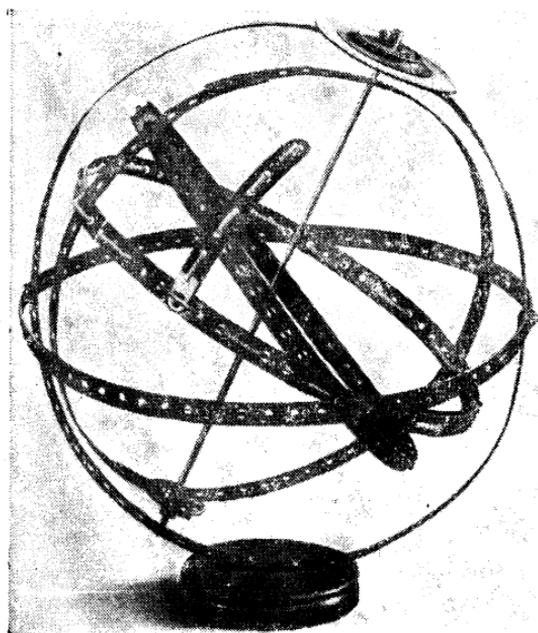


Рис. 37. Модель небесной сферы из полосок «Конструктора».

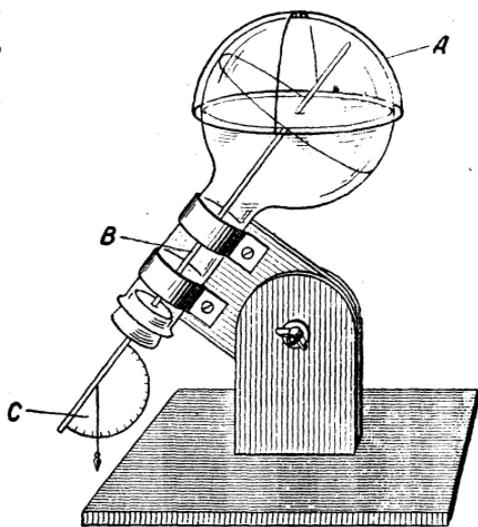


Рис. 36. Модель небесной сферы из стеклянной колбы.

Если в продаже нет чёрного глобуса, вместо него можно купить обыкновенный географический, покрасить его чёрной краской и указанным выше способом установить в кольцах. Этот простой приём применён В. Н. Рутковским (Витебский пединститут). Для демонстрации линий, как на внутренней так и на внешней поверхности сферы можно применить описанный выше зонт или, разрезав глобус пополам, окрасить чёрной краской внутреннюю и внешнюю поверхности (в этом слу-

чае возможно демонстрирование каждой половины в отдельности).

Небесный глобус может служить учебным пособием лишь после того, как учащиеся прочно усвоили понятие о небесной сфере. Такой глобус пригоден главным образом для решения задач по сферической астрономии и мало пригоден для начальных объяснений. Общеизвестное свойство глобуса — зеркальность изображений созвездий.

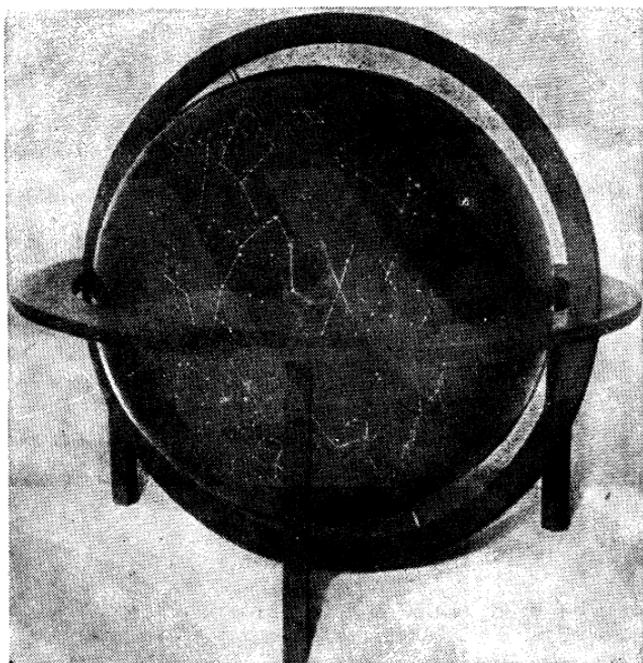


Рис. 38. Правильная установка небесного глобуса.

Имеющиеся в продаже небесные глобусы поставлены на оси постоянного направления и лишены кольца, изображающего горизонт. В таком виде небесный глобус совершенно неприемлем для школы. Если педагог считает полезным применять небесный глобус, он должен обязательно установить его правильно (рис. 38) в кольцах из фанеры или металла.

Имеется весьма любопытный и полезный приём — сделать глобус удобным для изучения вида звёздного неба. Этот приём применён Хёффлером в его разрезном глобусе (рис. 39). В местах, обозначающих звёзды, прорезываются небольшие дырочки; глядя сквозь них или снизу на противоположную часть глобуса, наблюдатель видит подлинную (незеркальную) конфигурацию звёзд.

В качестве учебного пособия, как при первом знакомстве с небом, так и на уроках при изложении основ сферической астро-

номии, можно использовать астрономический зонт, расшитый звёздами.

При классных демонстрациях зонт даёт наглядное представление о небесной сфере, причём выгода его применения состоит в том, что учащийся может сначала стать в центре его поверхности, а потом вне его и таким образом лучше представлять себе чертежи, которые делаются на доске.

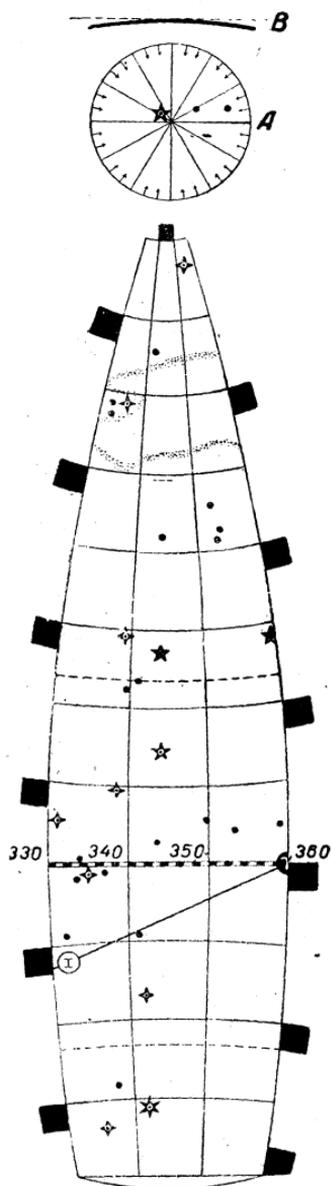
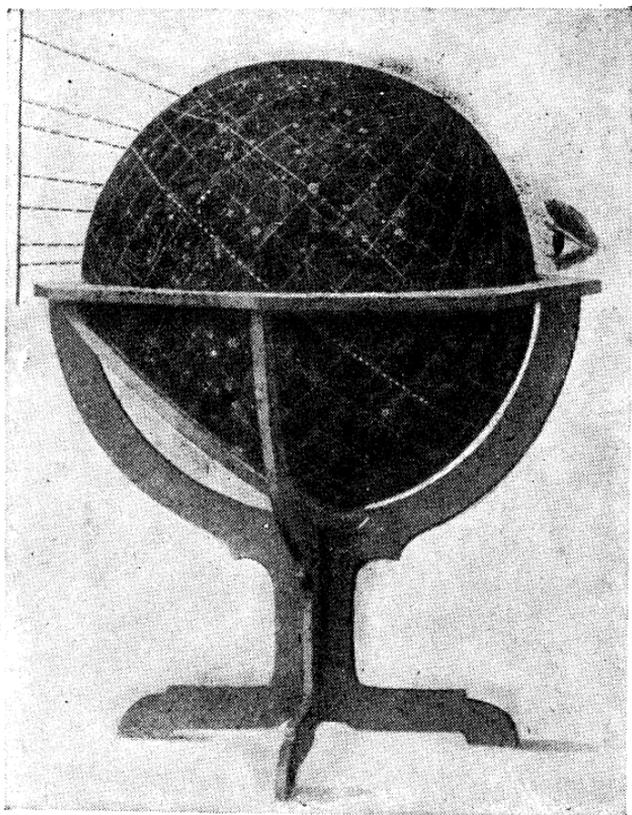


Рис. 39. Небесный глобус Хёффлера:
общий вид и одна из полос.

К числу моделей, помогающих уяснению начал сферической астрономии, принадлежит астрокосп К. Н. Шистовского. Однако, этот прибор более пригоден для решения задач по сферической астрономии, чем для первоначальных объяснений.

На уроках нужно бывает показать модели основных астрономических инструментов — теодолита и меридианного круга, а

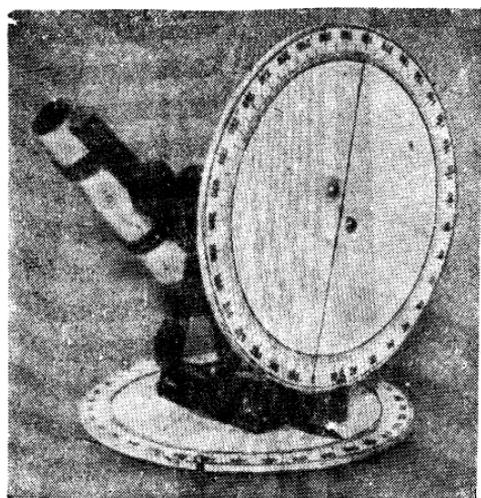
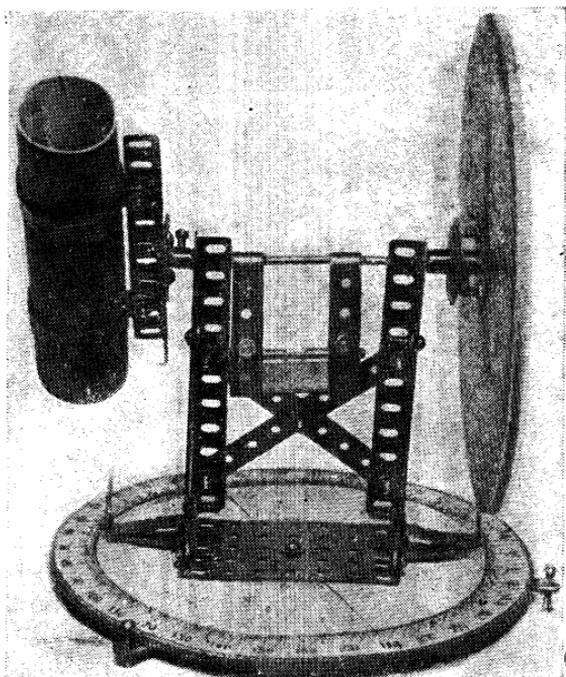


Рис. 40. Модель теодолита из полос „Конструктора“ и фанерных кругов: *а* вид прямо, *в* вид сбоку (на оси подвешен уровень).

делать своими средствами из дощечек и меккано, как это изображено на рис. 42.

Для многих демонстраций, касающихся движения Земли (вращение около оси и обращения вокруг Солнца), нужен обыч-

также экваториальной установки. Пока в продаже моделей этих инструментов ещё не имеется. Однако, пользуясь набором „Конструктор“, фанерой и бумажными кругами с делениями, можно очень легко, заинтересовав в этом самих учащихся, построить модель теодолита и экваториальной установки (рис. 40 и 41). Модель теодолита будет служить моделью меридианного круга с соответствующими изменениями (удаление нижней доски, на которой вращается основной круг). Зрительные трубы можно сде-

лать из картона, используя оптику бинокля.

30. Модели движения Земли и Луны

Для демонстрирования вращения Земли и обращения её около Солнца обычно применяется теллурий, имеющий передачу движений с помощью шестерён. Эти передачи не всегда работают хорошо и потому вместо сложного теллурия с шестернями лучше использовать теллурий Кандаурова, действие которого гораздо проще. При отсутствии возможности купить теллурий Кандаурова, его можно сде-

новенный географический глобус. Для уроков астрономии лучше иметь два глобуса: один большой (диаметр 30—50 см) и один малый (диаметр 10—15 см).

Малый глобус при освещении его лампой может быть использован для демонстрации обращения Земли вокруг Солнца, смены времён года и т. п., как замена теллурия.

Объяснение фаз Луны может быть выполнено хорошо известным способом — освещением белого шарика с разных сторон. Однако показать всему классу сразу эту модель довольно трудно. Дело в том, что наблюдатель должен находиться в центре орбиты, а при показывании издали всему классу одновременно преподаватель может выполнить указанное выше условие лишь для самого себя. Если это допускают условия расположения учащихся в классной комнате, следует поставить проекционный фонарь (с одним лишь конденсатором) и освещать им белый шарик, помещая его последовательно: 1) между учащимися и фонарём — новолуние, 2) у правой стены (по отношению к учащимся) — первая четверть, 3) у задней стены — полнолуние, 4) у левой стены —



Рис. 41. Модель экваториальной установки из полос „Конструктора“.

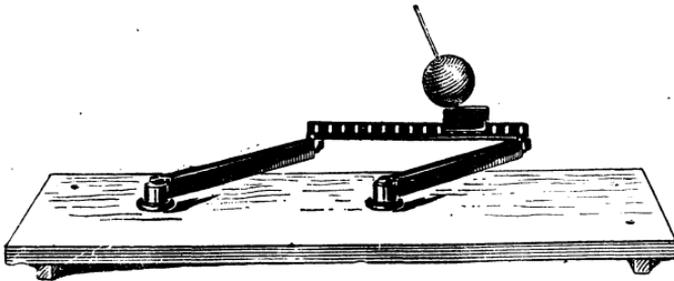


Рис. 42. Самодельный теллурий системы Л. В. Кандаурова.

последняя четверть. Вместо перестановки можно заранее на соответствующей высоте расставить у стен белые шарики.

Для объяснения затмений делаются теллурии с моделью

Луны, обращающейся вокруг Земли. Эти модели не всегда хорошо действуют. В связи с затмением 19 июня 1936 г. мною была неоднократно применена более простая модель, состоящая из небольшого глобуса, поставленного на дважды изогнутую ось, установленную на подставке (рис. 43). Изогнутости оси соответствуют наклону оси вращения Земли и наклону плоскости лунной орбиты. На той части оси, которая соответствует лунной орбите, при помощи длинной проволоки, охватывающей ось, прикреплен небольшой шарик, изображающий Луну. Осве-

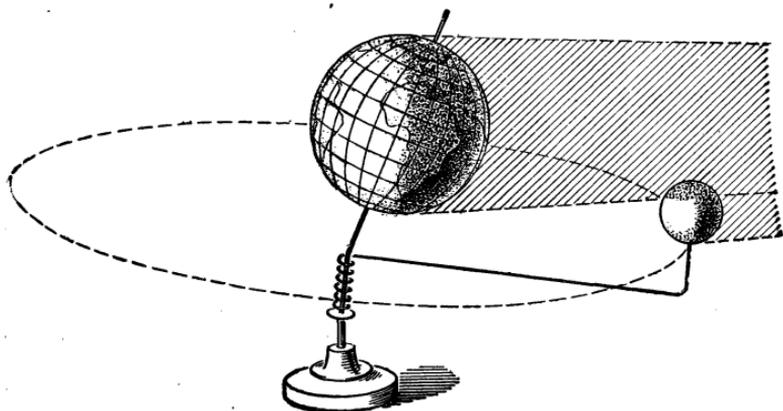


Рис. 43. модель Земля — Луна
(плоскость орбиты Луны наклонена к плоскости орбиты Земли).

щая сбоку всю модель лампой и ставя в различные положения глобус и обращающийся около него шарик, нетрудно показать, что затмения бывают не при всяком полнолунии и новолунии, и объяснить это наклоном плоскости орбиты Луны к плоскости эклиптики.

Большой глобус, тоже при освещении лампой, служит для демонстрации одновременности моментов истинного полдня на разных меридианах, широты места и высоты полюса и т. п. Для таких демонстраций следует иметь булавки, которые прикалывают в различных местах глобуса, и плоские кружочки из картона, изображающие плоскость горизонта (рис. 44).

Упомянутый выше зонт, поставленный своей ручкой по направлению оси мира, может изображать звёздное небо. При этом лампу, изображающую Солнце, надо загородить от учащихся, чтобы она не слепила глаза и давала свет по тому направлению, где находится земной глобус.

В связи с вопросом об измерении времени бывает полезно показать солнечные часы. Модель таких часов надо сделать в двух видах: с экваториальным циферблатом и указателем, направленным по оси мира, и обыкновенные горизонтальные часы, которые легко сделать или из фанеры, или из картона (рис. 45). Деления на таких часах вычисляются по формуле:

$$\operatorname{tg} \tau = \sin \varphi \cdot \operatorname{tg} t,$$

где τ — угол от полуденной линии, t — часовой угол, выраженный в градусах, φ — широта места.

В связи с объяснением основ картографии очень полезна модель, состоящая из колбы с нанесённой на неё сеткой и лампой

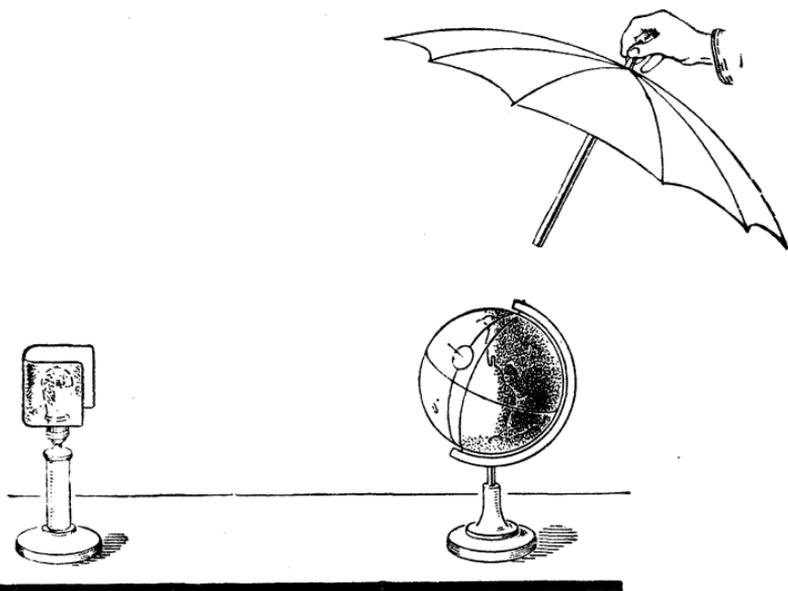


Рис. 44. Географический глобус с моделями горизонта на нём.

внутри. Воспользовавшись сферой, сделанной из «Конструктора», и внося внутрь её в различных местах небольшую лампу, можно на кальке, которую в разных положениях прикладываем к сфере, показать различные виды проекций. Градусную сетку, не очень частую и притом лишь в одной стороне сферы, легко сделать, привинтив несколько дополнительных полосок или протянув проволоочки.

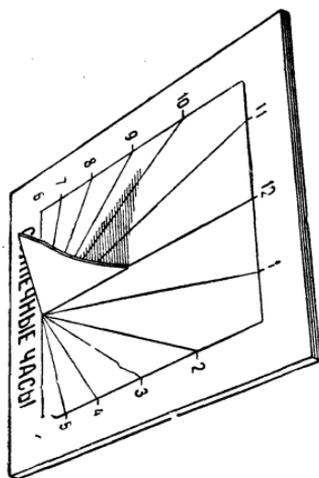


Рис. 45. Солнечные часы.

31. Модели солнечной системы

Для наглядных пояснений строения солнечной системы надо заготовить ряд моделей, изображающих параллактические смещения звёзд. Для пояснения параллакса в книге Баранова «Школьный астрономический городок» даётся описание прибора из линзы и свечи, закреплённых на центробежной машине. Эта установка имеет тот недостаток, что с ней можно показать

параллактическое смещение лишь для звезды в полюсе эклиптики. Изображённая на рисунках 46 а и б установка, сделанная

частично из деталей «Конструктор», устраняет этот недостаток: наклоном линзы легко продемонстрировать параллактическое смещение звезды для любого места небесной сферы. В этой модели Земля изображается электрической лампочкой, а изображение этой лампочки на потолке или на стене (вследствие прохождения света через линзу) служит проекцией звезды на небо.

Некоторый недостаток прибора заключается в том, что светящиеся объекты изображены несветящимися и наоборот. Од-

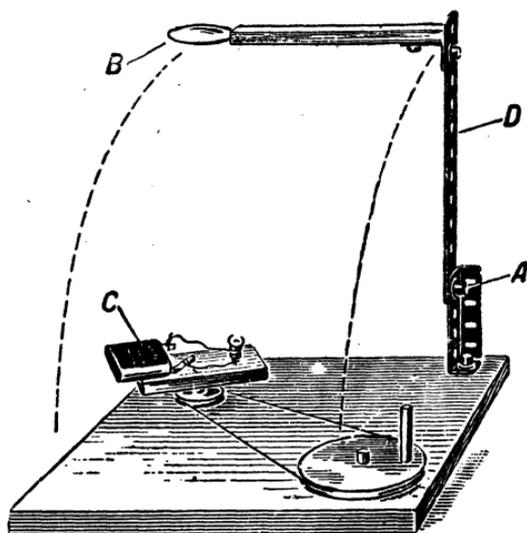
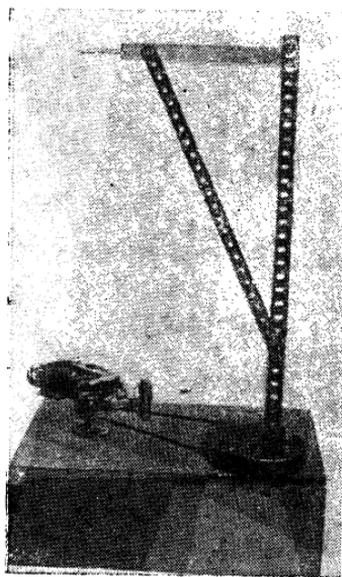


Рис. 46. Установка для демонстрации годичного параллакса (по А. И. Баранову с дополнениями М. Е. Набокова).

нако наглядное представление он даёт, обязательно требуя пояснения учащимся сущности дела.

Более простой способ состоит в передвижении самого наблюдателя, смотрящего на подвешенную лампу и следящего за её видимым перемещением (см. рис. 72 в учебнике астрономии М. Е. Набокова и Б. А. Воронцова-Вельяминова). При нескольких подвешенных лампах можно показать и смещение, соответствующее звёздам в различных местах неба.

Этот приём, с заменой наблюдателя лампой, а звёзд — подвешенными шариками, использован А. Ламишниним в его приборе (рис. 47). Этот прибор следует упростить, удалив экран (вместо него может служить плоскость стены) и подвесив шарики в разных положениях (чтобы показать параллактическое смещение в разных местах небесной сферы). Один шарик надо сделать подвижным, чтобы показать изменение параллактического смещения при изменении расстояния.

При объяснении видимых и истинных движений планет можно наглядно показать видимые петлеобразные перемещения планет в связи с их действительными передвижениями по орбитам и с движением Земли. Описанная выше модель уже даёт пояснение смещения неподвижного объекта. Чтобы пояснить видимое смещение подвижного объекта (планеты), можно, вращая лампочку, в то же время передвигать линзу. Чтобы дать полную картину, следует расположить плоскость движения линзы под небольшим углом к плоскости обращения лампочки. Можно изготовить и специальную модель для этого случая.

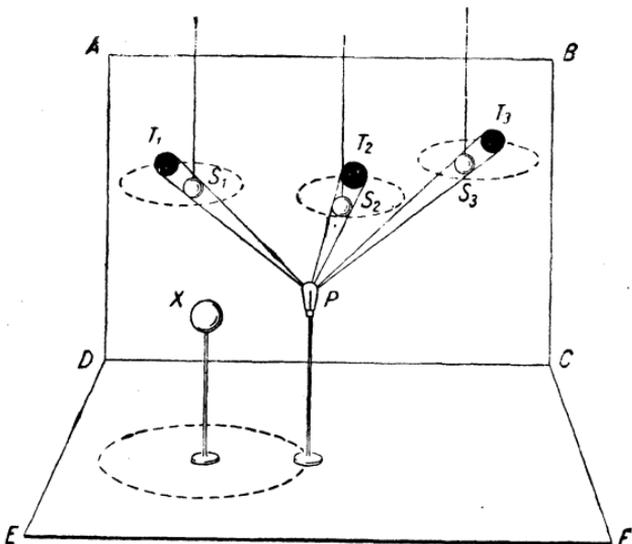


Рис. 47. Демонстрирование годичного параллакса (по Ламишнину),

Такая модель предложена Е. Н. Горячкиным (рис. 48). Следует однако заметить, что и эта модель всё-таки не вполне соответствует действительности, так как плоскость вращения отверстия параллельна плоскости вращения лампочки.

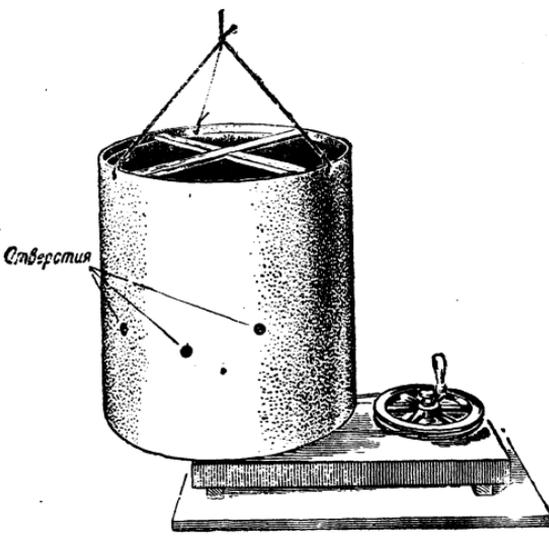


Рис. 48. Установка для демонстрирования петель планет (по Е. Н. Горячкину).

Демонстрирование конфигураций планет и объяснения прямых и обратных передвижений обычно ведутся на чёрной доске мелом; большое количество линий, взаимно пересекающихся, ведёт к путанице и недостаточному пониманию. Гораздо удобнее и нагляднее для этой цели изготовить модели планет, установленные на иголках (тёмные шарики), причём около одной из них, изображающей Землю, сделать на проволоке изображение Луны в виде шарика (рис. 49). Солнце

изображается маленькой электрической лампочкой, прикрытой сверху ширмой с круглым прорезом, закрытым матовым стеклом.

На доске делается чертёж орбит планет и заранее намечаются средние месячные дуги, проходимые ими (лучше взять

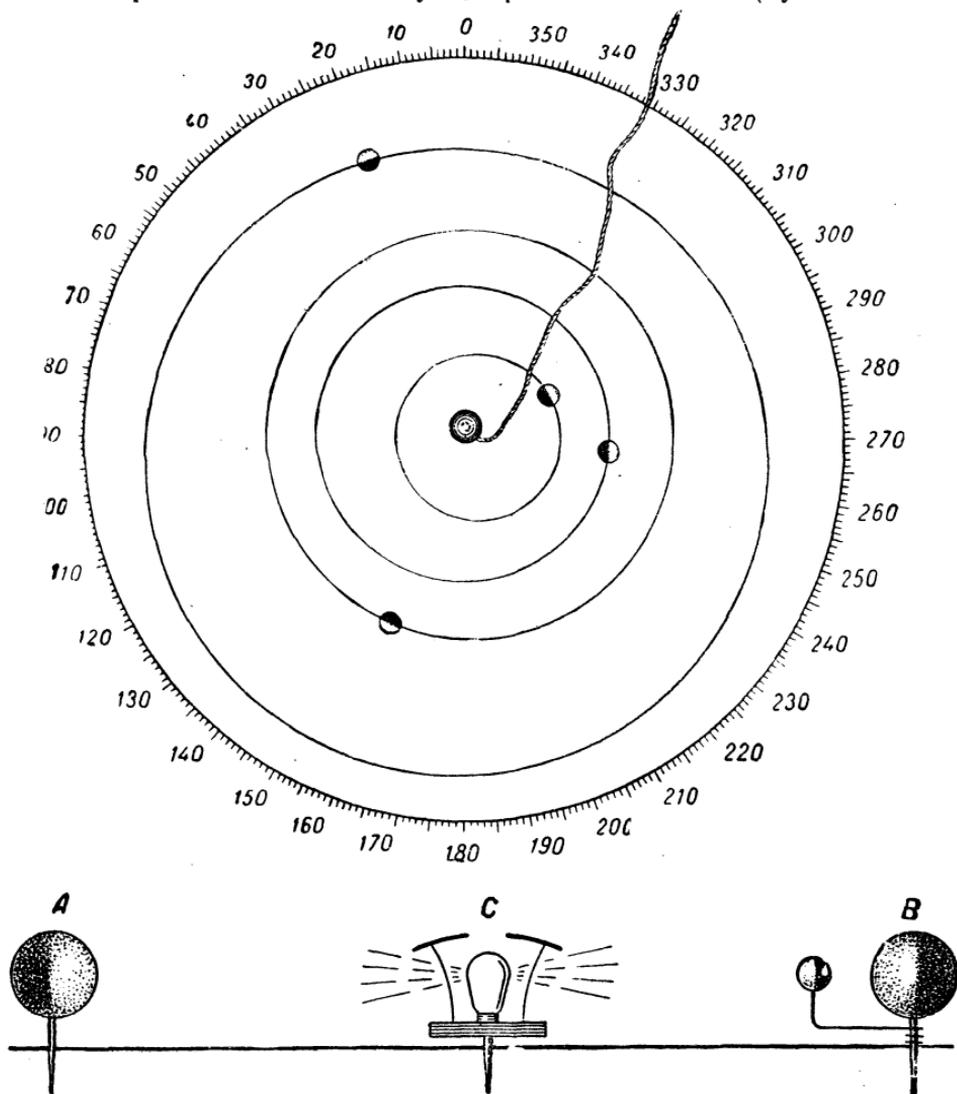
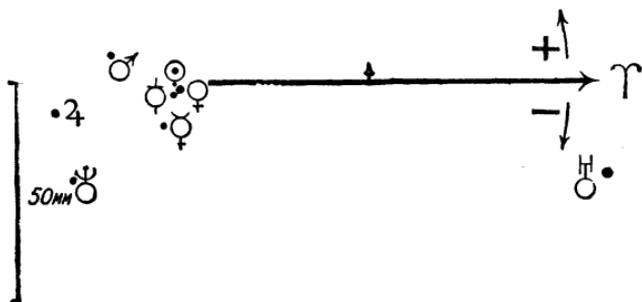
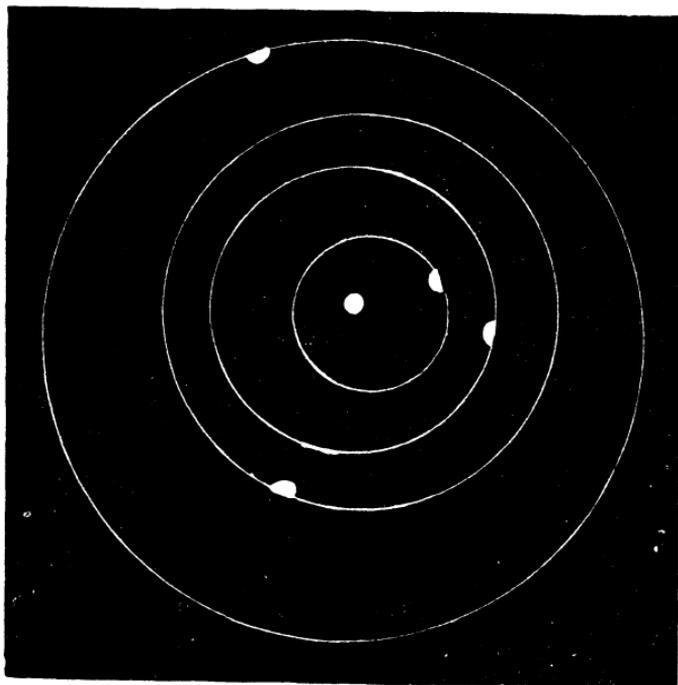


Рис. 49. Модель солнечной системы М. Е. Набокова:
а) вид спереди, в) вид сбоку

орбиты Венеры, Земли и Марса). Накальвая в соответствующих местах шарики, можно пояснить все случаи взаимного расположения планет, причём освещение от средней лампочки — Солнца — даёт возможность очень хорошо продемонстрировать фазы планет, различные условия их видимости, затмения Луны и т. п.

Для полной демонстрации видимых движений планеты автором этих строк была задумана модель, представляющая со-

бой две проволочные окружности различных радиусов с общим центром, которые возможно поставить под разными углами друг к другу. На каждой из них имеется передвигающийся шарик, изображающий Землю и планету. На шарике, изображаю-



•2

с) вид спереди при затмении. d) расстановка центров кругов (при $AE=100$ см).

шем Землю, может быть установлен своим концом лёгкий и длинный стержень со стрелкой на конце. Переставляя последовательно эти шарики, накладывая каждый раз на них линейный стержёнок, учитель может показать происхождение петель и ширину их в зависимости от наклона орбиты планеты.

Для демонстрации фаз Меркурия и Венеры следует иметь белые или серые шарики. Обводя такой шарик вокруг лампочки, можно показать как смену фаз, так и условия видимости. В этом случае вся демонстрация проводится на столе преподавателя.

Соотношение размеров и расстояний Солнца и планет вообще очень полезно показать, но для расстояний (с соблюдением масштабов) классное помещение оказывается недостаточно обширным, если размеры

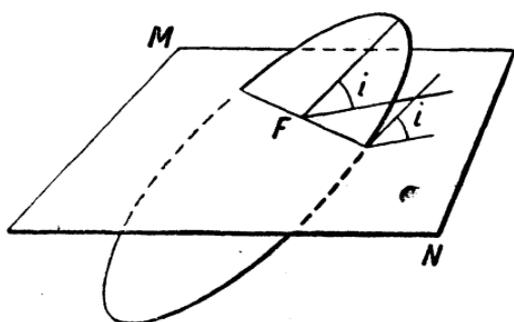


Рис. 50. Картонная модель орбиты.

моделей планет взяты не слишком малыми. Поэтому надо показать таким способом хотя бы часть солнечной системы. Для такой демонстрации очень удобна модель проф. Д. Д. Галанина, состоящая из какого-нибудь шарика или мячика (в диаметре 5—6 см), на которой

намотана соответствующей длины нить с бусинкой или просто узелком на конце. В этой модели шарик изображает Солнце, длина нити — расстояние Земли от Солнца, узелок — размеры Земли. Такую же модель следует заготовить для Земли и Луны.

Длины нитей берутся такие, чтобы их отношение к диаметру шарика-Солнца было равно истинному их отношению. Подбор размеров следует делать, исходя от ширины классной комнаты, иначе, когда нить будет развёрнута на полную длину — модель не влезет в комнату.

Если в том же масштабе сделать из пластилина или глины шарики, изображающие остальные планеты, то такие модели будут представлять хорошее дополнение к уже описанным.

Учащиеся не всегда представляют себе ясно взаимное положение плоскостей орбит планет и эклиптики, а при объяснении, например, затмений это весьма важно. Поэтому следует заготовить из папки такую модель (рис. 50), хотя бы для орбиты Луны.

Модель такого вида будет полезна и при объяснении движения метеорных потоков. Если есть возможность, лучше заготовить модель из плексигласа, на которой нанесена орбита Земли, а орбита метеорного потока изображена проволокой.

32. Астрофизические модели

Для объяснения приливов Лоджем и позже Барановым был предложен прибор. Прибор Баранова не передаёт существа дела, так как смещение полудисков в нём обусловлено центробежной силой.

Иной способ предложен М. Е. Набоковым. В приборе одновременно смещаются и центр Земли и контур, изображающий поверхность океанов, причём вращением диска, изображающего Землю, можно показать смену приливов и отливов в одном и том же месте на Земле. Весь прибор состоит из обода *D*, через который проходит спиральная пружина (по диаметру); в центре обода на пружине прикреплен диск *C*, изображающий Землю (рис. 51). Если зацепить пружину в точке *A* за гвоздь и тянуть по направлению стрелки *B*, то в сторону *B* смещаются и центр диска, и все точки обода, но при этом обод принимает фигуру овала с выступами в стороны *A* и *B*.

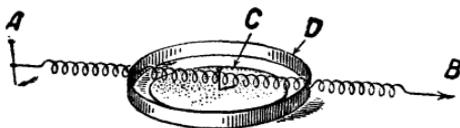


Рис. 51. Модель для объяснения прилива (по Лоджу, изменённая М. Е. Набоковым).

При описании поверхности Луны может быть полезна модель какой-нибудь части лунной поверхности, изготовленная из тёмного пластилина. Наиболее подходящая область Луны, лучше всего характеризующая все особенности лунной поверхности, — область в Море Дождей, где есть и низменности, и горы, и цирки. Эту модель следует сделать, исходя из данных о высотах главных образований этой местности, взяв для диаметра цирка Архимеда примерно 3—4 см. Помимо того, что такая модель даёт учащимся наглядное представление о разнице между земными вулканами и лунными кольцевыми горами, она может быть использована для объяснения, почему в полнолуние рельеф плохо выделяется и как определяются высоты лунных гор.

Разницу в одну звёздную величину можно наглядно представить при помощи фотометра Жолли с парафиновыми штабиками. Для этого закрываем ту сторону штабиков, которая обращена к учащимся, непрозрачной пластинкой с двумя маленькими отверстиями совершенно одинакового диаметра (проколоть их концом иголки) так, чтобы каждое из них пришлось на левый и правый штабик. Если справа и слева на скамье фотометра установлены одинаково яркие лампы, то эти два отверстия будут представляться как две звёздочки одинакового блеска.

Достаточно одну лампу передвинуть на расстояние в 1,6 раза большее, чтобы звёзды представились с разностью в одну звёздную величину.

Для объяснения невидимости солнечной короны при обычных условиях (рассеяние света атмосферой) М. Ф. Фёдоровым была описана модель (см. библиографию), очень полезная. Эта модель хороша тем, что она воспроизводит сущность явления и может служить для объяснения невидимости звёзд днём.

Для наглядного представления звёздных величин можно

сделать модель звёздного неба, проколов в тонкой жести отверстия возможно меньшего размера и подкладывая под них различное число слоев полупрозрачной кальки или различно завуалированной негативной плёнки. Если за одним из отверстий поставить пластинку с почернениями различной плотности, которую возможно перемещать по желанию, то такое отверстие будет изображать переменную звезду. При освещении этой модели с обратной стороны получается хорошее подобие звёздного неба. Освещение возможно применить или дневное, или же искусственное.

В последнем случае, за моделью помещают несколько электрических лампочек. Чтобы освещение было равномерным, между лампочками и ширмой с отверстиями устанавливается матовое стекло или натянутая на рамку калька. Всё это приспособление можно монтировать внутри ящика.

С помощью этой модели можно пояснить принцип фотографирования спектров объективной призмой. Для этого надо смотреть на эту модель (невооружённым глазом или в бинокль) через призму с малым преломляющим углом.

Очень хорошо можно показать метод наблюдения спектров, применив проекционный фонарь. Для этого вместо диапозитива вставляется тонкая пластинка с несколькими очень малыми отверстиями. При проектировании этой пластинки на экране получаются небольшие разносветящиеся кружки. Помещая же перед объективом фонаря призму с малым преломляющим углом, получаем на экране целый ряд маленьких спектров.

Для пояснения видимого движения двойных звёзд полезно изготовить из пластилина или из глины модель типичной физической пары, изобразив звёзды шариками с надлежащим соотношением размеров и расстояния между звёздами. Если два таких шара укреплены на одном стержне, то, поворачивая стержень в разных плоскостях, можно показать различные случаи видимых движений двойных звёзд. Эта же модель, но с матовыми лампочками разной яркости (вместо пластилиновых шариков) может послужить и для объяснения затменных переменных звёзд.

Полезно изготовить из пластилина или из глины ряд моделей последовательных состояний системы Земля — Луна, начиная от сфероида, через апсид (грушевидную форму) к современному состоянию полной раздельности.

33. Картины и диапозитивы

Для прохождения курса астрономии, особенно в его астрофизической части, необходимы картины, диапозитивы и киноленты. Эти пособия имеются пока лишь в небольшом количестве и не всегда достаточно высокого качества.

Необходимы главным образом картины по астрофизике.

Отдельно такие картины не изданы; их можно найти в альбомах, указанных в библиографии.

Наиболее удобны для школьного преподавания серии картин, выпущенные Бюро по изготовлению наглядных пособий Комитета по делам культпросветучреждений РСФСР (теперь Госкультпросветиздат). На каждую тему в особой папке подобраны отдельные картины. Из этих картин надо выделить наиболее важные для показывания на уроке и последующего после этого вывешивания в классе. Картины, до того, как они показаны и разъяснены, вывешивать не следует, они, можно сказать, «приглядятся» и не будут уже возбуждать в учащихся надлежащего к себе внимания.

Этими атласами можно воспользоваться для показывания картин с помощью эпидиаскопа. Можно подобрать картины по определённым темам и наклеить их на большие листы бумаги — по нескольку на лист. Если есть старые уже ненужные журналы с картинками, можно и эти картины приспособить так, как указано выше.

Если в распоряжении преподавателя имеются стереоскопические картины по астрономии, они должны быть использованы. Однако показ этих картин, по самому их существу, может быть сделан лишь в отдельности каждому школьнику. Наиболее полезны в этом случае были бы чертежи, относящиеся к сферической астрономии и её практическим применениям.

Стереоскопические фотографии небесных светил получают особыми приёмами. Небесные светила изображены на них так, как их видеть вообще невозможно. Такие картины (при условии объяснения способа их получения) с успехом могут быть использованы для пояснения тех частей курса, где говорится о параллаксах и видимых движениях.

Диапозитивы по астрономии выпускались в виде серий наборов заводом «Диафото» и Московским планетарием. Завод «Диафото» выпускал маленькие диапозитивы размером $4\frac{1}{2} \times 6$ см, а планетарий $8\frac{1}{2} \times 8\frac{1}{2}$ см. Серии эти поименованы в приложении. Фабрика «Диафильм» выпустила ряд серий диапозитивных фильмов (для аласкопа) по элементам астрономии к курсу географии в средней школе и по астрономии (не для школы). Эти ленты, могут, конечно, быть использованы с надлежащим выбором для любого изложения. Содержание этих лент по необходимости элементарно.

Эти серии, как равно и кинофильмы по астрономии, поименованы в списке наглядных пособий в конце книги.

34. Общий список оборудования

Описанное в этой книге оборудование, необходимое для преподавания астрономии в средней школе, не всегда может быть приобретено сразу. Поэтому приводим список оборудования первой очереди.

а) Классное оборудование.

Набор диапозитивов, диафильмов или картин (для эпидиаскопа)

Звёздная карта

Подвижная звёздная карта

Звёздные атласы

Переменная и постоянная части «Астрономического календаря»

Модель небесной сферы

Модель теодолита

Чёрный глобус

Географический глобус и лампа к нему

Чертёж (или модель) солнечной системы

Теллурий

б) Оборудование для наблюдений.

Астрономический зонт (10)

Высотомеры (2)

Гномон (10)

Солнечные часы (10)

Бинокли или монокуляры с приспособлениями для наблюдений (5)

Менисковый телескоп

Часы

Фонарь (10)

Кроме того, звёздные карты, атласы и календари в достаточном количестве.

Приведённые в скобках цифры указывают, сколько школьников может быть обслужено одним пособием. Этим определяется количество пособий, которое надо заготовить.

Глава III

МЕТОДИКА ИЗЛОЖЕНИЯ

35. Последовательность изложения

Астрономию принято разделять на сферическую, теоретическую и астрофизику. Эти разделения почти в точности соответствуют более современным: астрометрия (часть которой составляет сферическая астрономия), небесная механика (часть которой составляет теоретическая астрономия) и астрофизика. При преподавании в школе эти отделы не различаются резко.

Как было указано ранее, наиболее существенной частью являются астрофизика и некоторые отделы теоретической астрономии. Первая часть курса — сферическая астрономия — необходима по двум причинам: 1) она даёт понятие об угловых измерениях, на материале которых основываются многие выводы теоретической и астрофизической части; 2) она даёт основные понятия и определения для понимания практических применений астрономии во многих областях народного хозяйства и обороны нашей страны. Вследствие необходимости введения в эту часть некоторых математических понятий, она нередко считается несколько сухой и даже трудной для учащихся.

Имея это в виду, преподаватель должен строго следить, чтобы эта часть курса не обратилась в сухую математическую географию и проводить её не отвлечённо, не упуская случаев уже во время прохождения первой части развивать интерес учащихся к общим вопросам астрономии, для чего знакомить их с подлинным звёздным небом.

Весьма существенно с этой точки зрения изложить возможно более живо введение к курсу «Предварительный очерк вселенной».

Этот очерк должен дать учащимся общее представление о задачах и методах астрономии и современных её успехах, но в элементарной живой форме, связав этот очерк с теми наблюдениями, которые, как было указано выше, надо стараться провести предварительно. Изложение на этом первом уроке по необходимости догматическое, но оно должно быть связано с картиной уже наблюдаённого звёздного неба.

Преподаватель, если наблюдения были проведены до этого первого урока, имеет возможность ссылаться на то, что учащиеся уже видели, хотя бы и с небольшими оптическими инструментами. Показывая картины небесных объектов, он может в общих чертах остановиться на действительной природе звёзд, туманностей, звёздных скоплений. От объектов звёздного мира удобно сделать переход к Солнцу и к солнечной системе. Для оживления рассказа и большей наглядности следует применить диапозитивы.

Сведения о соотношениях расстояний и размеров небесных тел даются не в числах, а путём наглядных сравнений.

Очень подходящей является модель проф. Д. Д. Галанина.

Существенно при этом изложении подчеркнуть изменения, происходящие в небесных телах, и для некоторых из них дать представление о скорости этих изменений.

Определение астрономии, как науки, изучающей движения, строение и эволюцию небесных тел, может быть на этом первом занятии дано лишь в самых общих чертах — оно раскроется в процессе прохождения курса. Параллельно с очерком задач астрономии надо дать понятие об основном её методе — наблюдении, особенно имея в виду предстоящие наблюдения по заданиям. Если удалось до этого занятия провести вводное наблюдение, то указанный выше метод изложения (от звёздного неба к описанию вселенной) вполне наглядно подтвердит учащимся значение наблюдений.

Преподавателю следует особенно тщательно подготовить к этому занятию наглядные пособия и заранее подобрать самому или заимствовать из научно-популярных книг удачные сравнения и аналогии.

Надо помнить, что вслед за этой небольшой частью следуют элементы сферической астрономии, которые несут с собой довольно много всякого рода формальных определений и построений, всё значение которых вскрывается не сразу. Поэтому первое занятие должно дать учащимся перспективу всего курса в наиболее доступной и интересной форме.

Это общее введение (понятие об астрономии и её методе, краткий очерк предметов изучения) должно быть действительно кратким; ни в коем случае не следует перегружать учащихся обилием фактов или числовыми данными. Задача лишь в том, чтобы учащиеся знали, о чём они в курсе получают сведения. Если это введение проводить так, как здесь указано, то, по наблюдениям автора, учащиеся получают ответ на вопрос, что будет изучаться, и это даёт, так сказать, «зарядку» к прохождению курса. Не следует забывать, что, приступая к курсу естествознания, учащиеся всё-таки имеют представление об объектах изучения; надо, чтобы такое же общее знакомство было и с астрономией при начале курса.

В конце этого занятия должно быть дано первое задание

для наблюдений: найти на небе и зарисовать расположение нескольких главных созвездий южной и северной половин небосвода с повторением этого же наблюдения в тот же вечер через 1—2 часа. В северной половине небосвода следует рекомендовать для наблюдений Большую и Малую Медведицы и Кассиопею, в южной половине (для осени) Пегаса с Андромедой, Лебеда, Лиру и Орла.

Преподаватель на доске рисует два полукруга, зарисовывает в них взаимное расположение созвездий для 9—10 часов вечера данного месяца и указывает учащимся, что они должны сделать свои рисунки по наблюдениям таким же способом.

36. Элементы сферической астрономии

Начальные сведения о видимом суточном движении светил связаны с понятием о шарообразной Земле, вращающейся вокруг оси. Эту часть курса астрономии можно изложить тремя основными методами: 1) исходя от наблюдений, устанавливать ряд формальных понятий и определений, не указывая связи их с положением наблюдателя на вращающейся Земле; 2) исходя от знаний учащихся о том, что Земля шарообразна и вращается, рассматривать вытекающие отсюда следствия и подтверждать их описанием наблюдаемых явлений; 3) соединять первое и второе, исходя от наблюдений, но не откладывая объяснения явлений (с точки зрения вращающейся и шарообразной Земли), а поясняя явления сейчас же после установления того или другого понятия.

Первый из этих приёмов изложения, при котором даются только определения математического характера именно и создаёт формализм и сухость изложения и вытекающие отсюда трудности усвоения, на которые постоянно жалуются преподаватели и учащиеся. К тому же пространственные геометрические представления слабо развиты у учащихся и это увеличивает трудности восприятия. Действительно, если, например, преподаватель рассказывает о небесном меридиане и полуденной линии, то у многих учащихся является вопрос, какое это всё имеет отношение к Земле и зачем это нужно знать и запоминать. Собственными силами учащийся эти вопросы разрешить не может (обращение к преподавателю влечёт ответ — «это узнаете позже»), и в результате эта часть курса оставляет у учащихся воспоминание как о нудной, скучной и непонятной формалистике.

Второй метод, при котором изложение отрывается от первоисточника астрономии — наблюдения, тем самым нарушает основное правило изложения основ науки, делает это изложение догматическим.

Наиболее подходящим и эффективным приёмом является третий метод, при котором, исходя от наблюдений, преподава-

тель тут же разъясняет наблюдаемые на небосводе движения вращением и движением Земли и связывает основные определения с географическими линиями на поверхности Земли. Этот метод даёт удовлетворение учащимся, так как они уже знакомы (из географии) с учением о вращении Земли; он даёт возможность с простотой и ясностью переходить к следующим частям изложения и вполне соответствует сущности астрономических исследований.

Прохождение этой части курса надо провести, давая основные положения как можно нагляднее, показывая возможность их практического применения, не ограничиваясь вычерчиванием на доске схем, а применяя модели.

Исходным пунктом изложения должны быть ознакомительные наблюдения, которые к этому времени следует обязательно провести. Весьма существенное дополнение к ним дают наблюдения по заданию — они закрепляют у учащихся представление об общем движении всех созвездий.

Чтобы рационально построить изложение этой части курса, следует обратить внимание на происхождение основных первых понятий, как, например, созвездие, небосвод, суточное вращение неба, — и всегда иметь в виду, что учащиеся хорошо воспринимают все то, что естественно, по самой сути вытекает из наблюдений, фактов. Кроме того, надо и самую последовательность изложения подчинить последовательности восприятий и следствиям из них.

Став на эту точку зрения, мы можем построить такую схему: первым основным понятием, воспринимаемым и самым маленьким ребёнком, является понятие небосвода, как какого-то купола, простирающегося над поверхностью Земли. Происхождение же этого понятия связано с невозможностью оценить на глаз расстояния до различных мест небосвода. Отсюда проистекает необходимость отказаться от линейных измерений и перейти к измерению углов. Понятие созвездия вытекает из взаимной неподвижности звёзд и, в сущности, связано с понятием об угловых измерениях, так как только неизменность угловых расстояний звёзд создаёт понятие созвездия. Вывод о видимом суточном вращении, получающийся из наблюдений передвижения созвездий относительно горизонта, был бы невозможен без понятия созвездия, как неизменной группы звёзд.

Наконец, понятие небесной сферы как бы распространяет понятие о небосводе на целую поверхность шара и притом подвижную. Все остальные понятия сферической астрономии, в сущности, являются способами измерений и связаны с выбором начала отсчётов в этих измерениях.

В таком направлении и следует составлять план уроков по этой части курса, ни в коем случае не забывая, что необходимым для учащихся является: объяснение связи этих понятий с шарообразной, вращающейся Землёй и практического приме-

нения следствий из них (отвесная линия, плоскость меридиана и т. п.).

Напомнив результаты наблюдений, преподаватель прежде всего разъясняет понятие небосвода и рассказывает об угловых измерениях на небе. При этом следует обратить внимание учащихся и на объяснение впечатления материальности небосвода наличием земной атмосферы и пояснить, почему не видны звёзды днём. Рассказ о необходимости угловых измерений нужно сопроводить приведением конкретных примеров и приёмов приближённых измерений. Следует указать угловые диаметры Солнца и Луны, показать, как можно измерить углы, вытянув руку и держа в ней карандаш или просто расставив под прямым углом большой и указательный пальцы вытянутой руки. Если преподаватель позаботился сделать в классе или кабинете деления, видимые под углом в 1° с определённого места в классе, то он получит возможность доказать удобство этого приёма, предложив во время перемены каждому школьнику самому измерить, под каким углом он видит расстояние между концами большого и указательного пальцев своей вытянутой правой руки (соответственно рисунку, приведённому в учебнике М. Е. Набокова и Б. А. Воронцова-Вельяминова).

Когда установлено, что все точки небосвода мы принимаем как бы находящимися от нас на равных, хотя и неопределённых расстояниях, нетрудно, пользуясь элементарной геометрией, разъяснить, что вместо углов мы можем ввести дуги и перейти к объяснению понятия созвездия. Это понятие нельзя сразу же дать в принятом в настоящее время понимании (область неба, ограниченная дугами прямых восхождений и склонений); следует сначала исходить от неизменности взаимного расположения ярких звёзд, напоминающих своим расположением какую-нибудь фигуру. При этом обязательно следует рассказать о происхождении названий созвездий и проиллюстрировать это примерами; наилучшим примером является Большая Медведица, созвездие общеизвестное, но имевшее много названий (Семь волов, Колесница, Лось и т. п.).

Понятие о различном блеске звёзд на этом уроке нет нужды давать в подробностях. Достаточно напомнить непосредственные восприятия различия блеска и объяснить сущность выражения блеска в звёздных величинах (видимый блеск звезды 2-й величины в $2\frac{1}{2}$ раза слабее блеска звезды 1-й величины и т. п.). Так как в дальнейшем ученики будут иметь необходимость пользоваться звёздными картами и атласом, следует ознакомить их с обозначениями звёзд (греческие буквы) и со способом изображения звёзд различных величин на звёздных картах.

Когда учитель убедится, что эти основные сведения учащиеся восприняли правильно, можно перейти к изложению понятий вертикального направления, точки зенита и горизонта.

Понятие горизонта не всегда учащимися воспринимается правильно из-за того, что линию математического горизонта, в сущности, никто из наблюдателей не видит. Поэтому, учитель должен дать объяснение не только математического, но и видимого, и наблюдаемого горизонта. Разъяснение понятий математического и видимого горизонта необходимо вести, пользуясь моделью Земли — географическим глобусом. На глобусе устанавливается круг со стрелкой, перпендикулярной его плоскости: направление стрелки демонстрирует вертикальное направление и точку зенита. Благодаря такому показу ученики видят, что



Рис. 52. Модель горизонтальной плоскости и направлений видимого горизонта (на рисунке изображено положение, соответствующее наблюдателю над поверхностью Земли).

плоскость горизонта перпендикулярна направлению земного радиуса в данной точке земной поверхности, и направление вертикальной линии есть продолжение земного радиуса (для начала вполне достаточно считать Землю точным шаром и направление отвеса — направлением к центру Земли).

Передвигая модель горизонта над поверхностью глобуса, преподаватель показывает, что в любом месте над поверхностью Земли плоскость математического горизонта делит пополам окружающее пространство и линия математического горизонта всегда отстоит от точки зенита на 90° (рис. 52).

После этого учитель показывает, как две прямолинейные полосы, соединённые шарниром, при разных положениях места их скрепления относительно поверхности Земли, прикасаются к поверхности её во всё более далёких точках и образуют всё большие углы с плоскостью математического горизонта.

Наконец, после этого поясняется понятие наблюдаемого нами горизонта. Полезно всё это сопроводить чертежом на доске (рис. 53)

Знакомство учеников с необходимостью угловых измерений на небосводе и вертикальным направлением даёт основание для введения понятия угловой высоты, которое полезно, конечно, наглядно пояснить и на описанной выше модели горизонта.

Уменьше измерять угловую высоту будет очень нужно учащимся. Поэтому объяснение её обязательно нужно сопроводить показыванием самого процесса измерения с помощью высотомера (транспортёр с отвесом).

Понятие небесной сферы связано с явлением суточного движения небесных светил: если бы такового не существовало,

не было бы необходимости и в мысленном построении полной шаровой поверхности, простирающейся и под горизонтом.

В этом месте изложения именно и уместно введение понятия о небесной сфере, как шаре произвольного радиуса, простирающегося не только над горизонтом, но и под горизонтом, вращение которого и создаёт явления восхода, захода и видимого суточного движения светил. Для наглядного пояснения этих явлений следует использовать астрономический зонт и стеклянную колбу с намеченными на ней звёздами созвездий Большой Медведицы, Пегаса, Ориона и с приклеенным кружочком, изображающим Солнце. Зонт наглядно поясняет явления для



Рис. 53. Три линии горизонта.

наблюдателя, находящегося внутри небесной сферы, колба даёт возможность представить всю небесную сферу извне, так, как её обычно изображают на чертежах. Так как на зонте звёзды нашиты и на внутренней, и на внешней его поверхности, то, пользуясь им, удобно в большом масштабе показать и явления суточного движения, и зеркальность изображений на стеклянной колбе.

Демонстрация стеклянной колбы облегчает переход к обычным чертежам, изображающим небесную сферу. Если осветить колбу ярким светом так, чтобы тень её упала на белый экран, то на нём получается изображение, соответствующее чертежу. Вращение колбы и зонта помогает объяснению существования оси вращения.

Видимое движение светил относительно горизонта учащимся уже известно отчасти из обычных восприятий движения Солнца и Луны, отчасти из наблюдений ночного неба. Задача учителя состоит в том, чтобы обобщить эти наблюдения и привести к выводу, что эти движения обусловлены общим вращением небесной сферы. Здесь оказывается весьма существенным понятие созвездия и неизменного относительного расположения звёзд в созвездиях, приводящее к представлению о едином вращении, как причине всех суточных движений. Таким образом устраняется принятое в древности противопоставление дня и ночи; получается одно общее понятие, которое учитель объясняет вращением шарообразной Земли.

Изложение следует начать с восстановления в памяти учащихся хорошо известных фактов движения Солнца над горизонтом и рассказать, сопровождая рассказ чертежами, что и все созвездия движутся таким же образом над линией горизонта.

Рисунки, сопутствующие изложению, следует делать изображая движение какого-нибудь из созвездий в восточной, южной и западной сторонах небосвода (весьма подходящи для этого созвездия Пегаса и Ориона), а затем в северной (созвездие Большой Медведицы). Установив, что созвездия передвигаются по небу подобно Солнцу в течение дня, преподаватель подводит к понятию центра вращения путём указаний, сопровождаемых рисунками и фотографией неба (с неподвижной камерой), на то, что звёзды описывают дуги равных углов (в равные времена), но неравной кривизны. Отсюда нетрудно уже бывает перейти к существованию на небе неподвижной точки (полюса) и необходимости существования такой же части небесной сферы, находящейся под плоскостью горизонта и противоположной по направлению.

При всех дальнейших объяснениях следует показывать и колбу, и зонт, и вводить на чертеже небесной сферы новые линии только после того, как они показаны на моделях.

После объяснения существования полюса должно быть дано сейчас же указание на его местоположение близ Малой Медведицы. При этом нужно особо подчеркнуть, что Полярная звезда находится не точно в точке полюса, а отстоит от него на 1° , и что такое положение яркой звезды близ полюса есть лишь счастливая случайность нашего времени, которой, например, нет для южного полюса небесной сферы.

Чтобы поярче продемонстрировать неполярность α Малой Медведицы, полезно показать сильно увеличенную карту окрестностей небесного полюса со звёздами до 8-й—9-й звёздной величины.

Здесь же должны быть даны указания, как найти Полярную звезду по семизвездью Большой Медведицы. Эти указания (проведение мысленных линий по небу) имеют и общее значение, так как знакомят учащихся, если этого ещё не удалось показать и рассказать при начальных наблюдениях, с общими методами переходов от известных созвездий к неизвестным.

Если установлено понятие оси мира, то тут же легко и естественно ввести понятие небесного экватора, как линии, делящей небесную сферу пополам плоскостью, перпендикулярной оси мира. Наглядное пояснение легко дать при помощи стеклянной колбы, на которой тут же следует нанести тушью или чернилами эту линию.

Если имеется чёрный глобус, то следует совершить переход к этому новому пособию, поставив его рядом с колбой и нанеся на нём ту же линию мелом. В дальнейшем следует всё чаще и чаще при объяснениях пользоваться чёрным глобусом, обращаясь к колбе только в тех случаях, когда чёрный глобус не достаточно разъясняет излагаемое.

В этом месте курса уместно более подробно объяснить кажущийся эффект голубого небосвода днём и привести факты,

доказывающие существование на нём звезд, кратко разъяснив причины их невидимости при свете Солнца.

Суточное вращение небесной сферы должно быть объяснено вращением Земли, причём полезно это сделать, пользуясь моделью из географического глобуса, астрономического зонта и плоскости горизонта, установленной на глобусе (рис. 44). Самую модель плоскости горизонта для этого урока следует сделать с указанием направления оси мира. Держа над глобусом раскрытый зонт с ручкой, направленной по оси глобуса, преподаватель сначала вращает зонт и обращает внимание учащихся на перемещение созвездий относительно плоскости горизонта, потом показывает, что то же самое получается, если вращать в противоположную сторону глобус вместе с закреплённой на нём моделью. Самое важное здесь — установление параллельности оси мира и оси вращения Земли, так как вращение Земли школьникам известно из курса географии. Точно так же им известны и географические координаты. В курсе астрономии, поэтому, нет нужды заново рассказывать о географических координатах, но восстановить эти понятия в памяти, конечно, необходимо.

Следующей ступенью изучения основ сферической астрономии является знакомство с плоскостью меридиана и связанными с ним понятиями.

Понятие плоскости меридиана и линии небесного меридиана легко вывести из известного уже учащимся суточного вращения небесной сферы. Действительно, плоскость небесного меридиана делит небосвод на две равные части — восходящих и заходящих светил. Отсюда же вытекает и необходимость прохождения этой плоскости через полюс, зенит и точку наблюдения.

Разъяснить сущность полуденной линии можно чисто геометрически, как пересечение плоскости меридиана и горизонта. Но такое объяснение недостаточно; оно должно быть связано с суточным движением. Поэтому более рационально сначала дать объяснение и определение моментов кульминаций светил, и после этого ввести понятие полуденной линии, представив его и чисто геометрически, и как направление тени гномона в момент кульминации Солнца.

При этом коротко следует сказать о способе определения полуденной линии, но более подробное ознакомление с ним надо перенести на практические занятия.

Направление с юга на север объясняется преподавателем как направление полуденной линии; тут же указываются и все основные направления, включая и промежуточные (СВ, ЮВ и т. д.).

Надо обратить внимание на расположение линии экватора по отношению к плоскости горизонта и объяснить, что она проходит всегда через точки востока и запада.

Так как учащиеся знают свойство магнитной стрелки располагаться по линии меридиана и нередко придают этому абсолютное значение, нужно указать, что точное определение направления на север может быть сделано лишь астрономическими способами и компас именно так и проверяется. Полезно, если для данной местности преподаватель возьмёт значение склонения магнитной стрелки (это можно сделать по какому-либо из географических справочников или Большому советскому атласу).

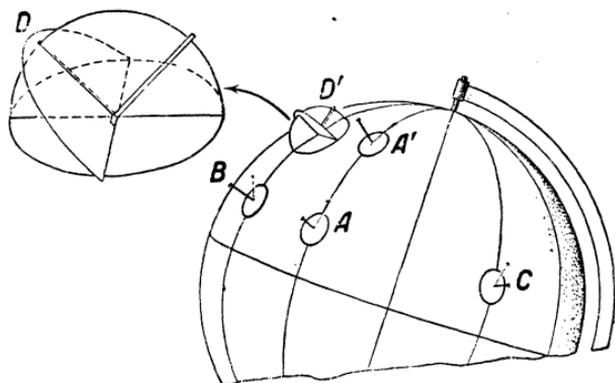


Рис. 54. Модель неосной сферы на географическом глобусе.

И в этой части изложения необходимы наглядность и установление связи с основными линиями на поверхности Земли.

Наглядно продемонстрировать все эти понятия можно, пользуясь указанными выше пособиями и моделью горизонта и небосвода, построенной из картона (рис. 54). Эта же модель, перенесённая на географический глобус, может дать очень важное для общего понимания демонстрирование полуденной линии, как линии земного меридиана, плоскости небесного меридиана, как плоскости земного меридиана, продолженного за пределы поверхности Земли, и плоскости экватора, как параллельной плоскости земного экватора.

По мере того, как объясняются и наглядно показываются все эти определения, преподаватель должен приучать учеников к обычным чертежам на доске и в перспективе, и в сечении плоскостью меридиана. Но при этом следует помнить, что чертёж должен быть сделан весьма аккуратно, с соответствующими утолщениями линий (для перспективного чертежа) и притом после демонстрирования моделей.

После изложения всех этих основных понятий, прежде чем переходить к следующей части, необходимо проверить, насколько хорошо учащиеся всё это усвоили, представляют ли они их ясно, понимают ли связь их с шарообразной и вращающейся Землёй. В этом месте курса полезно провести повторение, подвести итоги и составить табличку их для записи

в тетрадах учащихся. В табличке должны быть записаны определения, и рядом с ними, указания на связь с земными линиями и направлениями.

37. Небесные координаты и ориентирование по звёздам

Закончив основные определения и приведя их в табличке, преподаватель сможет перейти к рассказу о том, как они используются для указания положения светила на небосводе и на небесной сфере.

Понятия горизонтальных и экваториальных координат необходимы не сами по себе, а как способы определения положения светил, важные при изложении дальнейшей части курса, а также и для чтения звёздных карт. Координаты эти представляют тот своеобразный, но не трудный язык, на котором описываются движения небесных тел.

Так и следует смотреть на изложение понятий координат, сближая в классном изложении все эти понятия с их практическими применениями.

Исходным началом такого изложения может быть напоминание учащимся географических координат и указание, что вообще на сфере по этому принципу всегда возможно указать положение точки, если выбраны начала для отсчётов. Так как учащиеся уже ознакомлены с измерением высоты светила, то остаётся только разъяснить, что в астрономии оказывается выгоднее измерять зенитное расстояние. Имея модель теодолита, учитель сможет для иллюстрации показать, как находят деления на круге, соответствующие зениту места. Знание зенитного расстояния особенно важно, так как в дальнейшей части курса оно будет нужно для объяснения измерения широты, склонения и т. п.

При объяснении азимута преподаватель может напомнить, что в географической сетке счёт долгот ведётся от некоторой начальной; также и в системе горизонтальных координат надо установить начало счёта. Уместно при этом обратить внимание учащихся, что в системе координат на небосводе этот начальный круг получается более естественно, чем в системе географических координат, так как плоскость меридиана, избираемая для счёта от неё азимутов, сама выделяется из всех остальных подобных плоскостей. Горизонтальные координаты необходимо пояснить наглядно, что можно сделать различными способами.

При изложении горизонтальных координат не нужно начинать с чертежа, который всегда показывает их на внешней поверхности сферы. Лучше сначала показать, хотя бы просто рукой, как, повернувшись на определённый угол от плоскости меридиана (на полу можно провести мелом полуденную линию) и затем направив взгляд под определённым углом высоты над горизонтом, можно указать светило.

После этого полезно показать то же, пользуясь моделью теодолита, затем сделать чертёж на чёрном глобусе и, наконец, на доске (в перспективе).

Если учитель даёт понятие о горизонтальных координатах, как об углах, а не как о дугах, то такое изложение всегда воспринимается учащимися легче и нагляднее.

Усвоение школьниками понятия и применения экваториальных координат не представляет трудностей, если изложение их вести не формально, немедленно иллюстрируя соответствующими наглядными пособиями и звёздными картами. Применения экваториальных координат при наблюдениях хорошо воспринимаются учащимися, которые всегда интересуются целесообразностью предлагаемых им новых понятий и определений. Наилучшей иллюстрацией применения экваториальных координат являются примеры нахождения по календарю положения планеты среди звёзд на предстоящее время.

Данное ранее понятие о небесном экваторе при начале изложения должно быть повторено и должны быть приведены доказательства параллельности оси мира оси вращения Земли и плоскости небесного экватора плоскости земного экватора. По аналогии с географическими координатами координата склонения воспринимается без труда.

С прямым восхождением связаны два не легко воспринимаемых понятия: начала отсчётов (точка весеннего равноденствия) и счёта прямых восхождений в мерах, имеющих наименование мер времени. Действительно, поскольку понятия об эклиптике учащиеся ещё не имеют, приходится точку весеннего равноденствия называть произвольно выбранной.

Лучше всего указать учащимся, что эта точка не произвольно выбрана, а соответствует некоторому определённом положению Солнца и предупредить их, что детальное разъяснение будет своевременно им дано.

Что касается счёта прямых восхождений в мерах времени, то в этом вопросе уже возможно, сославшись на видимое вращение небесной сферы, указать на большее удобство выражения прямого восхождения в мерах времени, привести табличку перевода их в дуговые меры и несколько простых примеров (на 45° , 90° и т. д.).

Наглядное пояснение экваториальных координат можно выполнить при помощи стеклянной колбы, проволоочной модели небесной сферы и астрономического зонта. Показывание какой-либо или даже всех этих моделей следует проводить так, чтобы учащиеся видели параллели и круги склонения изнутри. Это особенно легко сделать с помощью зонта, ввиду его сравнительно больших размеров, наметив на нём мелом круги склонений и параллели и показывая их и изнутри и снаружи.

Техническим недостатком зонта является малая кривизна его поверхности, из-за чего на нём можно изобразить лишь

часть полусферы. Если есть возможность разрезать пополам географический глобус и окрасить его поверхности (наружную и внутреннюю) чёрной краской, то, нанеся на них мелом надлежащие линии, можно также показать наглядно систему координат. Такое показывание одновременно даёт возможность объяснить устройство и применение небесного глобуса.

Неудачи преподавателей при изложении сетки экваториальных координат в очень большой степени объясняются именно тем, что они начинают изложение с чертежа и при том наружной поверхности сферы, между тем, как учащиеся наблюдают небо изнутри и соответствующие изображения видят на звёздных картах.

Объяснение построения звёздных карт в средней школе невозможно поставить, как изучение проекций, однако, необходимо предохранить учащихся от неправильного восприятия очертаний и размеров созвездий на звёздных картах. Поэтому, показывая общую звёздную карту и сопоставляя её с изображением той же области неба на сфере (зонте, чёрный глобус изнутри), обязательно нужно указать невозможность полного, безискажений, наложения поверхности шара на плоскость. Учащиеся должны уметь пользоваться и звёздным атласом; поэтому им (также при помощи чёрного глобуса или зонты) нужно наглядно показать, как разрезана небесная сфера на части, перенесённые на отдельные страницы атласа.

Спроектировать сетку можно на кальку или промасленную бумагу. Более подробные указания преподаватель может получить из книги И. И. Старостина «Картографические проекции в элементарном изложении».

Следует обратить особое внимание на разъяснение учащимся распределения изображения всего звёздного неба по отдельным листам звёздного атласа. При этом самым лучшим пособием является модель Ф. Н. Красикова, представляющая собою стеклянную колбу с нанесённой на ней сеткой координат и освещением её или изнутри, или снаружи (смотря по виду проекции).

Этим заканчиваются определения основных понятий сферической астрономии.

Обычно считается, что эти понятия учащимся трудны, непонятны и неясны. Такое представление коренится в том, что преподавание ведётся только в форме геометрических определений. Учащийся, выслушав преподавателя, невольно задаётся вопросами: «зачем это нужно?», «какое это имеет отношение к Земле?», «почему так много этих линий, которые все нужно заучить?»

Показывание наглядных моделей, поясняющих каждое новое определение, разъяснение того, что эти линии естественно должны быть применяемы, так как все они связаны с вращающейся, шарообразной Землёй и линиями на ней, значительно

помогает усвоению этих понятий учащимися, постепенность же введения определений и такого наглядного показа облегчает сложность окончательного изображения небесной сферы со всеми линиями на ней. Учителю остаётся показать, как использовать все эти сведения для практических потребностей ориентировки.

Однако, прежде чем переходить к описанию различных способов ориентировки, необходимо провести проверку знаний учащихся по основным понятиям сферической астрономии. Проверка вопросами не даёт, в сущности, уверенных результатов: учащиеся более или менее бойко (в зависимости от прилежания и памяти на словесные определения) излагают формальные определения или делают чертежи, но нередко оказывается, что хорошо, как будто, отвечающий ученик не может показать, например, как проходит полуденная линия в данном месте земной поверхности, если ему дано направление на Полярную.

Способ проверки, неоднократно применявшийся автором этих строк, наиболее надёжный, заключается в том, что учащемуся даётся какой-нибудь из элементов этих основных понятий и предлагается показать руками все другие направления.

Например: учащийся вызывается перед классом, ему преподаватель указывает место, с которого он как бы наблюдает, и при этом говорит: «представь себе, что ты находишься под открытым небом и видишь Полярную звезду по направлению вот этого верхнего угла комнаты. Покажи руками, как расположится плоскость меридиана, ось мира, измерь высоту полюса, покажи, где зенит места, где основные точки горизонта, как будет виден небесный экватор; проведи мелом по полу полуденную линию». Такого рода опрос не только выясняет, насколько учащийся усвоил эти понятия, но и является поучительным для всего класса. Конечно, вопросы должны для разных учащихся задаваться по-разному (можно, например, указать направление, по которому видно Солнце в полдень, и высоту полюса и т. п.).

Чтобы проверить постепенно знания всего класса, полезно в начале каждого урока первой части курса вызывать кого-либо из школьников для решения таких вопросов. Тратится на это 3—4 минуты, а результат получается ощутительный: учащиеся стараются уяснить эти понятия не только в словесной форме, и знания по основам сферической астрономии всё время поддерживаются.

Прежде чем переходить к изложению способов ориентировки, следует дать короткое объяснение повторяемости вида неба через определённый промежуток времени. Эта повторяемость обусловлена длительностью звёздных суток, о которых и надо рассказать учащимся. Однако, ввиду того, что они ещё

не имеют всех знаний, необходимых для точного разъяснения звёздных суток, достаточно дать предварительное определение их, как промежутка между двумя последовательными одноимёнными кульминациями какой-либо звезды. При этом продолжительность звёздных суток даётся в виде простого указания, что они короче обычных на 4 минуты.

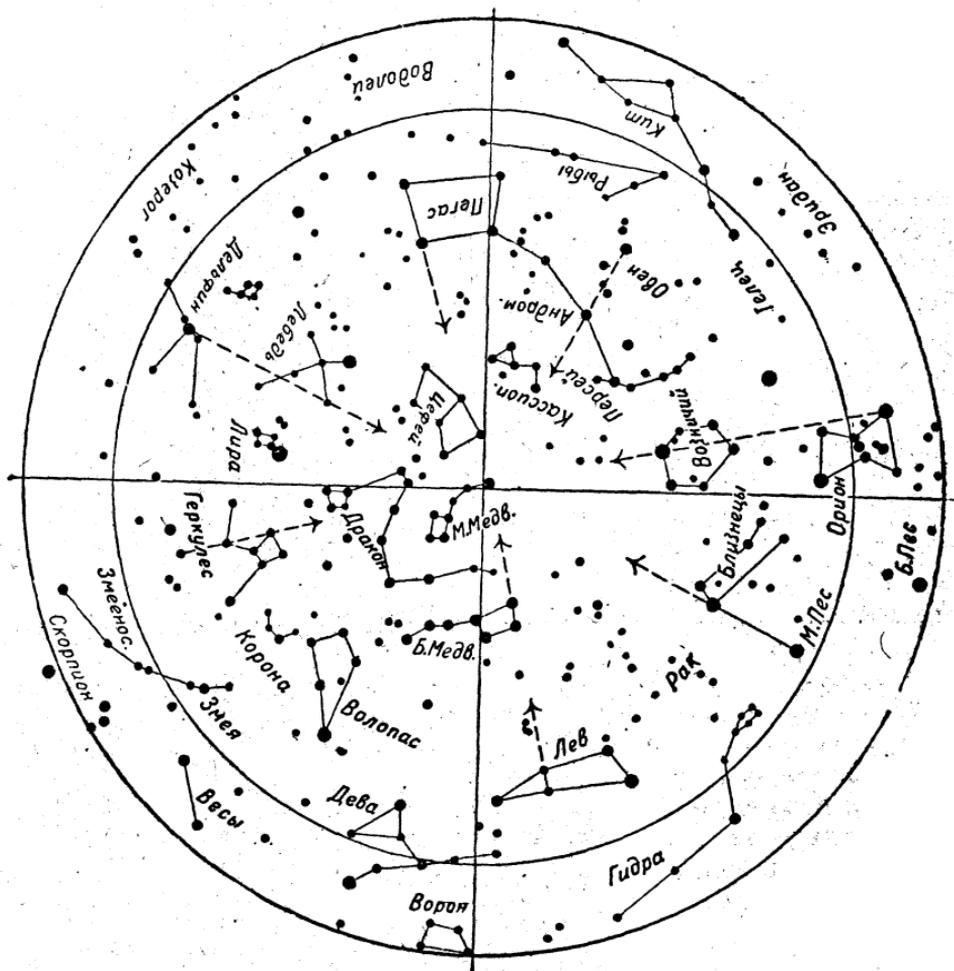


Рис. 55. Карта звёздного неба с ориентировочными звёздами:
а) стрелками, указывающими на полюс, огмечены звёзды, расположенные вдоль одного круга склонения.

Вывод отсюда, важный для способов ориентировки, о том, что постепенно вид неба для одного и того же часа меняется, нужно сделать обязательно и при этом показать карты южной половины небосвода для разных месяцев.

Основной способ отыскания севера по Полярной звезде учащимся уже известен; в этой части курса нужно только его напомнить, так же, как и способ нахождения Полярной па

Большой Медведице. Но теперь уже учащиеся имеют знаний столько, что возможно объяснить и некоторые дополнительные приёмы ориентировки по звёздам в полупасмурную погоду. Надо обратить внимание учащихся, что не только две звезды Большой Медведицы случайно расположены так, что указывают на полюс, но и показать те созвездия, в которых имеется такое же или очень близкое к нему расположение звёзд (рис. 55).

Кроме того, изобразив на доске южную половину небосвода и расположение кругов склонения по отношению к горизонту, можно показать учащимся, что одно или два из этих созвездий по наклону к горизонту линиями ориентировочных звёзд могут

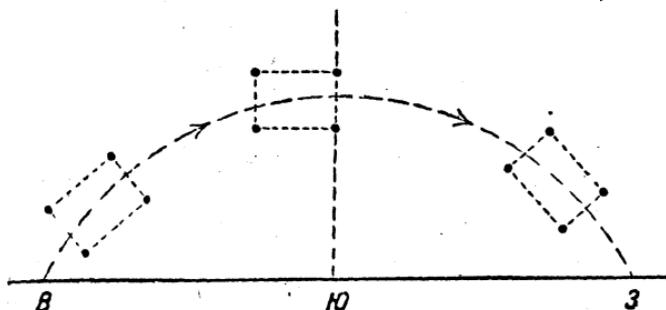


Рис. 56. Созвездие Пегаса с ориентировочными звёздами в разных сторонах небосвода.

дать возможность найти точки горизонта, если даже Полярная скрыта облаками.

Действительно, если, например, речь идёт о созвездии Пегаса, то в восточной стороне небосвода квадрат Пегаса наклонён влево, в западной — вправо (рис. 56). Следовательно, даже и не видя Полярную, а заметив квадрат Пегаса наклонённым вправо, можно приближённо заключить, что эта сторона небосвода — западная или юго-западная. Эти способы ориентировки имеют большое значение и в общей практике и, особенно, в военном деле.

38. Форма Земли и зависимость вида неба от положения наблюдателя

В сущности, учащиеся не нуждаются в новых рассказах о шарообразности Земли — они это хорошо знают с младших классов. Цель преподавателя должна быть в том, чтобы показать историю развития взглядов на форму Земли, связав её с экономическими условиями и борьбой науки против религии. Следует охарактеризовать древнейшее представление о Земле и небе (ассиро-вавилонское) и рассказать о том, как совершался переход к представлению о шарообразности и изолированности в пространстве Земли (у греков). При этом на ряде

географических карт можно продемонстрировать, как развивалось знание поверхности Земли в древности и как оно регрессировало во времена средневековья в Европе, хотя в то же время у арабов продолжались работы по астрономии.

При изложении учения о шарообразности Земли преподаватель должен отделить вопрос об изолированности Земли от доказательств её шарообразности. Путешествие Магеллана, как и все другие кругосветные путешествия, доказывает лишь, что Землю можно объехать кругом (то-есть, что она изолирована в пространстве), но вовсе не доказывает её шарообразности.

Одним из убедительнейших доводов в пользу шарообразности Земли является форма земной тени во время лунных затмений (доказательство Аристотеля). Следует дать предварительные сведения о причине лунных затмений и привести это доказательство, указав, что когда бы и где бы затмение ни было наблюдаемо, всегда тень Земли круглая. Наглядно это полезно показать, получая тень от различных предметов, в том числе и шара, при разных их положениях.

Вступлением к этому доказательству должны быть факты: 1) невидимость нижних частей предметов на горизонте (что, в сущности, доказывает лишь один и тот же знак кривизны Земли) и 2) одинаковый кругообразный вид горизонта *во всех местах на Земле*.

Все эти факты показывают, что Земля имеет форму весьма близкую к шару, но не могут доказать её точную форму. Знание истинной формы Земли, как известно, было получено из более точных наблюдений, произведённых на различных широтах. Поэтому, при изложении этой части курса, преподаватель должен разъяснить учащимся невозможность определения точной формы Земли только по указанным выше признакам и перейти к объяснению основ определения положения наблюдателя на поверхности Земли.

Географические координаты учащимся известны; задача преподавателя состоит в том, чтобы не только повторить и уточнить эти знания, но и объяснить их происхождение. Действительно, если бы Земля не вращалась, то систему сферических координат можно было бы построить на Земле произвольно.

Существование вращения Земли естественно привело к ориентировке на те точки, где пересекается поверхность Земли её осью вращения, то-есть на полюсы. Следовательно, изложение надо строить в таком порядке: 1) вращение Земли; 2) географические координаты; 3) связь широты места и высоты полюса и вид неба на различных широтах; 4) понятие об истинной форме Земли.

В этом месте курса преждевременно давать описание борьбы науки за учение Коперника о вращении Земли. Полное обоснование позиции науки в её борьбе с церковью должно

быть дано позже — в связи с изложением всего учения Коперника.

Здесь следует дать механические доказательства вращения, которые могут быть изложены на основе сведений по механике, уже имеющихся у школьников.

В начале изложения всего этого вопроса доказательств вращения Земли достаточно привести два: маятник Фуко и отклонение падающих тел к востоку. Хотя знание основ механики и математики и облегчает учащимся понимание обоих доказательств, всё-таки надо подробно и обстоятельно остановиться на обосновании их, привести данные наблюдений и, если можно, показать действующую модель, а ещё лучше — подлинный маятник Фуко (см. § 26).

Полного механического объяснения отклонения падающих тел к востоку учащимся не даёт. Достаточно на чертеже показать разницу длины дуг, проходимых точками на разном расстоянии от центра Земли. При этом обязательно указать все технические трудности постановки опыта и его результаты.

Доказательства вращения Земли дают основание преподавателю объяснить учащимся, что полюсы географических координат не произвольно выбраны, а в связи с фактом вращения Земли. Если бы Земля не вращалась, то один из полюсов координат можно было бы наметить в любом месте Земли и затем, найдя место второго, строить систему сферических координат.

Далее преподавателю предстоит показать школьникам связь между широтой места и расположением небесной сферы относительно горизонта.

Это изложение можно вести двумя путями: 1) дать рисунки южной и северной половины небосвода для разных мест земной поверхности и отсюда перейти к выводу об изменении высоты полюса и экватора при перемещении по земной поверхности и доказать, что высота полюса равна широте места; 2) сначала доказать, что высота полюса равна широте места, и отсюда вывести, как должна быть расположена небесная сфера в разных местах на Земле.

Если идти первым из них, то, в сущности, мы не имеем возможности исходить от наблюдений самих учащихся, так как, находясь в одном месте на земной поверхности, они не имеют запаса наблюдений того, как изменяется расположение созвездий на небосводе. Кроме того, все предыдущие сведения дают достаточные основания к выводу и предвидению того, что должно наблюдаться на других широтах. А возможность расчёта и вывода для учащихся имеет известную педагогическую ценность. Поэтому предпочтительнее идти вторым путём и, основываясь на том, что ось мира параллельна земной оси, вывести обычным геометрическим путём равенство высоты полюса и широты места. Этот вывод надо опять-таки подкре-

пить наглядными представлениями, расположив модель горизонта с небесной сферой в разных местах глобуса с соответствующим наклоном оси мира.

Очень полезно при этом указать простой вывод высоты экватора над горизонтом, а также доказать, что склонение звёзд, проходящих через зенит места, равно широте этого места (рис. 57). Этот вывод прост и нагляден и в дальнейшем даёт возможность получить наиболее важную для практических расчётов формулу, а именно выражение

$$z = \varphi - \delta$$

для момента кульминации.

Вывод может быть сделан как обычным путём, так и на основе чертежа (рис. 57) предыдущего расчёта (склонение зенитной звезды).

Знание этой формулы и обобщение её для отрицательных склонений и нижней кульминации приводит к понятию о незаходящей и невосходящей областях неба, границы которых

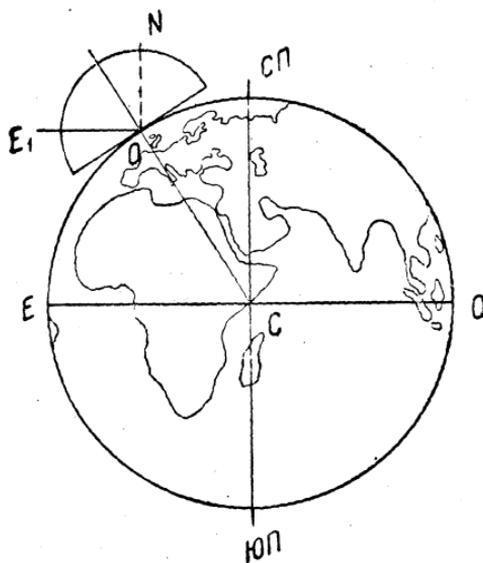


Рис. 57. Чертеж для вывода высоты полюса и зенитного расстояния.

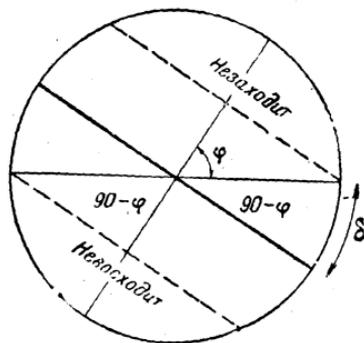


Рис. 58. Чертеж для вывода незаходящих и невосходящих областей небесной сферы.

(в зависимости от широты) вытекают из этих формул (рис. 58).

Выводы эти настолько элементарны с математической стороны, что в этом отношении не бывают для учащихся трудны, но для настоящего понимания необходимо изложение всё время иллюстрировать на моделях небесной сферы и особенно внимательно показать некоторые крайние случаи для экватора и полюсов Земли.

Интерес учащихся к различным условиям видимости неба можно повысить иллюстрациями примеров из описаний путешественников. Например, «Фрегат Паллада» И. А. Гончарова: там есть место с описанием недоумения вахтенного матроса

по поводу движения Солнца при переходе через экватор. Особенно хороши примеры из полярного дрейфа Папанинской льдины.

Границы незаходящих и невосходящих областей небесной сферы следует показать на звёздной карте, прежде всего для широты города, где находится школа, а затем для двух крайних широт СССР, на севере 83° , а на юге 36° .

Выражение зенитного расстояния через φ и δ важно ещё и в том отношении, что оно служит для измерения и δ .

Это применение формулы учитель должен тщательно разъяснить, преобразовав её в трёх видах. Самое преобразование нет необходимости делать самому учителю — ученики достаточно сведущи в математике для такой простой работы. Дело учителя в том, чтобы надлежащим образом разъяснить эти формулы и показать их практическое значение. Полезно это закончить такой схемой:

Формула	Определяемая величина	Измеряемая величина	Известная величина	Инструмент или метод
1) $z = \varphi - \delta$	z	—	φ и δ	Вычисление Универсальный инструмент Меридианный круг
2) $\varphi = z + \delta$	φ	z	δ	
3) $\delta = \varphi - z$	δ	z	φ	

Первый вид соотношения показывает возможность сделать заранее расчёт зенитного расстояния. Второй и третий виды показывают значение этой формулы для практических целей. Запись сбоку (в последней колонке) показывает учащимся, какие необходимы измерительные угловые инструменты для определения искомых значений z , φ и δ . Таким образом описание инструментов связывается с определёнными теоретическими возможностями и требованиями практики.

Учитель должен иметь в виду вопрос, который возникает у наиболее вдумчивых учащихся, именно — необходимость знания δ для φ (2-й вид) и φ для δ (3-й вид). Учащийся может заподозрить здесь некий порочный круг и впасть в сомнение насчёт возможности практически найти δ .

Поэтому учитель обязательно должен указать, что существуют специально разработанные и применяемые астрономами способы избежания этого порочного круга, заключающиеся в том, что по верхней и нижней кульминации Полярной звезды можно определить φ , а отсюда и δ звезды, наблюдаемой в верхней кульминации (с учётом рефракции).

Все эти вопросы совершенно необходимо разработать на задачах, выбрав наиболее живые примеры, близкие к совре-

менности и текущим практическим вопросам жизни нашего государства.

После того, как учащиеся ознакомились с возможностью определения широты из наблюдений, учитель может перейти и к изложению вопроса об истинной форме Земли и определении её размеров. В этом вопросе вполне достаточно, чтобы учащиеся ясно представляли основы метода измерения земного диаметра и имели понятие о сжатии Земли.

В дальнейшей части курса — в вопросе об определении расстояний до небесных тел — базис для горизонтального экваториального параллакса имеет весьма серьёзное значение, и поэтому метод Эратосфена должен быть прочно усвоен учащимися.

Изложение должно быть начато с описания определения радиуса Земли Эратосфеном. Этот рассказ важен не только с исторической стороны — он даёт учащимся представление о сущности самого метода и о принципиальной простоте его. Если оказывается, что учащиеся нуждаются в наглядных пособиях, то их можно сделать, пользуясь моделированием (как указано выше) на географическом глобусе. В этом разделе одно из трудных мест для восприятия учащихся — радиус кривизны, без которого (в явной или скрытой форме) нельзя обойтись при изложении вопроса о выяснении сжатия Земли.

Рассказать вопрос о радиусе кривизны можно на модели. Для такого моделирования следует приготовить обруч из крепкой пружины и заранее вырезать из картона ряд кругов различных диаметров. Несколько сжав обруч и приставляя эти круги в соответствующих местах, можно пояснить, что одной и той же линейной длине дуги соответствуют в разных местах Земли различные радиусы.

Сжатие Земли, как известно, является одним из доказательств её вращения. Следует коротко указать, что сжатие не обусловлено полужидким состоянием, но проявляется у всякого вращающегося тела, если оно не абсолютно твёрдое.

Обычная демонстрация — вращение обручей: её лучше заменить вращением шара из какого-нибудь пластического вещества, например из мягкого пластилина.

39. Видимое движение Солнца и истинное движение Земли.

Понимание видимого движения Солнца и положения эклиптики весьма существенно как для уяснения некоторых вопросов предыдущей темы, так и для последующих. Если бы было возможно поставить наблюдение высоты Солнца в полдень за год, то этот материал, объединённый на одном листе в виде графика (по оси абсцисс — даты, по оси ординат — высоты Солнца), был бы весьма полезен.

Такие наблюдения не всегда можно поставить, и поэтому

преподаватель должен начать изложение с хорошо известного учащимся факта, что Солнце летом стоит высоко, а зимой низко, дать значение склонения Солнца для середины каждого месяца (их можно взять из «Астрономического календаря») и по ним на доске построить графики. Это служит основанием для вывода об изменении склонения Солнца в течение года.

Для того чтобы показать изменение прямых восхождений Солнца, надо дать ряд звёздных карт, изображающих северную и южную половины небосвода в разное время года и, основываясь на том, что в полночь Солнце имеет такое же прямое восхождение, как и звёзды, находящиеся в нижней кульминации, вывести изменение прямых восхождений Солнца.

Таким образом, можно прийти к выводу о видимом движении Солнца и о той линии на небесной сфере, по которой происходит это движение. Учащимся обычно бывает трудно отсюда перейти к представлению об эклиптике, как большом круге на небесной сфере, плоскость которого составляет некоторый угол с плоскостью экватора. Для облегчения восприятия такого представления об эклиптике может служить весьма простой приём. Чертим экватор и эклиптику на листе кальки, и, свернув затем этот лист цилиндром так, чтобы сошлись соответственные точки, освещаем изнутри весь чертёж. При этом становится ясно, что линия видимого движения Солнца лежит в одной плоскости и составляет угол в $23\frac{1}{2}^\circ$ с плоскостью экватора.

Для укрепления и уточнения этого представления надо то же самое показать и на моделях небесной сферы (стеклянный шар, проволочная модель и т. п.); когда понятие об эклиптике воспринято, следует вернуться к экваториальным координатам, закрепив в памяти учащихся определение точки весеннего равноденствия, как места пересечения эклиптики и экватора, перейти к рассмотрению суточной дуги Солнца в разное время года и для разных широт. Понятие о равноденствиях следует строить на том, что экватор делится линией горизонта пополам, следовательно, всякое светило, находящееся на экваторе, равно время бывает и над горизонтом любого места, и под горизонтом. Видимое суточное движение Солнца на разных широтах очень просто можно показать на моделях небесной сферы или на чёрном глобусе, а затем дать объяснение видимому движению Солнца по эклиптике.

Учащиеся с младших классов знают о движении Земли вокруг Солнца и одновременном вращении её вокруг оси. Изучение видимого движения Солнца даёт возможность связать учение о движении Земли с фактами наблюдений и, благодаря этому, углубить и уточнить имеющиеся сведения. К тому же значение основ механики, проходящих в курсе физики, позволяет обосновать сохранение направления оси вращения Земли. Когда

учащиеся восприняли факт постоянства направления оси вращения, он становится доказательством вращения Земли, так как именно вращающееся тело постоянно сохраняет направление оси вращения.

Самое объяснение ведётся при помощи одного из видов теллурия; если же теллурия нет, то вполне возможно заменить его географическим глобусом, передвигаемым вокруг достаточно яркой лампы. Объяснение, если есть свободное место в классе, можно провести так, чтобы учащиеся, стоя вокруг лампы, как бы изображали небесную сферу. С какой бы моделью ни ставилось объяснение, надо всё время вести его так, чтобы, установив земной глобус в какое-либо из положений, разобрать:

1) как происходит смена дня и ночи на поверхности Земли в разных точках (путём вращения глобуса вокруг оси);

2) по какому направлению и как по отношению к плоскости экватора расположено Солнце;

3) как расположена плоскость земной орбиты.

Последнее лучше всего показывать, накладывая на линию экватора Земли вырезанное из плотного картона или тонкого металла плоское кольцо и с помощью лёгкого стержня или спицы указывая направление на Солнце (лампу). Плоскость кольца даёт учащимся наглядное изображение плоскости небесного экватора, и они без труда устанавливают связь между видимым движением Солнца по эклиптике и истинным движением Земли вокруг Солнца.

Эта демонстрация существенна ещё и в том отношении, что она показывает учащимся плоскость эклиптики как плоскость земной орбиты.

Таким образом получается вывод, что только при постоянном наклоне оси вращения Земли к плоскости её орбиты может иметь место смена условий освещения, а с ней вместе и смена времён года.

С формальной стороны объяснить тепловые пояса и их границы на Земле (по формуле зенитного расстояния светила в верхней и нижней кульминации) вполне возможно. Нужно разъяснить понятия полярных кругов и тропиков как линий, отграничивающих одни зоны от других. Если преподаватель вывел, как это было уже раньше указано, высоту экватора и склонение зенитной звезды, то дело облегчается. В этом случае легко показать, что при склонении Солнца $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$, оно в верхней кульминации будет в горизонте на широтах $\pm 66\frac{1}{2}^\circ$ (полярные круги), в широтах более высоких такое положение его будет и при меньших абсолютных значениях, а на полюсе при значениях склонения 0° .

Точно так же можно вывести, что при склонениях $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$ Солнце будет в зените на широтах $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$ (тропики) и далее показать, что при значениях склонения меньших по абсолютной

величине, оно находится в зените на широтах меньших, чем $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$.

Однако следует предвидеть, что эти выводы не исчерпывают объяснения, если не рассказать о законах освещённости, т. е. о зависимости её от косинуса угла падения, что, конечно, не трудно и нужно будет сделать учителю-физику.

Пользуясь тем же соображением о зенитном светиле и пределах склонения Солнца $\pm 23\frac{1}{2}^\circ$, можно пояснить невозможность прохождения Солнца через зенит мест с широтами больше (по абсолютной величине), чем $23\frac{1}{2}^\circ$. Следует при этом подчеркнуть и наглядно пояснить, что на экваторе бывает два «лета» и две «зимы» в течение года, так как дважды в году Солнце имеет склонение 0 и $23\frac{1}{2}^\circ$ (по абсолютной величине), бывая в полдень на юге и на севере. Следует при этом также указать, что неравномерность видимого годичного движения Солнца происходит вследствие движения Земли по эллипсу. Иллюстрация этого даётся расчётом продолжительности времён года для северного и южного полушарий Земли. Как было только что указано, различие нагревания поверхности Земли объясняется лишь различием в углах падения лучей Солнца на поверхность Земли в разное время года. Тем не менее полезно особо подчеркнуть, что в смене времён года эллиптичность земной орбиты никакой роли не играет и времена года в северном и южном полушарии наступают не одновременно, а с разницей в полгода.

Надо дать наглядные пояснения этому.

Эти пояснения можно дать в двух формах: 1) разница в освещённости (и притом одинаковая для обоих полушарий Земли одновременно) в перигелии и афелии; 2) чертёж орбиты Земли. Исходя от эксцентриситета земной орбиты, равного 0,017, преподаватель может подсчитать эту разницу, округлив эксцентриситет до 0,02, по формуле $C = a \cdot e$, где $a = 1$ и затем записать:

$$\frac{l \text{ перигел.}}{l \text{ афел.}} = \frac{1,02^2}{0,98^2} = \frac{1,0404}{0,9604} = 1,06.$$

Малая величина этого отношения говорит сама за себя. Полезно для широты того города, где находится школа, вычислить и показать учащимся отношение освещения в полдень летнего и зимнего солнцестояний. Для Москвы, например, получается:

$$\frac{\cos z \text{ лет. с.}}{\cos z \text{ зимн. с.}} = \frac{\cos 32\frac{1}{2}^\circ}{\cos 79\frac{1}{2}^\circ} = \frac{0,843}{0,182} = 4,6.$$

Что касается чертежа орбиты Земли, то его достаточно сделать в виде окружности со сдвигом её центра относительно точки, изображающей Солнце, всего на 0,02 радиуса. Следова-

тельно, если взять для радиуса $1\frac{1}{2}$ метра, то сдвиг будет в 1 мм и чертёж станет весьма нагляден. После того, как выведены условия видимости для центра Солнца, нужно указать на действие рефракции, реальный восход и заход (верхний край Солнца), явление сумерек, удлиняющее светлую часть года в Арктике. Эти данные особенно важны для понимания условий работы советских арктических экспедиций в высоких широтах.

40. Измерение времени и определение географических координат

Вопрос об измерении времени принадлежит к числу тех, вопросов, которые всегда особенно трудно воспринимаются учениками.

Такое восприятие обусловлено не трудностями этого вопроса по существу, а многообразием счёта времени и, главное, теми условными временами, которые науке пришлось ввести. Действительно, среднее солнечное время, текущее равномерно, пришлось изыскивать из-за того, что истинное Солнце движется неравномерно. Поясное время пришлось изыскивать и ввести в связи с развитием общественной и государственной жизни.

Учащиеся только тогда могут хорошо воспринять новое понятие, когда для них ясна естественность и необходимость его. Поэтому изложение этой части курса надо вести именно так, чтобы выявлять эту необходимость и обусловленность всех видов времён двумя движениями Земли. Отсюда и вытекает порядок изложения, начинающегося рассмотрением звёздного времени, как наиболее простого и не требующего замены его условным.

Вступлением к изложению всех вопросов измерения времени должно быть объяснение преподавателя, что суждение о течении времени мы получаем из наблюдения движения, в частности вращения Земли (которое можно считать равномерным), выражающегося для нас в суточном перемещении звёзд и Солнца.

После этого надо установить понятие часового угла как меры времени.

Понятие о звёздных сутках и о звёздном времени важно для понимания многих вопросов практического применения астрономии. Изложение этой части курса надо вести имея в виду, что точка весеннего равноденствия уже известна учащимся как начало счёта прямых восхождений.

Самое понятие звёздных суток уясняется учащимися без затруднений. Труднее воспринимается понятие о звёздном времени и о связи его с прямым восхождением. Эта трудность восприятия, повидимому, обусловлена тем, что учащиеся недостаточно хорошо представляют себе понятие часового угла,

как двугранного угла между плоскостью меридиана и кругом склонения. Для облегчения этого полезно сделать картонную модель (рис. 59), в виде круга с приклеенным полукругом, который можно поворачивать на различные углы.

Если заготовить заранее треугольники из картона с раствором в 15° , 30° и т. д. и надписями соответственно «1 час», «2 часа» и т. д., то, вкладывая эти угольники в двугранный угол, можно объяснение сделать ещё более наглядным.

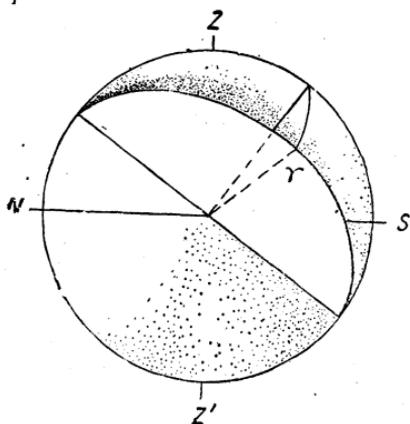


Рис. 59. Модель из картона для объяснения часового угла.

Конечно, наличие чёрного глобуса, установленного в кольцах, также помогает разъяснению и эту демонстрацию надо по возможности провести. Очень важно установить твёрдое понятие, что звёздное время есть угол поворота плоскости, в которой находится точка Γ . Полезно при этом применить циферблат со стрелками (его можно сделать самому) и поворачивая полукруг (или чёрный глобус), одновременно

переводить и стрелки на циферблате (на нём надо наклеить оцифровку на 24 часа). Если это объяснение проведено тщательно, то выражение $s = t + a$ может быть воспринято без трудностей.

Формула $s = t + a$ может быть преобразована и так, что $a = s - t$. Это преобразование следует истолковать таким же способом, как и формулы $z = \psi - \delta$, и так же рассеять подозрение насчёт «порочного круга», разъяснив, что разницу прямых восхождений звёзд из наблюдений определить можно, значит, достаточно знать прямое восхождение хотя бы одной звезды. Прямое же восхождение звезды можно определить, наблюдая яркую звезду и Солнце в день равноденствия, когда Солнце проходит, например, через точку Γ , яркая же звезда видна в меридианный круг и днём. Точно так же из этого рассмотрения формулы вытекает необходимость построения надлежащих инструментов.

Здесь весьма естественно будет краткое описание методов определения a или звёздного времени посредством меридианного круга или пассажного инструмента, показать модель которого нетрудно, отняв от модели меридианного инструмента разделённый круг. При кратком описании часов следует обратить особое внимание на технику устройства маятника. Так как законы качания маятника и коэффициент линейного расширения учащимся известны, то указания на методы компенсации и на инварные маятники будут вполне понятны.

Среднее время и истинное время представляют трудность

изложения, потому что понятие фиктивного Солнца нелегко воспринимается учащимися.

В сущности, дело обстоит таким образом, что время измеряется по произвольно выбранному Солнцу, бывающему на одном и том же круге склонения одновременно с истинным в некоторый начальный условный момент.

Трудность усвоения вопроса о среднем и истинном времени заключается именно в том, что среднего Солнца конкретно не существует и учащимся кажется странным, почему показателем времени избрано такое произвольное, не наблюдаемое Солнце.

Так как элементы учения о движении Земли уже изложены, то можно показать учащимся, что неравномерность видимого движения Солнца по эклиптике, а не по экватору обусловлена неравномерностью обращения Земли и наклоном экватора к эклиптике. Сославшись на знание законов движения Земли, преподаватель имеет основание утверждать, что разница между положением истинного и среднего Солнца исчисляется на основании теории и что, в сущности, принимая среднее Солнце, мы тем самым высчитываем, как бы двигалось (в своём видимом движении) Солнце, если бы Земля обращалась равномерно по окружности и её экватор совпадал бы с плоскостью орбиты.

После этого полезно привести пример часов с маятником, по которым мы всё-таки можем точно считать время, несмотря на изменение длины маятника от температуры, так как знаем закон этого изменения.

Вопрос о среднем Солнце и истинном Солнце не может быть развёрнут во всей глубине перед учащимися и приходится излагать его, исходя, во-первых, от неравномерности движений Солнца по эклиптике и, во-вторых, от неравенства экваториальных дуг, проходимых истинным Солнцем за сутки.

Таким образом, исходный пункт всех рассуждений — неравенство истинных солнечных суток между собой. Это неравенство необходимо пояснить возможно нагляднее. Черчение на доске большого числа линий запутывает учащихся, если оно дано сразу, без наглядного пояснения.

Удобнее и понятнее, если преподаватель начертит на доске две линии, изображающие экватор и эклиптику и, заготовив два кружка разных цветов (для истинного Солнца и среднего Солнца), будет передвигать их, показывая, что определённому передвижению по эклиптике истинного Солнца соответствуют на экваторе неравные стрелки. Чтобы сделать всё это ещё нагляднее, полезно к булавке, с помощью которой прикалывается к доске истинное Солнце, прикрепить белый шнур с грузиком (рис. 60). Этот шнур будет изображать круг склонений, проходящий через истинное Солнце. Таким приёмом удобно показать наглядно одну из причин происхождения уравнивания времени. При этом нет надобности чертить всю эклиптику; достаточно заготовить чертёж её и экватора около равноден-

ственной точки (весеннего равноденствия) и около точек зимнего и летнего солнцестояния. На чертеже следует заранее отметить дуги, проходимые истинным Солнцем, и тогда, указав разницу скорости движения Солнца близ перигелия и афелия, можно показать обе причины, создающие синусоидальный характер уравнения времени.

Продемонстрировав график уравнения времени и показав, как уравнение времени даётся в «Астрономическом календаре»,

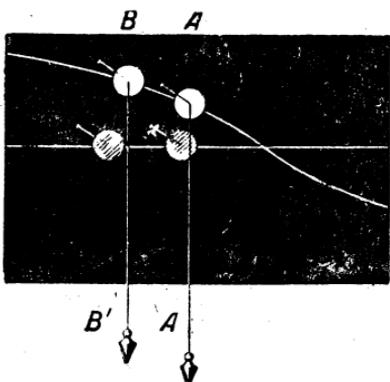


Рис. 60. Чертеж на классной доске для объяснения уравнения времени.

Учитель должен весь этот вопрос разобрать на подходящих задачах, взятых из повседневной практики. После решения одной-двух задач на определение поправки средних часов по моменту истинного полдня, следует перейти и к общему случаю перевода истинного времени в среднее. С этим связано объяснение устройства солнечных часов, прибора, в настоящее время малоупотребительного, но пригодного в элементарной практике, туризме и для целей приближённого определения времени.

Объяснение устройства солнечных часов может быть дано без каких-либо математических расчётов. Самое существенное — объяснить устройство горизонтальных солнечных часов и, в частности, неравенство их часовых делений. Это объяснение следует провести на модели, представляющей простейшие солнечные часы в виде стержня, имеющего направление, параллельное оси мира, и перпендикулярной ему плоскости, с разделением окружности на равные части. Установив эту модель соответственно широте и спроектировав деления на горизонтальную плоскость (при помощи отвеса), можно показать причину неравенства деления циферблата горизонтальных часов (рис. 61). После этого достаточно привести табличку, разъяснить содержащийся в учебнике график для построения солнечных часов на данной широте и предложить учащимся сделать из бумаги или из картона такие солнечные часы. При этом надо рассказать, как ими можно пользоваться для приближённого определения времени.

Приводимый здесь вывод формулы солнечных часов помощью прямолинейной тригонометрии может быть полезен самому преподавателю, если кто-нибудь из любознательных учеников пожелает познакомиться с выводом.

MP — направление оси мира,
 MO — направление полуденной линии,
 $\varphi = \angle PMO$ — (широта места),

$$\begin{aligned} \angle OEQ &= t - (\text{часовой угол}), \\ \angle OMQ &= \tau - (\text{угол отклонения тени}), \\ OQ &= MO \operatorname{tg} \tau = EO \operatorname{tg} t, \end{aligned}$$

так как

$$\begin{aligned} \frac{EO}{MO} &= \operatorname{Sin} \varphi, \\ \operatorname{tg} \tau &= \operatorname{Sin} \varphi \cdot \operatorname{tg} t. \end{aligned}$$

Из подобных же соображений можно вывести формулу и для вертикальных солнечных часов (выраж. OQ через OP и OE).

Расчёт вида звёздного неба в заданное время представляет интерес для учащихся и важен как применение теории к практике. Действительно, легко показать приём приближённого подсчёта прямого восхождения Солнца. Когда прямое восхождение Солнца известно, то прибавлением к нему 12 часов по-

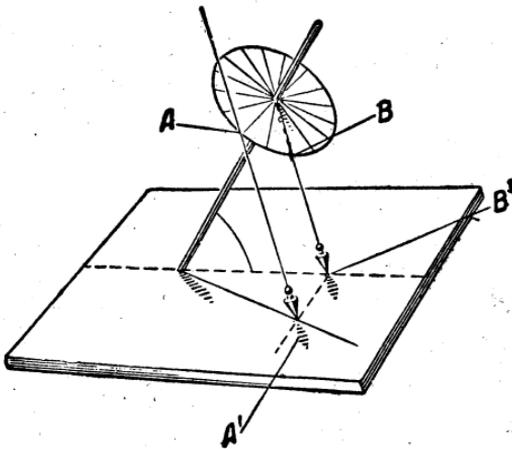


Рис. 61. Модель для объяснения устройства солнечных часов.

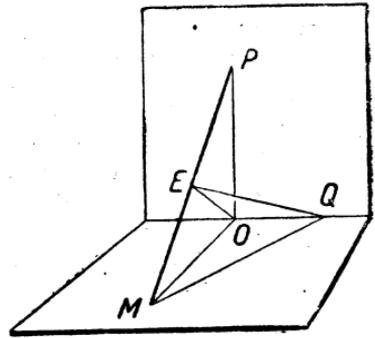


Рис. 62. Модель для объяснения элементарного вывода формулы солнечных часов.

лучается прямое восхождение звёзд, кульминирующих в южной стороне небосвода в полночь. Отсюда ведётся и расчёт звёзд, кульминирующих за несколько часов до полуночи (или после неё).

Таким образом, исходя только от видимого движения Солнца, вполне возможно дать способы расчёта вида звёздного неба и объяснить устройство подвижной звёздной карты и приёмы работы с нею. Если такое объяснение воспринято учащимися, то это уменьшает и оживляет дальнейшее усвоение курса.

Расчёты вида неба можно делать и на основе известного положения о равенстве прямого восхождения звёзд, находящихся в верхней кульминации, звёздному времени.

Исходя из заданного звёздного времени, преподаватель

показывает, как на звёздной карте наметить созвездия, видимые в южной стороне неба, и те, которые видимы в восточной, западной и северной сторонах небосвода.

Когда учащиеся ознакомились с видимым движением Солнца, они должны запомнить четыре прямых восхождения Солнца, соответствующие моментам равноденствий и солнцестояний.

По этим данным учащиеся могут приближённо подсчитать прямое восхождение Солнца для любого времени (изменение на 4 минуты в сутки или на 2 часа в месяц). Это даёт им возможность рассчитать звёздное время в полночь, а отсюда и вид неба в полночь. Преподаватель может показать, как перейти к виду неба за 2—3 часа до или после полуночи и разъяснить применение подвижной карты неба.

Это весьма существенное умение, которое к тому же показывает учащимся, какое практическое значение имеет знание видимого движения Солнца.

Расчёты эти, конечно, приближённые, что и надо сообщить учащимся; но более точные методы расчётов в практике учащихся редко могут быть нужны; необходимо только, чтобы они понимали возможность совершенно точного расчёта. Понимание это связано с усвоением принципов точного измерения времени.

Раздел курса об измерении гражданского времени даёт понятие о применении астрономии к практике и может показать учащимся значение международных научных организаций. Кроме того, именно в этом разделе преподаватель может провести сравнение между старой Россией, чуждавшейся международного счёта времени, и советской властью, в первые же месяцы своего существования принявшей международный счёт времени.

Объяснение связи между долготой и местным временем может быть сделано также при помощи моделирования гномонов, расставленных на разных долготах географического глобуса и освещаемых яркой лампой. Ещё совершеннее можно это сделать, если расставить не просто гномоны, а небольшие картонные солнечные часы. В этом случае можно показать непосредственно отсчёты истинного времени. При такой демонстрации лампу следует ставить дальше, чтобы пучок лучей, падающий на глобус, был по возможности, близок к параллельному.

Установление связи между местным временем и долготой даёт возможность закончить и разъяснить весь вопрос об определении географических координат из наблюдений, показать на примерах значение астрономии для социалистического строительства и в военном деле.

Напомнив учащимся метод определения широты, преподаватель должен разъяснить, что подача радиосигналов времени

в соединении с наблюдениями верхней кульминации светил даёт всё нужное для определения широты и долготы. После усвоения этой части возможно разъяснить и сеть триангуляций и, напомнив задачу определения точной формы Земли, показать значение такого метода для решения этой задачи.

В вопросе триангуляции необходимо установить связь с математикой и разработать некоторые общие с математикой задачи. Идея самого метода легко воспринимается учащимися, если начать изложение не с вычисления, а с геометрического построения всей сети (можно даже дать и соответствующую задачу). Тогда для учащихся будет ясна возможность вычислить все треугольники и длину отрезков, соединяющих их вершины.

Очень существенно дать документальный материал к истории введения поясного времени в СССР (декрет Совнаркома от 8 февраля 1919 г. и от 9 февраля 1931 г.)¹⁾ и привести то место из «Описания границ часовых поясов», которое касается именно того пояса, в котором находится школа. При изложении следует показать и вывесить в классе большую карту часовых поясов. В этой теме имеется близкое соприкосновение с радиотехникой и с экспедиционными работами.

Преподаватель должен рассказать о том, как радиостанции, подающие время, распределены по всему земному шару и как служба времени на всём земном шаре представляет собой нечто целое, причём большая точность подачи времени обусловлена именно этой связью.

Определение географических координат в морском деле и авиации следует разъяснить особо и показать принцип построения секстана, указав причину, вызвавшую построение такого рода инструмента. При этом весьма полезно показать действующую модель секстана, которую можно сделать (см. § 22). Вывод связи поворота зеркала с углом между светилами не нужно делать через построение треугольников; гораздо проще всё дело свести к связи между поворотом зеркала и поворотом отражённого луча.

В области практических применений следует возможно живее и ярче подобрать примеры на определение географических координат по астрономическим наблюдениям. Примеров так много из области советских исследований Арктики, из Отечественной войны и из практики социалистического строительства, что преподаватель легко может, пользуясь книгами и дневниками лётчиков, челюскинцев, папанинцев и седовцев, подобрать наиболее выдающиеся и значительные. При таком подборе, во всяком случае, надо уделить надлежащее внимание экспедиции на северный полюс, где не только были особенно интересны

¹⁾ Декрет от 9 февраля 1931 г. приведён полностью в учебнике астрономии П. И. Попова и др., стр. 33.

определения координат, но и имелись случаи скачков в счёте суток.

Необходимо уделить внимание вопросам текущего пятилетнего плана народного хозяйства. Этот план учитель должен изучить со стороны применения астрономии в строительстве путей сообщения, новых населённых мест и предприятий, гравиметрических работ, строительства или восстановления астрономических обсерваторий с применением новых методов наблюдений (телескопы Максудова, применение новых фотоэлектрических пассажных инструментов, разработанных Н. Н. Павловым в Пулково).

41. Календарь

Изучение измерения времени заканчивается ознакомлением с календарным счётом. Основной задачей является изучение того счёта времени, который, будучи международным, принят у нас в СССР. При этом надо вести изложение в историческом порядке, обратив внимание учащихся, что только советская власть немедленно перешла у нас к новому стилю, в то время как в царской России влиятельные реакционные группы, исполняя требования церкви, всеми силами сопротивлялись такой реформе.

Точно так же следует разъяснить мифичность принятой эры («н. э.» или эра «от р. х.»), указав, что почти все эры («Ab urbe condita»¹⁾), от «сотворения мира» и т. п.) страдают тем же недостатком.

В календарный счёт входят год, месяц и сутки, представляющие собой астрономически определяемые и измеряемые периоды. Поэтому, хотя и без особого разъяснения, преподаватель должен указать, что эти промежутки времени точно определены из наблюдений. Надо указать также продолжительность тропического года и синодического месяца в сутках до малых долей их.

Изложение самой системы счёта времени следует начать с указания на несоизмеримость тех естественных единиц, которыми измеряются календарные промежутки времени (сутки, тропический год, месяц), чтобы этим показать невозможность построения абсолютно точного календаря. Изложение следует вести в историческом порядке и, прежде всего, указав на ошибки доюлианских календарей, объяснить структуру юлианского. При этом необходимо дать объяснение слова «високосный» (bissextilis).

Дальнейшее изложение нового стиля полезно проводить, написав табличку годов, в которой в одной колонке написан юлианский счёт, в другой — «новый стиль», в третьей — разни-

¹⁾ От основания города (Рима).

ца в днях, и при этом подчеркнуты високосные годы в обеих системах счёта. Иногда учащиеся неясно представляют, почему юлианский счёт, при большей продолжительности года, отстаёт от природы. Чтобы наглядно продемонстрировать это, можно заготовить две шкалы на бумаге, и, прикладывая одну к другой в начале их, наглядно показать отставание юлианского стиля.

Полезно в порядке исторического обзора упомянуть о календаре французской революции. Может быть интересной справка о существующих в настоящее время названиях месяцев у некоторых народов СССР. Эти названия (например, в УССР, БССР) соответствуют ходу природных явлений. Современный календарь, которым пользуются почти все народы, имеет в себе много анахронизмов (например, названия месяцев, начальная эра). Следует объяснить учащимся, что необходимо отделять научные принципы построения календаря и практически необходимые разделения года (месяц, неделя) от этих анахронизмов, сохраняющихся просто вследствие того, что ими человечество пользовалось более полутора тысяч лет и пока ещё приходится сохранять эту преемственность.

Этим заканчивается изучение тех основных понятий, на которых или помощью которых астрономия строила и строит представление о строении вселенной и о развитии небесных тел.

Таким образом учащиеся идут тем же путём, каким шла и наука. Но для учащихся этот путь излагается более систематично, и, так сказать, более прямолинейно, чем это было для науки.

По окончании этого отдела полезно уделить хотя бы небольшое время на просмотр и повторение пройденного, обращая главное внимание именно на те понятия, которые будут особенно необходимы в следующей части — основы теоретической астрономии.

42. Параллаксы и определение расстояний

Отдел основ теоретической астрономии требует понимания методов и результатов измерения расстояний до небесных светил.

Понятие о параллактическом смещении и параллаксе имеет связь (со стороны математической) с понятием о триангуляции и размерах Земли и служит обоснованием для всех выводов о расстояниях и размерах небесных тел. Это понятие должно быть наглядно разъяснено учащимся, и только после его усвоения можно перейти к несложной формуле с тригонометрической функцией.

Наглядное представление параллактического смещения легко дать, если на классной доске изобразить звёзды какого-ни-

будь созвездия и нанести деления (по горизонтали), соответствующие нескольким градусам. Перед доской ставится (на некотором расстоянии) белый шарик или вырезанный из картона серпик Луны. Учащиеся, сидящие в различных местах класса, будут видеть на фоне доски этот предмет в различных её местах.

При этом легко показать, что видимое смещение тем меньше, чем дальше объект от наблюдателя (сравнение того, как видят крайние учащиеся в различных рядах) и чем меньше базис (рассматривание попеременно то одним, то другим глазом).

Этим методом восприятие параллактического смещения проходит очень быстро, после чего можно уже перейти к чертежу и к обычному объяснению горизонтального экваториального параллакса. Однако не следует упускать из вида, что восприятие горизонтального экваториального параллакса не так уже легко даётся учащимся, и поэтому чертежи надо сопровождать наглядным пояснением, используя географический глобус, шарик на подставке и длинный стержень (очень удобна бамбуковая палка). Ставя конец стержня в разные места поверхности глобуса и приводя его в соприкосновение с шариком, преподаватель показывает направления, по которым видно светило из разных мест Земли и, поставив в конце стержень касательно и к шару, и к поверхности Земли, даёт понятие о горизонтальном параллаксе (рис. 63).

Рис. 63. Модель для объяснения горизонтального экваториального параллакса.

Следует при этом обратить внимание на устранение появляющегося иногда у учащихся недоумения относительно якобы имеющейся неопределённости понятия о геоцентрическом положении светила на небесной сфере. Это недоумение выражается в вопросе: «как же можно из центра Земли видеть светило, когда в центре Земли никто никогда не бывает?» Сущность же дела состоит в том, что наблюдатель на поверхности Земли видит светило в его геоцентрическом положении, если оно находится в зените места наблюдения. Это обстоятельство нужно особенно тщательно и наглядно разъяснить учащимся, пользуясь той же моделью.

Все дальнейшие выводы следует провести с применением математики и особенно внимание обратить на ясное представление обратимости понятий «экваториальный горизонтальный параллакс» и «видимый радиус» (Земли с данного светила).

Необходимо, чтобы ученики запомнили параллаксы Солнца и Луны, расстояния до этих светил и соотношение их размеров с размерами Земли (отношение диаметров).

Годичный параллакс звёзд является с математической стороны применением того же метода определения расстояний, но при большем базисе. Преподаватель прежде всего должен указать на практическую невозможность (из-за громадной удалённости звёзд) применять экваториальный горизонтальный параллакс. После этого он объясняет сущность годичного параллакса звёзд как такого параллактического смещения, базисом которого является среднее расстояние Земли от Солнца. Очень важно при помощи указанной в § 29 модели разъяснить учащимся характер параллактического смещения звёзд в зависимости как от их расстояния, что связано с большим или меньшим годичным перемещением, так и от положения по отношению к эклиптике (большая или меньшая сплюснутость описываемого звездой эллипса).

Вывод метода вычисления расстояний — такой же, как для экваториального горизонтального параллакса; поэтому в этом отношении трудностей не встречается. Так как собственно о расстояниях звёзд, согласно программе, речь идёт далее, то здесь следует указать расстояние до ближайшей звезды (в световых годах), не касаясь вопроса о принятых в настоящее время единицах звёздных расстояний.

Следует иметь в виду, что понятие годичного параллакса вскоре понадобится преподавателю при изложении системы Коперника и доказательства её правильности, причём изложение годичного параллакса можно перенести к теории Коперника.

43. Движение Луны и затмения

Смена лунных фаз известна учащимся по непосредственным наблюдениям, видимое же её движение по небесной сфере по большей части мало известно. Первой задачей преподавателя является изложение наблюдений, доказывающих видимое движение Луны и установление связи между сменой лунных фаз и этим передвижением. Удобнее всего начать изложение с указания положения Луны по отношению к Солнцу при различных её фазах; приведя затем наблюдения передвижения Луны по отношению к звёздам, перейти к изложению движения Луны вокруг Земли. При этом необходимо дать предварительное понятие об орбите Луны, её плоскости и точках пересечения её с эклиптикой, показав модель лунной орбиты.

Особенно тщательно следует объяснить смену фаз Луны, применяя для этого белый шарик, освещаемый лампой. Этот весьма обычный приём полезно несколько видоизменить, чтобы он был воспринят всеми учащимися. Действительно, показывая такой шарик, преподаватель, в сущности, демонстрирует для

учащихся не самые фазы Луны, а способ, которым их можно показать, так как учащиеся, сидя на своих местах, не могут видеть перемены освещения шарика. Поэтому надо, поставив яркую лампу с рефлектором на столе преподавателя, шарик переносить в разные стороны от сидящих на местах учащихся. Тогда ученики, оборачиваясь в разные стороны, будут видеть действительные перемены в освещении шарика (рис. 64).

Физические причины затмений известны учащимся из курса физики, однако, обычно эти сведения очень поверхностны.

Эти сведения нужно не только восстановить в памяти, но и исполнить объяснением астрономических условий (наличие полнолуния или новолуния и близости к узлу). С этой целью очень полезно показать учащимся описанную в § 28 модель системы Земля — Луна и при помощи её объяснить, что не всякое новолуние и полнолуние влечёт за собой явление затмения.

При описании лунных затмений следует указать и наглядно показать форму и размеры земной тени на Луне и при этом напомнить о значении вида этой тени для теории шарообразности Земли.

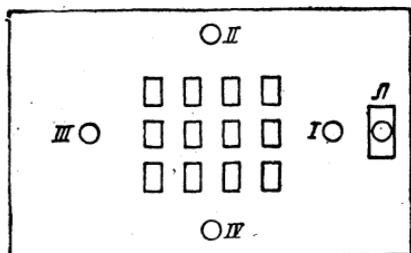


Рис. 64. Расположение шаров для объяснения фаз Луны.

При описании солнечных затмений очень полезно показать модель затмения, используя географический глобус и небольшой шар (например мячик). Движение тени от мячика при его движении и вращении глобуса даст учащимся лучшее представление об обстоятельствах видимости

солнечных затмений, особенно, если в качестве источника света использовать лампу, закрытую шарообразным абажуром из молочного стекла (для получения полутени).

При объяснении солнечных затмений следует дать элементарный подсчёт размеров лунной тени, показать и разъяснить карты затмений, воспользовавшись для этого картами прошлых затмений и 1954 г.¹⁾ Попутно следует объяснить и пепельный свет Луны, показав, как белый диск, отражая лучи лампы, даёт некоторое освещение затемнённой стороне мячика.

Непрерменно надо сопоставить религиозные представления о затмениях и научное объяснение их. Необходимо также указать на возможность с очень большой точностью предсказать и время затмения, и условия его видимости. В этом отношении полезно разъяснить вопрос, как, исходя от затмения данного года, вычислить дату какого-либо из бывших затмений (проверить результат по старым календарям) и ближайшего предстоящего затмения.

¹⁾ Такая карта есть в серии диапозитивов Моск. планетария «Солнечная система».

44. Солнечная система

Эта часть курса охватывает как историю развития взглядов на солнечную систему, так и все вопросы истинных и видимых движений планет. Тема заканчивается изложением закона тяготения и следствий из него.

Таким образом, этот раздел программы подытоживает первую половину курса и является вступлением ко второй половине. Отсюда вытекают и соображения об основной её установке — ввести учащегося в круг знаний о движениях во вселенной, ограничиваясь пока для данной темы механическими движениями. Но понятие о развитии взглядов на строение вселенной мы должны дать в исторической перспективе, выявляя связь развития научных взглядов с эпохой.

Подготавливаясь к этому разделу, преподаватель должен не только прочитать по имеющимся книгам историю астрономии этого периода, но и внимательно вчитаться в высказывания классиков марксизма об эпохе Возрождения и, в частности, о значении работ Коперника, Галилея и Кеплера. Следует предостеречь от голого, без пояснений, цитирования классиков марксизма, имея в виду, что подобное цитирование без пояснений будет мало полезно. Самое важное, чтобы преподаватель сам тщательно изучил эти высказывания и понимал их сущность.

Как уже было указано, изложение истории не следует отрывать от изложения теории. Сообщение результатов наблюдений передвижения планет надо связать с указанием на малую точность наблюдений древних, вследствие чего в первое время даже и несовершенные теории планетных движений не казались неправильными. При этом следует упомянуть о ложной науке — астрологии, поддерживавшей идеалистические учения о разделении вселенной на две части — земную и небесную. В то же время следует указать, что астрологи собрали богатый материал наблюдений.

При изложении теории Птолемея следует обратить внимание и на увеличение количества наблюдений, и на практическую необходимость улучшения астрономических теорий для ориентировки и счёта времени. Теория Птолемея должна быть представлена учащимся как весьма совершенное соединение и завершение древних наблюдений, дававшее для своего времени достаточно точные способы предвычисления положения планет, но построенное на трёх ложных основах:

- 1) центральное положение и неподвижность Земли;
- 2) кругообразность движений;
- 3) равномерность движений.

При переходе к теории Коперника следует кратко указать на общий подъём эпохи Возрождения и пересмотр старых принципов, на возросшие требования практики и несколько

улучшившийся материал наблюдений и необходимость поэтому пересмотра птолемеевской теории как с принципиальной стороны, так и с практической.

Коперник соединил с высоким математическим талантом понимание требований эпохи и совершил первый главный шаг, отказавшись от основного принципа древних с неподвижности Земли и тем самым разрушил основы идеалистического взгляда на противоположность земного небесному. Однако у Коперника ещё сохранились два вторых принципа: кругообразность и равномерность. Вызов церкви был брошен хотя и скромно, но весьма основательно, и, если церковь не восстала сразу против учения Коперника, то только потому, что все философские выводы из теории ещё не были сделаны, а практическая сторона

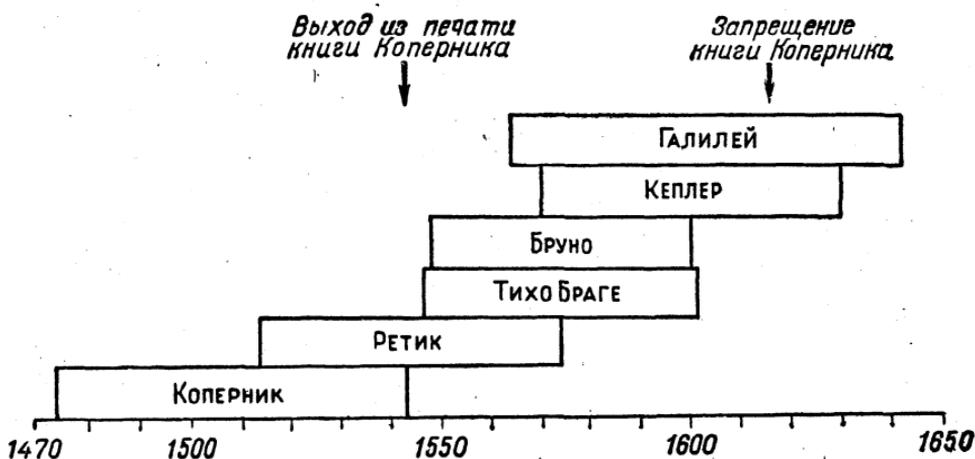


Рис. 65. Хронограмма эпохи великих открытий в астрономии.

была выгодна и для церкви (например, в вопросе календарного счёта времени).

При всяком изложении, словесном или книжном, приходится о каждом из учёных того времени говорить в некоторой последовательности (обычно: Коперник, Бруно, Галилей, Кеплер), между тем на самом деле некоторые из них работали почти одновременно, живя в разных странах и исследуя частные задачи новой коперниковской теории. Такое, по необходимости, изложение создаёт в умах учащихся неправильное представление о разобщённости этих деятелей: учащиеся обычно не так уж много обращают внимание на даты рождения и смерти их. В результате оказывается нередко, что понимание цельности работ той эпохи у школьников отсутствует. Одним из хороших способов наглядного представления может быть хронограмма (рис. 65), которую лучше всего заранее приготовить, включив в неё и портреты указанных в ней учёных.

Для цельности изложения необходимо коротко сказать, что до появления работ Бруно, ученик Коперника Ретик пропагандировал коперниканство, как путём издания своего «Первого рассказа», так и путём применения метода Коперника к вычислению таблиц планет.

Рассказывая трагическую историю Дж. Бруно, преподаватель должен подчеркнуть, что именно он выявил философскую сторону учения Коперника указанием на бесконечность вселенной и отсутствие разделения мира на «Землю» и «небо», но доказательства, основанных на новых наблюдениях, в то время ещё не было.

Галилей, давший эти доказательства и решившийся на печатную популяризацию теории Коперника, показал этим правильность теории, а следовательно, и выводов Бруно. Поэтому церковь не только организовала преследование Галилея, но и запретила самую книгу Коперника.

Переходя к работам Кеплера, следует обратить внимание учащихся, что к этому времени уточнение наблюдений (Тихо Браге) дало возможность Кеплеру разрушить два других принципа древности (кругообразность и равномерность) и что именно на материале наблюдений Марса это было всего легче сделать, так как Марс близок к Земле и расхождение его положений с предвычислениями на принципе кругообразности и равномерности наиболее заметно (вследствие большого эксцентриситета его орбиты). Нахождение Кеплером его законов привело его к выводу о причинности движения планет и таким образом создало базу для работы Ньютона. По хронограмме видно, что Кеплер работал почти одновременно с Галилеем.

Как уже было указано, изложения материалов программы и истории должны быть связаны, что особенно легко сделать, так как систематичность здесь вполне совпадает с историческим ходом.

Эта тема имеет весьма серьёзное значение для атеистического воспитания, так как не только даёт понятие о борьбе науки против религии за единое материалистическое мировоззрение, но и показывает, как наука всё глубже и глубже проникает в разрешение вопросов о движении небесных тел, начиная от траекторий движений и кончая выявлением причинности в этих движениях. Здесь особенно важно установление взаимодействия теории и практики, разъяснение влияния эпохи на требования теории, служащей для практики, и, наоборот, значение совершенствующейся техники для возможности построения теории.

Изложение должно быть начато с описания фактов, даваемых наблюдениями, т. е. с демонстрирования звёздной карты с нанесёнными на ней путями планет. При этом следует выбрать по крайней мере две планеты — Марс и Сатурн; к ним возможно присоединить и Венеру. Уже на этих рисунках,

отсчитывая экваториальные координаты, учащиеся могут увидеть, что петли, описываемые планетами, имеют различную величину; и это важно для дальнейшего изложения. Если учащиеся уже успели провести наблюдения передвижения какой-либо планеты по небу, то следует в связи с этой частью программы не только продолжить эти наблюдения, но и по возможности провести наблюдение другой планеты. Если таких материалов ещё не удалось собрать, то изложение послужит некоторым добавочным стимулом к проведению наблюдений.

При переходе к теории Коперника очень важно показать, что планетные петли, в сущности, являются своеобразным параллактическим смещением планет, изменяющим своё положение на небе из года в год лишь благодаря передвижению планеты по своей орбите.

Кроме того, следует иметь в виду, что петли планет не только обусловлены обращением самой Земли вокруг Солнца, но и наклоном орбит планет к эклиптике. (Если бы все орбиты находились в плоскости эклиптики, то планеты в своем видимом движении совершали бы лишь колебательные движения.) Таким образом, при изложении теории Коперника необходимо пояснить учащимся, что за основную плоскость при разборе движений планет мы принимаем плоскость орбиты Земли.

Демонстрации к этой части программы весьма важны. Поэтому понятие параллакса звёзд, необходимое к тому же, как доказательство теории Коперника, надо объяснить наглядно, пользуясь описанными выше моделями параллактического смещения звёзд.

Объяснение видимых планетных движений обычно ведётся при помощи чертежа на доске, на котором изображаются последовательные положения Земли и планеты и проводятся линии, намечающие положения планеты на небесной сфере. Это построение должно быть сделано очень тщательно, чтобы учащиеся не запутались в пересечениях линий. Полезно при этом применять разноцветные мелки. Это же объяснение возможно провести, пользуясь описанной выше моделью из лампочки и прикалывающихся на доску шариков.

Эти чертежи надо делать обязательно на классной доске и в последовательности их. Демонстрация готового диапозитива обилием линий и значков рассеивает внимание и последовательность мысли учащихся. Линий направления от Земли на планету вообще лучше не проводить: гораздо яснее будет, если, отметив на орбитах положения Земли и планеты для одного и того же момента, наложить на них линейку и по ней отметить видимое положение планеты на небесной сфере. Преподаватель, готовясь к этому уроку, должен для себя заранее построить такой чертёж с наиболее удачно подобранными положениями Земли и планеты и обозначениями. Бы-

вают случаи, что преподаватель, не подготовив чертежа, даёт совершенно неудачное изображение, которое не показывает смены прямого движения на обратное.

Чертёж в сущности не даёт полной картины потому, что он изображается на плоскости, а не в пространстве. Полное представление о происхождении петель даёт описанная в § 29 модель. Если учитель, упростив некоторые детали, сумеет сделать такую модель для своего астрономического кабинета, это облегчит значительно и восприятие школьников, и работу самого учителя.

Если такой модели нет, учитель обязательно должен дать объяснение петель, как следствие наклона¹ орбит. Для этого, когда уже основное объяснение дано, полезно показать чертёж на диапозитиве или специально заготовленный на листе бумаги.

Правильность теории проверяется её практическим применением и теми новыми выводами, которые из неё возможно сделать. Поэтому учитель должен кратко указать, что теория Коперника дала возможность вычислить относительные расстояния планет и дать понятие об этом на примере Венеры (наибольшая элонгация). Такого рода выводы являются косвенным доказательством правильности теории.

Прямые доказательства — годичные параллакс и абerrация. Из них явление годичного параллакса уже разъяснено и здесь остаётся только дать историческую справку о первом определении параллакса и величине его, добавив, что в настоящее время ещё более точные наблюдения дают всё новые и новые подтверждения.

Разъяснение явления абerrации при небольшом числе часов, отводимом на астрономию, дать невозможно. Однако, не рассказывая о самом явлении, должно указать, что существует и другое доказательство, притом же полученное из наблюдений раньше, чем первый параллакс.

45. Законы Кеплера

Законы Кеплера и закон тяготения Ньютона должны быть охарактеризованы с их астрономической стороны, как окончательный разрыв со старой геоцентрической теорией и переход от кинематики к динамике (вопрос о причинах движений планет занимал уже Кеплера).

Для разъяснения взаимного расположения плоскостей орбит очень полезно применить картонную или проволочную модель эллиптической орбиты, наклонной к плоскости эклиптики. Эта модель даёт наглядное представление о расположении орбиты и величинах, характеризующих её положение. Перечисление всех элементов орбит планет не является необходимым, но нельзя обойтись без представлений о перигелии,

наклоне орбиты и узлах, и поэтому показать их на модели необходимо.

При изложении законов Кеплера надо прежде всего дать ясное представление об эллипсе и тех его элементах, которые имеют значение в астрономии (a , b , e), вычертив эллипс обычным способом (нить, закреплённая концами в фокусах) и проведя два радиуса-вектора, чтобы показать эллиптические секторы.

На том же чертеже надо показать и дуги, проходимые планетами в равные времена, построив два эллиптических сектора одинаковой площади около перигелия и около афелия. Вообще формулировку 2-го закона Кеплера лучше начинать именно так, а не с формулировки, что площади пропорциональны временам.

Готовясь к этому уроку, преподаватель заранее должен проделать те небольшие вычисления, которые необходимы для этих демонстраций (т. е. вычислить истинную аномалию V для равных промежутков около перигелия и афелия).

Верность третьего закона показывается на табличке или путём непосредственного вычисления равенства отношений квадратов и кубов больших полуосей. В качестве практической задачи на этот закон лучше всего дать определение времени обращения Нептуна — это послужит для последующей части курса.

При изложении законов Кеплера преподаватель должен привести примеры наибольших эксцентриситетов орбит и обязательно напомнить о незначительном эксцентриситете земной орбиты.

Этим заканчивается изучение кинематической картины солнечной системы: прежде чем переходить к изложению закона тяготения, следует рассмотреть с учащимися соотношения расстояний и времён обращения в солнечной системе и при этом более обстоятельно разобрать условия освещения планет и их видимости с Земли, а также явление затмений спутников и прохождений нижних планет по диску Солнца. Последнее можно сделать или по чертежу, или по описанной уже модели.

46. Закон тяготения

Изложение закона тяготения является одним из важнейших отделов курса астрономии. Действительно, открытие закона тяготения закончило исследование планетных движений нахождением причины существования замкнутых орбит, привело к выводу о возможности существования гиперболических и параболических орбит и этим совершенно покончило с аристотелевским представлением о «совершенных» движениях и «совершенных» траекториях — окружностях.

При изложении существенно показать учащимся на примере

движения Луны вокруг Земли, что тяготение — не какая-нибудь взвездная сила.

Хотя вывод этот и даётся в курсе физики для восьмого класса, но его следует обязательно повторить и при том обязательно на историческом фоне, приведя описание того, как Ньютон подходит к выводу закона тяготения, и указав, что мысль о существовании закона обратной пропорциональности квадратам расстояний уже была высказана до Ньютона ¹⁾.

Большое значение вывода Ньютона именно в доказательстве, что центральная сила, движущая Луну, есть та же, которая действует и на поверхности Земли в виде «силы тяжести». Известно, что эта часть общей работы Ньютона была предметом недовольства церковных кругов, видевших в этом сведёние взвездного, «небесного» явления к самому обыкновенному материальному явлению.

Сущность вывода, как известно, заключается в том, что из ускорения силы тяжести вычисляется ускорение, существующее в точке, удалённой от Земли на расстояние Луны, в предположении о существовании такого закона, и сравнивается с результатом, полученным путём вычисления центростремительного ускорения при круговом движении. Совпадение (достаточно близкое) и явилось показателем правильности принятой закономерности. Высказывая этот взгляд, преподаватель должен обратить внимание учащихся на значение точного определения радиуса земного шара для проверки правильности вывода.

Необходимо указать, что, в сущности, закон тяготения уже содержится в законах Кеплера (см. у Энгельса «Диалектика природы». Партиздат, 1933, стр. 213).

Преподавателю при изложении надо предупредить возможность появления у учащихся ньютоновского представления о начальном толчке путём указания на вечность движения материи и вытекающую отсюда ненужность каких-либо начальных толчков.

Обобщение Ньютона об орбитах гиперболических и параболических необходимо проиллюстрировать показом этих кривых и указанием на орбиты комет.

Учащимся следует дать представление об элементах небесной механики. Введением к этому вопросу преподаватель должен сделать изложение истории открытия Нептуна и Плутона. Изложение следует начать с указания на соотношение масс Солнца и планет, вследствие которого по отношению каждой

¹⁾ Не следует рассказывать ученикам о яблоке, якобы приведшем Ньютона к открытию закона, о котором он «постоянно думал», по его собственным словам. Такой рассказ вреден тем, что он может создать в умах учащихся ложное представление о случайности открытия («А если бы яблоко не упало?», может явиться вопрос у школьника) и лёгкости его («достаточно посмотреть на падающее яблоко»).

планеты возможно вычисление эфемериды её без учёта влияния других планет. При этом следует обратить внимание на практическую необходимость знания точного положения Луны, планет и спутников Юпитера для определения долгот в открытом море. Указав таким образом связь этого вопроса небесной механики с практическими потребностями, преподаватель может дать общее понятие о возмущениях и привести фактический материал об открытии Нептуна и Плутона.

Сведения о задаче трёх тел и о наличии траекторий небесных тел, не относящихся к типу конических сечений, можно дать лишь очень кратко. После этого возможно затронуть вопрос относительно устойчивости солнечной системы и рассказать о результатах его разбора, приведших к выводу об устойчивости её на достаточно долгий период.

Если по условиям времени будет возможно рассказать о прецессии, то сделать это полезно, но обязательно с максимальной наглядностью (гироскоп, карта околополярной области с нанесёнными положениями полюса).

Изложение теории приливов должно быть кратким и поставлено так, чтобы учащиеся ясно поняли необходимость приливной волны и на стороне, противоположной той, где находится Луна. При этом не следует забывать, что приливы обусловлены не только Луной, но и Солнцем. Наглядное пояснение прилива можно дать моделью (рис. 51).

При изложении вопроса о приливах не надо забывать рассказать учащимся и о практическом значении этого вопроса для мореплавания и привести примеры этого применения в океанских портах СССР. В этом случае получается возможность показать, как теория тяготения, на первый взгляд далёкая от практики, служит вместе с геофизикой для предвычисления приливов. Такое же указание надо сделать и о значении гравиметрии для отыскания полезных ископаемых.

47. Понятие об астрофизике

Прежде чем излагать элементы астрофизики, преподаватель должен дать общее понятие о её методах. Это, конечно, не значит, что на вступительном занятии можно в подробностях рассказывать о фотометрии, спектроскопии и т. п.

Описание этих методов должно даваться в соответствии со знаниями учащихся, уже полученными из физики.

В VII классе учащиеся изучают элементы оптики, они знают о преломлении света, о свойствах линзы, о фотографии и о разложении белого света на цвета. Этого, конечно, недостаточно для знания учащимися устройства зрительной трубы и спектральных аппаратов и фотометрии, что необходимо для понимания достижений астрофизики.

Так как оптика в полном объёме средней школы проходится

в самом конце курса физики X класса, преподаватель астрономии вынужден рассказать и об устройстве трубы, и о фотометрии, и о спектроскопии. Но преподавание астрономии по большей части ведётся преподавателем физики и это несколько облегчает дело обучения. Конечно, совершенно невозможно подробно с математическими выкладками приводить все эти объяснения. Надо познакомить учащихся, на основе их знаний из VII класса, с применениями оптики в астрономии путём демонстраций несложных опытов и установок, причём преподаватель физики этим самым будет работать и для своего будущего курса. Необходимо составить из линз и зеркал (на оптической скамье) рефрактор и рефлектор и показать их действие.

На основе учения о разложении света на цвета, уже известного школьникам, следует рассказать и о спектральном анализе. Желательно это сделать с показыванием спектра на экране сначала непрерывного, а потом с натриевой линией испускания. Спектр дневного света (солнечный) нетрудно показать хотя бы с небольшим спектроскопом прямого зрения. С фотометром Жолли (парафиновые штабики) можно показать и зависимость освещённости от расстояния и указать наличие закона обратной пропорциональности квадратов расстояний.

Учащимся надо разъяснить, что, кроме определения направления луча света (сферическая астрономия), астрономия использует физические свойства светового луча, и таким образом получает возможность изучать поверхность светил, их атмосферы и эволюцию. Изложение следует связать со светилами, уже знакомыми учащимся из наблюдений.

Преподаватель должен рассказать о принципах устройства двух основных типов телескопов и при этом привести сведения о крупнейших в мире и в СССР телескопах. Именно в этом месте курса надо более подробно показать и объяснить экваториальную установку, как совершенно необходимую для астрофизических наблюдений.

После этого следует рассказать о применении фотографии к астрономии и показать несколько фотографий тех светил, которые учащиеся уже знают из наблюдений, обращая внимание учащихся на то, что фотография часто показывает детали, невидимые глазом даже в сильнейшие телескопы (в ультрафиолетовых лучах) и даёт возможность не только определять положение светил, но и соотношение их яркостей.

В этой части изложения очень полезно показать картину, изображающую одну и ту же область неба, как она видима невооружённым глазом, в небольшую трубу и при фотографировании большим инструментом.

Излагать подробно астроспектроскопию не следует: достаточно напомнить о трёх видах спектров, показать рисунок или фотографию какого-нибудь спектра и, если в кабинете есть спектроскоп, то и самый спектр. Так как учащиеся из предва-

рительного очерка вселенной уже знают, что звёзды — те же солнца, естественно сказать несколько слов о методах получения спектров звёзд и показать фотографии спектров, полученных с помощью призматической камеры.

48. Солнце

Изложение раздела о Солнце и планетах надо начать с напоминания о механической роли Солнца, как притягивающего центра, и соотношений размеров объёмов и масс планет. При этом следует поменьше вводить больших чисел и побольше наглядных представлений; необходимо показать картину соотношения размеров и использовать наглядные модели шариков, соответствующих размерам Солнца и планет.

Изложение, которое всегда должно исходить от фактов, полученных из наблюдений, естественно делится на две части: 1) описание вида Солнца в обычных условиях; 2) вид Солнца во время полного затмения и при помощи специальных спектроскопических инструментов. Можно с самого начала изложения показать две картины, соответствующие этим двум частям, чтобы далее, не разрывая изложения, рассказать всё содержание знаний о Солнце. Эти две картины (солнечное затмение лучше показывать в красках) следует обстоятельно разъяснить и познакомить школьников с теми наименованиями, которые учитель будет применять в дальнейшем, показывая их на рисунках: фотосфера, пятно и его части, гранулы, корона, протуберанец, хромосфера.

Самое описание Солнца преподаватель должен начинать с фактов, даваемых наблюдениями — с пятен, факелов, вращения Солнца. Наблюдения даже с элементарными средствами очень легко могут показать учащимся вращение Солнца (перемещение пятен). Главное внимание преподаватель должен обратить на изменение вида пятен, на постоянное движение на поверхности Солнца и, в связи с этим, дать понятие о грануляции и о движении гранул.

При описании пятен обязательно надо отметить историю их открытия и то значение, которое это открытие в истолковании Галилея получило в борьбе за теорию Коперника. При изложении периодичности пятен недостаточно дать картину кривой солнечных пятен за прошлые годы; очень хорошо, если преподаватель сможет сообщить учащимся данные о состоянии поверхности Солнца за последние годы и за текущий год (подъём или спуск кривой).

В настоящее время (1947 г.) число пятен и площади, ими занимаемые, значительно возросли: максимум несомненно приблизился и может быть в 1947—1948 гг. (рис. 66).

При изложении спектроскопии Солнца преподаватель должен обратить внимание только на основные элементы, входя-

щие в состав солнечной атмосферы, и дать общее понятие о количестве этих элементов в хромосфере. При этом не надо забывать об истории открытия гелия сначала на Солнце, а потом на Земле, и напомнить о практических применениях гелия.

Переход затем к солнечной короне и к протуберанцам весьма естественен. Этот переход надо дать, пользуясь набором картин. Изложение метода наблюдения протуберанцев довольно трудно; его можно начать с показа цветного диапозитива, то закрывая объектив проекционного аппарата красным фильтром, то открывая; школьники из этой демонстрации убедятся, насколько хорошо выявляются детали в монохромати-

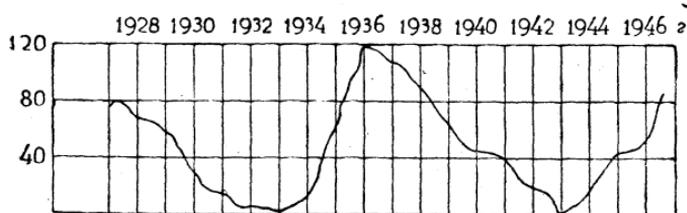


Рис. 66. Кривые последнего и текущего солнечных циклов.

ческом свете. Рассказывая о методе наблюдений протуберанцев, надо указать, что только спектроскоп даёт возможность вести наблюдения в таком узком участке спектра, который соответствует линии испускания протуберанцев, так как яркость фона неба при этом ослабляется.

По окончании такого изложения остаётся соединить отдельные сведения в одну общую картину процессов, развивающихся на Солнце, и на диапозитивах и в наглядных примерах дать представление о их масштабах.

При изложении сведений об энергии Солнца преподаватель должен надлежащим образом осветить вопрос об источнике этой энергии, дав представление о современных взглядах на этот вопрос и обратив внимание учащихся на значение исследований строения атома и ядерных реакций для создания теории внутреннего строения и излучения солнца.

За последнее время много сделано в изучении влияния Солнца на физические процессы на Земле (служба Солнца). Поэтому следует кратко рассказать не только давно уже известные действия солнечной активности на земной магнетизм и полярные сияния, но и о других, в частности, — о воздействии на радиопередачи. При этом преподаватель должен указать на достаточную исследованность этих связей, дающую возможность предусматривать влияния солнечной деятельности.

От этого вопроса о связи земной жизни с Солнцем естественно и полезно перейти к изложению использования солнечной теплоты, образцы которого имеются у нас в южной части СССР. Много останавливаться на этом вопросе нельзя по не-

достатку времени, но вкратце затронуть его полезно, предложив окончательную разработку в кружке. При этом следует сопоставить научный подход к вопросу об источниках энергии Солнца с религиозно-мистическим поклонением Солнцу, вылившимся в обожествление его (прямое или скрытое) в различных религиях.

Рассказ о Солнце и его значении для жизни Земли важен не только со стороны раскрытия процессов, происходящих на одной из звёзд, к которой мы так близки. Так как от солнечного излучения зависит и жизнь планет, то невозможно было бы рассказывать о них, не учитывая солнечное излучение.

49. Планеты

Раздел курса «Планеты» должен через представление различных стадий развития планет подвести учащихся к восприятию космогонических гипотез. С другой стороны, в этой теме преподаватель должен удовлетворить весьма большой интерес учащихся к вопросу об обитаемости планет.

Прежде чем описывать отдельные планеты, следует объяснить значимость данных о физических характеристиках планет: 1) смена сезонов (наклон оси к плоскости орбиты); 2) условия освещения Солнцем; 3) сила тяжести на поверхности планеты и вытекающая отсюда возможность существования атмосферы; 4) соотношения между объёмом (пропорциональным R^3) и поверхностью (пропорциональной R^2), что определяет отдачу теплоты планетой в пространстве и 5) наибольшие угловые диаметры (с Земли), определяющие возможности изучения деталей в трубу.

Это изложение лучше всего сделать, подготовив наглядные таблицы с рисунками и схемами, чтобы, не утомляя учащихся числами, дать им хорошие предпосылки к рассказу о планетах.

Самый рассказ о планетах можно вести так, чтобы выделить три группы планет: 1) с малоизвестными пока возможностями жизни на них; 2) с данными, указывающими на возможность жизни; 3) с данными наблюдений, опровергающими возможность жизни.

Такой порядок изложения имеет те выгоды, что даёт возможность объединённо рассматривать группы планет по физическим характеристикам (освещённость и её условия, наличие атмосферы). С другой стороны он, однако, не даёт полной уверенности в отнесении некоторых планет к определённой группе. Поэтому можно принять и иной (обычно и применяемый) порядок рассмотрения планет — в порядке возрастания расстояний от Солнца, что соответствует уменьшению освещённости.

Все эти сведения имеются в книгах академика В. Г. Фесенкова и Спенсер-Джонса (см. указатель литературы).

Более подробно можно остановиться на Меркурии, Венере,

Марсе, Земле, Луне, Юпитере и Сатурне, так как они наиболее исследованы и, в то же время, весьма разнообразны.

Особенно подробно, естественно, следует рассказать о планете Марс, которая хорошо исследована и о которой существует обширная литература не только астрономическая, но даже и беллетристическая. При описании Марса нужно указать на черты его сходства с Землёй и разницу в физических условиях, создающих суровую, но, в то же время, не исключаящую возможность жизни на Марсе, обстановку.

Последняя группа — Меркурий и Луна — тела, лишённые атмосферы. Вопрос о возможности жизни на планетах должен быть освещён соответственно с современными взглядами, в частности, в согласии с теорией Опарина, с которой преподавателю надо ознакомиться (см. библиографию).

Показав разнообразие жизни на Земле и разнообразие условий для жизни на планетах, следует указать принципиальную возможность жизни и её возникновения на небесных телах, подобных Земле, напомнив, что около многих звёзд уже открыты тёмные их спутники, подобные планетам. Надо объяснить точку зрения Энгельса (в противовес теории Аррениуса) на вечность жизни и рассмотреть, с точки зрения известных нам фактов о жизни на Земле, возможность жизни на планетах.

Энгельс говорит: «жизнь — это форма существования белковых тел, существенным моментом которой является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой и которая прекращается вместе с прекращением этого обмена веществ, ведя за собой разложение белка» («Диалектика природы», Партиздат, 1936, стр. 29).

Таким образом, преподаватель астрономии должен установить принципиальную возможность жизни на всех небесных телах, где есть, были или будут условия для существования белковых тел, и отсюда выделить частный случай существования высшей органической жизни, подобной земной, той, что существует на Земле, которой, собственно, главным образом и интересуются учащиеся.

Всё изложенное должно быть иллюстрировано соответствующими рисунками, желательно цветными. При объяснении способов наблюдений Марса, обнаруживших детали его поверхности, можно показать цветной диапозитив Марса и, закрывая объектив фонаря попеременно то красным, то синим стёклами, показать, как меняется видимость деталей на диске планеты.

50. Кометы и метеоры

В теме о кометах и метеорах надо объяснить физическую природу комет и изменения их хвостов, связь метеоров с кометами, а также опровергнуть всякого рода кривотолки, относящиеся к появлению комет и к метеорам. Начать изложение сле-

дует с рассказа об орбитах комет и после этого показать ряд картин, рисующих изменение вида кометы по мере приближения её к Солнцу. Основываясь на теории Бредихина, продолженной и углублённой в трудах С. В. Орлова, преподаватель разъясняет причину развития хвостов и их типы. При этом надо указать на большое число комет, которые ежегодно наблюдают астрономы и о которых, ввиду их малой яркости, сообщение в широкую печать обычно не поступает.

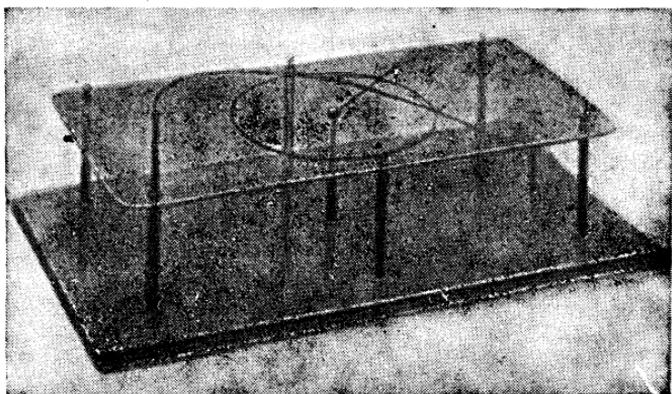


Рис. 67. Модель орбиты метеорного потока (по американскому каталогу ESSCO).

Это указание, а также возможность предвычисления появления некоторых комет, наблюдавшихся ранее, ярко обнаруживают нелепость взгляда на кометы, как на «небесное знамение». Следует рассеять и другую басню, о возможной гибели Земли от «столкновения кометы с Землёй», напоминая, что случаи прохождения Земли через хвосты кометы уже были и не повлекли за собой ничего особенного.

Изложение должно быть иллюстрировано картинками, среди которых желательно иметь фотографии комет на разных расстояниях от Солнца. С иллюстрациями следует излагать и описание метеоров и метеорных потоков. При изложении вопроса о метеорных потоках полезно показать модель орбиты метеорного потока, так как периодические повторения метеорных дождей не вполне ясно воспринимаются при обыкновенном изложении (даже и с чертежом). Очень хороша для этой цели модель американской фирмы ESSCO (Eastern Supply Company), сделанная из стеклянной пластинки и проволоки (рис. 67). Такую модель можно сделать из плессигласа, имеющегося в настоящее время в продаже.

В § 12 указано, что наблюдения метеоров возможно и желательно поставить в школе (наиболее подходящими являются весенние и осенние потоки).

51. Звёзды

Раздел курса о звёздной астрономии является важнейшей его частью: именно он даёт понятие о строении вселенной, о её бесконечности и вечности. И именно поэтому он должен быть дан учащимся тщательно подготовленным со всех сторон, с обоснованием наблюдениями и методами всех выводов этой части астрономии. Это обоснование должно быть старательно подготовлено и продумано: нельзя обойти молчанием некоторые прочно установленные выводы звёздной астрономии, но с другой стороны, нельзя их просто давать в той форме, в которой они вошли в науку. Необходимо каждому преподавателю, учитывая уровень класса, его качества со стороны математических и физических знаний, найти наилучшие варианты изложения. Звёздная астрономия в настоящее время идёт очень быстро вперёд и, как это всегда бывает в науке, некоторые новые исследования являются ещё предварительными; выводы из таких исследований иногда даже подлежат в дальнейшем пересмотру и исправлению.

Учитель, как это раньше было указано, должен постоянно находиться на уровне современных достижений науки, но включать новые научные сведения следует с большой осторожностью, перенося в преподавание лишь устоявшееся, как в смысле выводов, так и в смысле характеризующих их чисел. Преподаватель, например, должен указать, что в межзвёздном пространстве имеется материя, поглощающая свет отдалённых звёзд, и указать среднее значение поглощения (2,6 зв. вел. на килопарсек), но он не имеет ещё основания давать значение по различным направлениям.

Как уже было ранее указано, чисто догматическое изложение достижений науки таит в себе опасность необоснованности этих выводов и поэтому недостаточной устойчивости вытекающего из них миропонимания. Поэтому, особенно в столь важном отделе курса, следует всемерно избегать догматичности: тщательно разъяснять те понятия, на которых основываются выводы о строении звёздной вселенной, и всюду, где это доступно уровню знаний учащихся, приводить выводы или разъяснять методы выводов. Основные понятия, необходимые в этом отделе курса, таковы: параллаксы звёзд, видимая и абсолютная звёздная величина, цветность, спектр и температура звёзд, видимые и действительные их движения.

Изложение этой части следует начать с восстановления в памяти результатов общего знакомства с небом при наблюдении его, распределения объектов на группы и фиксирования внимания учащихся на блеск звёзд и на их распределении по небу относительно Млечного Пути. Способ определения расстояний до звёзд уже был разобран в разделе «Солнечная система». Основываясь на этом, преподаватель повторяет с уча-

шимися сущность метода, рассказывает результаты его применения в форме определения параллаксов, даёт определение и разъяснение принятых наукой единиц расстояний (парсек) и наглядного представления расстояний (световой год). При этом должен быть дан фактический материал в виде параллаксов ближайших звёзд и указания на наиболее далёкие звёзды, тригонометрические параллаксы которых определены. Таким образом учащиеся переходят от видимого распределения звёзд к истинному.

Этот переход очень важен: он, так сказать, окончательно разрушает мистическое представление о «тверди небесной».

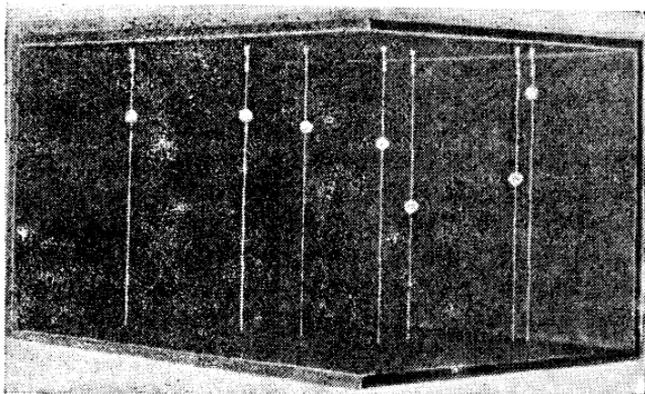


Рис. 68. Модель созвездия Большой Медведицы (по американскому каталогу ESSCO).

Поэтому полезно остановиться на этом, подчеркнуть и дать представление о подлинном и видимом распределении звёзд.

Очень хорошо сделать модель созвездия Большой Медведицы (рис. 68), используя данные о параллаксах её ярких звёзд. Демонстрирование этой модели с разных сторон наглядно покажет учащимся действительное распределение звёзд в пространстве. Очень хорошо также сделать пространственную модель ближайшей к нам части звёздной вселенной из шариков, окрашенных соответственно цветности звёзд. Такая модель, сделанная автором этих строк, значительно облегчила изложение этого вопроса.

Преподаватель, переходя к характеристике видимого блеска звёзд, даёт понятие о возможности вычисления абсолютного их блеска и дополняет материал, данный раньше, указанием на возможность обратного расчёта (от известного абсолютного блеска и видимого к определению расстояний).

Эту часть изложения следует сопроводить показом наглядных рисунков и моделей. Представление об отношении блеска различных величин можно дать уже указанным ранее способом. Что касается абсолютного блеска, то его можно продемонстри-

ровать, сделав две модели (малое отверстие с лампой позади) одинаковой яркости и показав их на разных расстояниях, а потом оба на одинаковом.

Подробного разбора собственных движений звёзд нет необходимости делать. Важно на примерах показать, что видимая неподвижность звёзд в созвездиях обусловлена лишь громадностью расстояний, при которых собственные движения заметны только при большой точности определения координат звёзд.

При этом следует обязательно обратить внимание учеников на собственное движение Солнца по отношению ближайшей части вселенной и представить наглядно движение Земли и планет в пространстве (по спирали). Одновременно с этим следует устранить неправильный вывод, который иногда делают учащиеся о том, что Солнце когда-нибудь «прилетит в созвездие Лиры». Это недоразумение легко устраняется указанием, что: 1) созвездия — лишь видимая конфигурация звёзд и 2) истинная траектория движения Солнца не прямолинейна и наблюдаемое направление есть лишь касательная к траектории.

Если учащиеся при общих наблюдениях звёздного неба заметили различие цветов звёзд и пронаблюдали характер их спектров, то переход к вопросам эволюции звёзд (в смысле знания основных фактов) не труден.

В случае отсутствия таких наблюдений (с цветностью звёзд учащиеся знакомятся в первом же наблюдении) описание связи цветов и спектров звёзд надо делать более подробно. В обоих случаях необходим показ картин, изображающих спектры звёзд. Нет необходимости приводить классификацию звёздных спектров; достаточно указать три основных типа, соответствующих красному, жёлтому и белому цветам, их основные характеристики и температуры атмосфер. В связи с этим очень полезно выставить в кабинете наглядную таблицу, изображающую типичные спектры, истинные размеры звёзд и их температуры. Так как об абсолютном блеске учащиеся уже имеют понятие, то это знание может быть использовано при изложении основ теории эволюции звёзд.

Изложение вопроса о возможной эволюции звёзд следует начать с рассказа об обнаруженных связях между абсолютным блеском и спектрами и указания на значительную разницу между абсолютным блеском красных звёзд. Изучивший свой класс преподаватель, конечно, сумеет определить, возможно ли по уровню знаний учащихся показать диаграмму Ресселла. Так как графический язык учащимся уже несколько знаком, то, в большинстве случаев, показ и разъяснение диаграмм только помогает усвоению.

Теорию гигантов и карликов следует обязательно подкрепить указанием на определения диаметров звёзд и дать наглядные представления размеров звёзд-гигантов и звёзд-карли-

ков. Сведения (надо дать табличку) о температурах их атмосфер помогут дать понятие о возможной эволюции звёзд. При этом следует указать, что разработка вопроса об эволюции звёзд наукой ещё не закончена и поэтому предполагаемый ход эволюции, может быть, не единственный из возможных. Самое существенное, чтобы учащиеся поняли, что переход от звёзд-гигантов к звёздам-карликам может происходить вследствие естественно протекающих процессов. О подробностях и особенностях в этом эволюционном ряду нет надобности говорить, но следует упомянуть о белых карликах, как о звёздах с исключительной плотностью материи.

Изложение сведений о переменных звёздах следует вести, также не вдаваясь в детали. Задача изложения заключается в том, чтобы показать изменчивость излучения от этих звёзд и дать ей объяснение. Особенно важно осветить принятую теорию цефеид и долгопериодических (мирид) и указать, что эти звёзды представляют собой пример закономерных процессов изменения излучения, а связь между периодом и абсолютным блеском даёт возможность определять их расстояния.

Объяснение переменности звёзд типа Альголя даёт возможность естественного перехода к двойным звёздам. Переменность звёзд можно показать на модели звёздного неба. Переменность звёзд типа Альголя можно продемонстрировать, обращая вокруг отдалённой маловольтной лампочки тёмный шарик или вторую лампочку. Расстояние в этом случае должно быть настолько велико, чтобы лампочки сливались в одну светящуюся точку.

Сведения о Галактике и «Большой вселенной» очень существенны и дают основу для представления о бесконечности вселенной. Изложение надо начать с рассмотрения распределения звёзд на небе относительно Млечного Пути и привести табличные данные, показывающие концентрацию слабых звёзд к Млечному Пути. Эта таблица даст возможность показать учащимся существование закономерности, а не хаотичности распределения звёзд в пространстве. Когда этот факт установлен, можно перейти к предположению, что закономерность эта обусловлена общей формой сильно сплюснутого шара. Пояснение правильности такого воззрения учитель может сделать, изобразив на доске этот эллипсоид в разрезе и проведя из точки внутри него (но не из центра) пучок прямых по разным направлениям. Из этого чертежа учащиеся убеждаются, что, если даже плотность распределения звёзд всюду одинакова, то длины отрезков, пересекающих эллипсоид, соответствуют получаемой из наблюдений видимой плотности звёзд. Таким образом устанавливается понятие о пространственной форме нашей звёздной системы и направлении на Млечный Путь, как на экваториальную плоскость системы. Полезно это пояснить наглядно при помощи двух менисковых поверхностей, сложенных краями.

Если преподаватель не имеет в своём распоряжении таких поверхностей, то можно сделать модель формы Галактики из глины или проволочного каркаса, обёрнутого ватой.

Когда учащиеся восприняли представление о направлении на Млечный Путь, как экваториальное сечение Галактики, должно перейти к разбору её строения. Надо прежде всего установить, что небесные объекты, концентрирующиеся к линии Млечного Пути, должны принадлежать к нашей звёздной системе, а не концентрирующиеся находятся вне её.

Во избежание путаницы в терминологии следует установить и объяснить два термина — «Галактика», как звёздная система, и «галактический экватор», как средняя линия Млечного Пути.

Показав на картинах и кратко описав основные образования, видимые на звёздном небе — светлые и тёмные туманности, звёздные скопления, спиральные туманности (о других внегалактических лучше не говорить, чтобы не загромождать память учеников), — учитель уже может выделить из них принадлежащие и не принадлежащие Галактике.

Затем, показав разветвления Млечного Пути на картинах и спиральные туманности в различных ракурсах, можно рассказать, что дало основания астрономам считать нашу Галактику спиральной туманностью, указать её размеры, положение в ней Солнца и наличие поглощения света.

В этой части изложения значительную помощь восприятию учащихся окажет демонстрация описанной выше модели Галактики. Краткое описание скоплений Галактик и расстояний до них даёт учащимся представление о том, до каких пределов известна нам вселенная в настоящее время. Именно это «в настоящее время» и следует подчеркнуть в изложении и дать понять, что успехи в строительстве новых более мощных телескопов всё время показывают новые и новые светила, так что «конца» вселенной не обнаруживается.

Полезно при этом указать, что поглощение света несомненно должно быть, но в меньшей мере, и в пространстве между спиральными туманностями. Поэтому существующие на очень далёких расстояниях спиральные туманности при современных средствах наблюдения не могут быть обнаружены.

52. Космогонические гипотезы

Изложение космогонических гипотез завершает преподавание астрономии. На основе предыдущего изложения оно должно дать учащимся убеждение в том, что во вселенной происходит непрерывно и вечно образование, развитие и разрушение отдельных небесных тел, что законы природы и знание небесных тел в их настоящем состоянии дают возможность науке с большей или меньшей точностью установить и пути возникновения и развития небесных тел.

В настоящее время вопросы космогонии в науке подвергаются коренному пересмотру. Бывшая некоторое время почти общепризнанной гипотеза происхождения солнечной системы Джинса-Джеффриса обнаружила столько противоречий, что уже не может быть признана безупречной. Выдвигаются новые гипотезы, вводящие новые факторы в рассмотрение всего этого вопроса (акад. В. Г. Фесенкова, акад. О. Ю. Шмидта и др.), но и эти гипотезы ещё не устоялись и в них имеются ещё некоторые не вполне ясные места.

При таком состоянии этого вопроса в науке изложение космогонии следует провести весьма вдумчиво, исходя от основных положений диалектико-материалистической философии, указывая достаточно твёрдо установленные частные теории (например, происхождение системы Земля — Луна по Дж. Дарвину) и всё нарастающий учёт факторов, влияющих на процесс развития небесных тел. Ни в коем случае не следует скрывать текущих трудностей: надо пояснить учащимся всю сложность и многообразие факторов, а также и то, что эти факторы переплетаются между собой и влияют друг на друга.

Нужно, чтобы учащиеся прониклись чувством удовлетворения и уважения к науке, сумевшей в такой сложной и трудной проблеме найти уже некоторые бесспорные решения и не перестающей совершенствовать свои методы.

Надо также обратить внимание, как знание строения материи (атома) помогает разбираться в вопросах излучения энергии (звёзды и Солнце) и в продолжительности существования отдельных небесных тел.

Вступлением к изложению гипотез должно быть указание: 1) на общее сходство природы некоторых групп небесных тел при разнообразии некоторых деталей их (планеты, звёзды); 2) на невозможность предположения, что они вечно пребывают в одном состоянии, что противоречит и всем нашим наблюдениям природы; 3) на естественное предположение, что заметные изменения протекают в длительные промежутки времени, намного превышающие своей продолжительностью жизнь всего человечества.

Это вступление надо иллюстрировать сводкой уже известных учащимся фактов и повторением уже показанных ранее картин. Именно в этой части уместно привести современные выводы о продолжительности жизни Земли, Солнца и всей солнечной системы.

В частности надо указать наблюдаемые в нашей солнечной системе общие закономерности (обращение и вращение, размеры планет, правило Тициуса-Бодде), наводящие на мысль о единстве происхождения планет.

Изложение гипотез следует вести в историческом порядке, так как важно укрепить у учащихся мысль, что космогонические гипотезы, не давая исчерпывающего ответа, иногда неся в себе противоречия, в то же время всё более совершенствуют-

ся и всё больше и больше охватывают всю сложность процессов развития звёздных и планетных систем.

При этом очень важно отметить, в чём именно состоит совершенствование гипотез, какие факторы, не учитывавшиеся ранее, начинают учитываться. Только при таком положении можно укрепить у учащихся то понимание гипотезы, которое дано Энгельсом («форма развития естествознания»).

Ранее уже было указано, какое громадное значение для воспитания диалектико-материалистического и антирелигиозного мировоззрения имеет понимание учащимися развития науки. Особенно это важно в разделе о космогонических гипотезах; надо изложить этот раздел так, чтобы никакой церковник не смог внести смущения указанием на несовершенство гипотезы или на появление новой гипотезы, опровергающей предыдущую. Преподаватель, готовясь к изложению этой части курса, должен очень внимательно проштудировать классиков марксизма не только по вопросам космогонии, но и по вопросам гносеологии, особенно учения Энгельса о гипотезах и абсолютной и относительной истине и не забывать приведённой уже раньше образной мысли Ленина о спиральном ходе развития науки.

Именно указанное выше изложение гипотез в историческом порядке их появления и даёт возможность преподавателям развить идею последовательного усовершенствования гипотез до настоящего времени в связи с общим прогрессом всех наук. Непрерывный прогресс науки, накапливание новых материалов наблюдений благодаря усовершенствованию техники инструментов, появление новых теорий в физико-математических науках — всё это даёт основание предполагать, что любая космогоническая гипотеза через некоторое время обнаружит расхождение с новыми открытыми фактами и вызовет создание новой гипотезы, ещё более удовлетворяющей данным наблюдений или исправление старой.

Для некоторых гипотез может наступить и такое состояние, когда они переходят в теорию. Такой переход в теорию в области космогонических гипотез, повидимому, произошёл для гипотезы происхождения системы Земля — Луна (Дж. Дарвин), так как число факторов в *этом* случае невелико. Для солнечной системы дело гораздо сложнее, факторов гораздо больше, связи их между собой многочисленнее, — поэтому ещё нельзя считать, что имеющиеся в настоящее время способы объяснения происхождения солнечной системы вполне совершенны и не требуют дополнений или изменений при открытии новых фактов. Преподаватель должен выявить это в своём изложении и в то же время показать, что космогонические гипотезы со времён Канта значительно улучшились именно вследствие учёта всё новых и новых факторов.

Выше уже было указано, что основные моменты совершенствования гипотез состояли в том, что сначала принимались во

внимание лишь механические изменения, затем в рассмотрение были введены факторы немеханического характера (теплота). Таким образом, ход развития научных космогонических гипотез таков: гипотезы Канта и Лапласа, приливная гипотеза Дж. Дарвина, гипотеза Джинса-Джеффриса. Гипотеза Дарвина, несмотря на то, что она разбирает лишь частные случаи, очень показательна: она характеризует собой новый этап развития гипотез — учёт приливного действия, которое с тех пор неизменно входит во все последующие гипотезы.

При изложении гипотез необходимо дать сопоставления научного и религиозного воззрений на этот предмет. С этой целью в самом начале исторического изложения следует дать короткий обзор, лишь вскрывающий основные бессмыслицы какого-либо из религиозных сказаний. Наиболее подходящим является изложение еврейско-христианского библейского сказания о сотворении мира.

Изложение гипотез следует начать с указания на первую гипотезу Бюффона и на противодействие ей со стороны церковников. Изложение гипотез Канта и Лапласа следует разделить так, чтобы указать философскую сторону, данную Кантом, который, по словам Энгельса, дал отставку теологии в области мироздания и показал, что и вселенная имеет историю, и в то же время рассказать о несовершенстве физико-математического толкования Кантом процесса развития солнечной системы. Гипотезу Лапласа следует тщательно изложить со стороны её механического содержания и указания на фактор охлаждения.

При этом уместно указать на известный ответ Лапласа на вопрос Бонапарта о роли божества («Гражданин первый консул, я не нуждался в этой гипотезе»). Изложение гипотезы Лапласа может встретить трудности со стороны недостаточного знания учащимися основ механики (сохранение суммы вращательных моментов). В этом случае полезно, может быть, прибегнуть к постановке соответствующей демонстрации.

Изложение гипотезы Дж. Дарвина, имеющей, как указано, историческое значение, следует начать с рассуждения о приливном трении и, как это делает сам Дарвин, продолжить разбор в глубь времён до момента соприкосания Земли и Луны. Приведя, таким образом, учащихся к необходимости такого состояния, надо показать модель опоида и повторить рассказ об эволюции в обратном порядке.

В гипотезе Джинса должно быть рассказано прежде всего о происхождении спиральных туманностей. Начать следует с демонстрирования фотографий внегалактических туманностей в последовательном порядке; очень желательно показать две соседние спиральные туманности. При этом, разбирая процесс выхода материи, выделить понятие изохронности ветвей спирали. Для большей чёткости чертёж следует делать цветными

мелками. Что касается гипотезы происхождения солнечной системы, то о ней необходимо рассказать постольку, поскольку она использует приливные взаимодействия и разъяснить ее частные (механические) и общие (малая вероятность сближения) невязки.

Описывая в последовательном их развитии главные космогонические гипотезы, преподаватель должен относительно каждой указывать как на её положительные стороны (введение новых факторов), так и на неувязки, показывающие, что ещё не все причины учтены.

Следует охарактеризовать и современное состояние кратким описанием гипотезы В. Г. Фесенкова (введён фактор внутриаомных реакций) и О. Ю. Шмидта (введён фактор галактического движения Солнца). После этого подвести итог почти столетней работы, выяснившей столь много и давшей некоторые совершенно бесспорные выводы.

В заключение курса преподаватель должен, напомнив сведения о строении вселенной и основываясь на только что проведённом обзоре космогонических гипотез, сделать вывод о бесконечности вселенной в пространстве и вечности во времени, помня слова Энгельса: «Вечно повторяющееся последовательное появление миров в бесконечном времени является только логическим королларием¹⁾ к одновременному сосуществованию бесчисленных миров в бесконечном пространстве».²⁾

Методика астрономии, разработанная в старой школе, почти совсем не занималась проблемами астрофизики. Главные проблемы методики астрономии в советской школе состоят в разработке методов преподавания астрофизики и связанных с ней наблюдений.

Будем надеяться, что советская педагогика и учительство обратят на это внимание и дадут ряд интересных и нужных опытов и работ именно в этой области.

1) Королларий — необходимое последствие.

2) «Диалектика природы», Партиздат, 1933, стр. 99.

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

Этот указатель имеет целью помочь преподавателю в подборе литературы при его текущей повседневной работе, а также и тем преподавателям — научным работникам в области методики, которые пожелали бы заняться разработкой каких-либо вопросов методики астрономии. Поэтому в указателе имеются заглавия книг и статей как послереволюционных, так и дореволюционных, отображающих идеи прогрессивного учительства и не потерявших значение и до настоящего времени (особенно в области постановки и оборудования наблюдений и классных занятий).

В отделе оборудования приведены все известные мне материалы, так как неоднократно приходилось констатировать, что некоторые преподаватели, стремясь сконструировать какое-либо пособие по астрономии, придумывают то, что уже было придумано и разработано другими. Этот отдел может помочь изобретательству и предохранить от ненужной траты сил.

I. Библиографические сведения.

1. Астрономическая библиография. Отдел VII в «Русском астрономическом календаре». Изд. Нижегородского кружка любителей астрономии. Постоянная часть. 1930.

2. Книга о лучших книгах. Астрономия. Гос. библиотека им. Ленина. Госполитиздат. 1941.

3. К. Л. Баев, Астрономия. Программа чтения для занимающихся самообразованием. Гос. библиотечно-библиографическое издательство. 1940.

Подробный указатель рекомендуемой литературы по астрономии, составленный С. А. Шорыгиным, приложен к книге П. И. Попова, К. Л. Баева, Б. А. Воронцова-Вельяминова и Р. В. Куницкого, «Астрономия». Подробный указатель, составленный В. А. Шйшаковым, имеется в «Общедоступном астрономическом календаре», выпускавшемся в 1945 году Московским планетарием. Краткие списки литературы по отдельным отраслям астрономии содержатся в курсах астрономии, перечисленных далее.

Кроме того, ежегодные библиографические обзоры литературы по астрономии печатаются в переменной части «Астрономического календаря». Очень подробные указатели астрономической литературы, выходящей в СССР на всех языках, составляемые С. А. Шорыгиным, печатаются во всех номерах «Астрономического журнала», а рефераты на отдельные работы по астрономии помещаются в «Физико-математическом реферативном журнале».

В дальнейшем приняты следующие сокращённые обозначения: Всесоюзное астрономо-геодезическое о-во — ВАГО.

Горьковское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического о-ва — ГАГО.

«Русский астрономический календарь» — РАК (постоянная часть его — РАКП).

«Астрономический календарь» ГАГО — АК.
Журнал «Физика, химия, математика, техника в трудовой школе» — ФХТМ.
Журнал «Математика и физика» в средней школе — МИФ.
Журнал «Физика в средней школе» — ФВСР.
Журнал «Физика в школе» — ФВШ.
Объединённое Научно-Техническое Издательство — ОНТИ.
Государственное Технико-Теоретическое Изд-во — ГТТИ.
Издательство Академии Наук СССР — АН.
Издательство Главного управления Сев. морск. пути — СМП.

II. Общие вопросы астрономии и её история

- И. С. Астапович и В. В. Федьнский, Метеоры, АН, 1940.
К. Л. Баев, Коперник, Жургазобъединение, 1934.
А. Берри, Краткая история астрономии, ГТТИ, 1946.
С. Н. Блажко, Курс практической астрономии, изд. 2, ГИТТЛ, 1940.
С. Н. Блажко, Коперник, ГИЗ, 1926.
С. Н. Блажко и К. А. Цветков, Астрономия в военном деле, ГТТИ, 1934.
С. И. Вавилов, Исаак Ньютон, АН, 1943.
Сборник под ред. С. И. Вавилова, Исаак Ньютон, АН, 1943.
Б. А. Воронцов-Вельяминов, Курс практической астрофизики, ГТТИ, 1940.
Б. А. Воронцов-Вельяминов, Сборник задач и упражнений по астрономии, Учпедгиз, М, 1939.
Б. А. Воронцов-Вельяминов, Лаплас, Жургазобъединение, 1937.
Б. А. Воронцов-Вельяминов, Астрономия, Учебник для 10 класса, Учпедгиз, 1947.
Б. А. Воронцов-Вельяминов, Вселенная ГТТИ, 1947.
Г. Гурев, Системы мира, АН, 1940.
Г. Н. Дубошин, Введение в небесную механику, ГИТТЛ, 1946.
Н. И. Идельсон, Николай Коперник, АН, 1940.
С. А. Казаков, Курс сферической астрономии, изд. 2, ГИТТЛ, 1940.
Н. Н. Калитин, Лучи Солнца, АН, 1947.
П. Г. Куликовский, Ломоносов — астроном и астрофизик. Изд. Моск. Гос. Унив. 1947.
Б. Ю. Левин, Космогония Джинса и современная астрономия. «Природа» № 9, 1946.
Д. Я. Мартынов, Успехи астрофизики за последние годы «Природа» № 2, 1946 г.
А. А. Михайлов, Теория затмений, ГТТИ, 1945.
М. Е. Набоков и Б. А. Воронцов-Вельяминов, Астрономия. Учебник для 10 кл., Учпедгиз, 1943 г.
А. И. Опарин, Происхождение жизни (Различные издания).
С. В. Орлов, Природа комет, ГТТИ, 1944.
Н. Н. Павлов, Служба времени, Журн. «Советская наука», № 1, 1941.
Н. Н. Парийский, К вопросу о происхождении солнечной системы. Астроном. журнал XXI № 3.
П. П. Паренаго, Курс звёздной астрономии, ОНТИ, 1938, изд. 2, ГТТИ, 1946.
И. Ф. Полак, Курс общей астрономии, ОГИЗ, 1939.
П. П. Паренаго и Б. В. Кукаркин, Переменные звёзды и способы их наблюдений, ОНТИ, 1938.
И. Ф. Полак, Общедоступная астрономия. Гостехиздат, 1944.
П. И. Попов, Общедоступная практическая астрономия, ГТТИ, 1946.
П. И. Попов, К. Л. Баев, Б. А. Воронцов-Вельяминов и Р. В. Куницкий, Астрономия. Учебник для высших педагогических учебных заведений, Учпедгиз, 1940.

Б. Е. Райков, Очерки по истории гелиоцентрического мировоззрения в России, АН, 1937.

Г. Н. Ресселл, Р. С. Дэган, Д. К. Стюарт, *Астрономия*, Томы I и II, ОНТИ, 1934 и 1935.

Г. Н. Ресселл, Солнечная система и её происхождение, ГТТИ, 1941.

Г. Спенсер Джонс, Жизнь на других мирах, Гостехиздат, 1946.

Э. Стрёмгрен и Б. Стрёмгрен, *Астрономия*, ГТТИ, 1941.

В. Г. Фесенков, *Общая астрономия*, Гостехиздат, 1946.

В. Г. Фесенков, *Космогония солнечной системы*, изд. АН СССР, 1944.

В. В. Шаронов, *Марс*, изд-во АН СССР, 1947.

О. Ю. Шмидт, Новая теория происхождения Земли, *Журн. «Природа»* № 7, 1946.

Статьи по текущим вопросам астрономии печатаются в журналах: «*Астрономический журнал*», «*Наука и жизнь*», «*Природа*».

III. Общеметодические вопросы.

Энгельс, *Диалектика природы*.

Энгельс, *Анти-Дюринг*.

Ленин, *Материализм и эмпириокритицизм*, Госполитиздат, 1940, 1946 или *Соч.*, том XIII.

История ВКП(б), *Краткий курс*, 1938, гл. IV, стр. 99—127.

Бобынин, *Очерк истории физико-математических знаний в России*, М, 1886—1893.

Дрентельн, *Из бесед с учащимися*, «*Задруга*», М, 1919.

А. Ф. Ларионов, *Астрономия на войне*, ФВШ № 2, 1941.

Г. А. Михайлов, *К вопросу об астрономии в средней школе*, ФВШ № 3, 1941.

М. Е. Набоков, *Астрономия в десятой группе средней школы*, РАК, 1934.

М. Е. Набоков, *Физика в неполной средней и средней школе*, Учпедгиз, 1934 (стр. 21—43 содержат указания учебных пособий по астрономии).

М. Е. Набоков, *Основы астрономии в средней школе*, газета «*За коммунистическое просвещение*», № 140, 1937.

М. Е. Набоков, *Астрономия как учебный предмет в средней школе*, «*Мироведение*», № 6, 1937.

М. Е. Набоков, *Положение астрономии в средней школе*, ФВШ № 1, 1941.

П. И. Попов, *Состояние астрономических знаний в школе в связи с подготовкой к преподаванию астрономии на 10 году обучения*, МИФ № 1, 1934.

П. И. Попов, *Введение астрономии в среднюю школу и работа Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического о-ва*, «*Мироведение*» № 5, 1937.

П. И. Попов, *Астрономия в школе в 1938/39 учебном году*, ФВШ № 4, 1938.

Д. Ройтман, *Несколько мыслей о наглядном преподавании космографии*, «*Природа в школе*» № 7 и 10, 1906.

Д. Ройтман, *Несколько мыслей о наглядном (практическом) преподавании первых начал астрономии на низших ступенях школьного обучения*, *Педагогический сборник*, январь 1901.

В. Т. Тер-Оганезов, *О преподавании астрономии в средней школе*, «*Мироведение*» № 2, 1937. «*Астрономия в средней школе*», «*Мироведение*» № 6, 1937.

В. А. Шишаков, *Об астрономии в средней школе*, ФВШ № 6, 1941.

Труды Первого всероссийского съезда преподавателей физики, химии и космографии, 1916, «*Материалы по реформе средней школы*», СПб, 1915.

Труды Всероссийского совещания преподавателей физики, химии и космографии 1917 (5—9 июня в Москве), изд. т-ва В. В. Думнов, 1918.

IV. Частнометодические вопросы.

К. Л. Баев, Исторический и антирелигиозный элемент в преподавании астрономии в школе, «Мироведение» № 6, 1937.

К. Л. Баев, Астрономический кружок в школе и работа в нём, ФХМТ № 2, 1929.

В. А. Бронштейн, Как ведётся преподавание астрономии в средних школах Москвы, «Мироведение» № 6, 1937.

А. Г. Беренс, Методическое пособие по физической географии, Учпедгиз, 1935.

М. Е. Набоков, Служба времени в школе, ФХМТ № 4, 1932.

М. Е. Набоков, Астрономические темы летних дальних экскурсий, ФХМТ № 1, 1900.

М. Е. Набоков, Астрономические кружки, сборник «Программы кружковых занятий в школе», Управление начальной и средней школы, 1935.

М. Е. Набоков, Обучение школьников ориентировке по небесным светилам, ФВШ № 1, 1941.

В. И. Прянишников, Пропаганда астрономических знаний, АК, 1925.

В. И. Прянишников, Вечера занимательного мироведения, Изд. «Работник просвещения», 1930.

А. Половинкин, Форма и величина Земли, «География в школе» № 1, 1935.

П. И. Попов, Методические указания для заочников к программе по курсу астрономии и математической географии для географических факультетов, Наркомпрос РСФСР, 1939.

Н. Е. Попов и К. Гаффаров, Гипотезы звёздной эволюции в школе, ФВШ № 3, 1941.

П. Г. Терехов, Об одной ошибке при объяснении времён года. «География в школе» № 2, 1936 г.

М. В. Усков, Математическая география в начальном курсе, Изд. Луковникова, 1914.

А. И. Самгин, Планетарий в помощь преподавателю физики, ФВШ № 6, 1940.

С. И. Селешников, Школьный астрономический кружок, ФВШ № 1, 1939.

М. В. Усков, Математическая география в начальном курсе (очерк методика математической географии для I-й ступени трудовой школы), Госиздат, 1923.

«География в неполной средней и средней школе» (инстр. метод. материалы), Наркомпрос РСФСР, 1936.

V. Оборудование преподавания.

а) Статьи об учебных пособиях.

Александров, Приборы для публичных чтений по космографии, «Вестник опытной физики и элементарной математики», 1904.

А. И. Баранов, Школьный астрономический городок, Гиз, 1925.

В. Черкасов и Е. Галайская, Самодельные приборы в помощь преподавателю физической географии, «География в школе» № 4, 1936.

Е. Горячкин, Установка для демонстрации петлеобразных движений планет на небесном своде, ФХМТ № 5, 1931.

Геллер, Небесный глобус, заменяющий подвижную карту звёздного неба, МИФ № 4, 1934.

О. Догадкин, Маятник Фуко, ФВШ № 6, 1940.

Дубровский, Простые физические приборы и наглядные пособия по космографии, 1910.

Л. В. Кандауров, Подвижная карта звёздного неба для первоначального знакомства с созвездиями и движением небесной сферы по си-

стеме Л. В. Кандаурова, ФХМТ № 1, 1931.

Л. В. Кандауров, Звёздная карта, МИФ № 5, 1935.

Л. В. Кандауров, Экваториальная солнечная рама (часы и календарь), РАК, 1916.

Л. В. Кандауров, Новая конструкция теллурия, РАК, 1917.

Л. В. Кандауров, Теллурий, РАК, 1929.

Л. В. Кандауров, Новая модель теллурия, ФВШ № 1, 1939.

Л. В. Кандауров, Опыт объяснения времён года и применяемые при этом пособия, «География в школе» № 4, 1935.

Л. В. Кандауров, Вертикальный теллурий, ФВШ № 3, 1939.

Н. Каменщиков, Опыт Фуко в б. церкви, изд. «Прибой» Л. 1931.

Ламишнин, Пособия по астрономии, ФВШ № 6, 1937.

Манг, Теллурий-лунарий, Руководство, 1909.

С. Г. Липилин, О маятнике Фуко в средней школе. ФВШ № 3, 1941.

«Московский планетарий». Сборник статей к 5-летию работы, ОНТИ, 1936.

«10 лет Московского планетария». Сборник статей, «Московский рабочий», 1939.

М. Е. Набоков, Модель звёздного неба, ФХМТ № 3, 1931.

М. Е. Набоков, Самодельные модели и приборы к курсу астрономии, МИФ № 4, 1934.

М. Е. Набоков, Наглядный астрономический календарь, ФХМТ № 6, 1930.

М. Е. Набоков, Начальные звёздные карты, ФХМТ № 5, 1928.

М. Е. Набоков, Школа и планетарий, «За коммунистическое воспитание» № 1, 1932.

М. Е. Набоков, Модель солнечной системы, ФВШ № 2, 1937.

Н. Е. Попов, Время местное и поясное, ФВШ № 3, 1939.

Н. Е. Попов, Несколько самодельных наглядных пособий по астрономии, ФВШ № 2, 1938.

Н. Е. Попов и К. Гафаров, Прибор для демонстрации диаграммы Ресселля, ФВШ № 3, 1941.

А. М. Смирнов, Пособия по астрономии в помощь учителю средней школы, Учпедгиз, 1936.

А. М. Смирнов, Светящаяся звёздная карта. Газета «За коммунистическое просвещение» № 100, 1935.

И. И. Старостин, Картографические проекции в элементарном изложении, Наркомпрос РСФСР, 1941.

М. Ф. Фёдоров, Модель солнечного затмения, ФВШ, 1940.

К. Н. Шистовский, Астроскоп — прибор для наглядного изучения астрономических вопросов, ФХМТ № 4, 1929.

К. Н. Шистовский, Новости техники в Моск. планетарии, «Мироведение» № 6, 1936.

Звёздные часы. Одесское областное отделение ВАГО (Одесса, парк Шевченко).

б) Печатные наглядные учебные пособия.

К. Л. Баев и А. Н. Высотский, Атлас картин по астрономии, изд. Сытина, 1914.

К. Л. Баев и Е. М. Гинзбург, Строение вселенной. Атлас с объяснительным текстом, Изд-во «Красная газета», Л., 1939.

«Вселенная». Альбом наглядных пособий, Составил В. А. Шишаков, с прилож. методической брошюры, Госкультпросветиздат, 1945.

Наглядные пособия по естествознанию. Серия «Астрономия», девять выпусков на темы: Луна, Планеты, Кометы, Падающие звёзды, Мир звёзд (сост. В. А. Шишаков); Земля — планета, Солнце, Солнечные и лунные затмения (сост. К. Н. Шистовский); Время и календарь (сост. Я. И. Шур), Госкультпросветиздат 1946 г.

Г. А. Гурев, Астрономия в картинах, Атлас с объяснительным текстом, ГАИЗ, 1939.

Г. Г. Ленгауэр, Восход и заход Солнца, изд. Дома занимательной науки, Л. 1940.

Г. Г. Ленгауэр, Фазы Луны на сто лет, изд. Дома занимательной науки, Л. 1939.

С. В. Орлов, Солнечные и лунные затмения, Методическое пособие для преподавателей, Учпедгиз, 1934.

А. В. Павша, Телескоп и микроскоп (3 таблицы).

Подвижная карта северного звёздного неба, изд. Дома занимательной науки, Л. 1939.

И. Старостин, Поясное время, методическое пособие для преподавателей, Учпедгиз, 1934.

В. А. Шишаков, Наука и религия о строении и происхождении мира, серия картин, ЦС СВБ СССР, три издания: 1936, 1937, 1939.

В. А. Шишаков, Необыкновенные небесные явления в свете науки, серия картин, ЦС СВБ СССР, два издания: 1936, 1938.

В. А. Шишаков и В. И. Шафиркин, Вселенная в свете науки. Альбом-серия плакатов, изд. Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Галилео Галилей, плакат, издание Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Небесные явления в свете науки, серия фотоиллюстраций, ЦС СВБ СССР, три издания: 1936, 1937, 1939.

В. А. Шишаков, Наука и религия о строении и происхождении мира, фотосерия, издание ЦС СВБ СССР, 1941.

В. А. Шишаков, 20 портретов выдающихся учёных, с краткими аннотациями, Моск. планетарий, 1940.

В. А. Шишаков, Великие люди науки. Серия портретов 24 учёных, астрономов, математиков и физиков. 2-е издание Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Наука и религия о строении и развитии мира, фотосерия, Госкиноиздат, 1941.

в) Серии диапозитивов на стекле.

В. А. Жекулин, Небо религии и небо науки, изд. Моск. планетария, 1941.

В. А. Жекулин, Астрономия и состроительство, изд. Моск. планетария, 1940.

А. Ф. Ларионов, Земля-планета, изд. Моск. планетария, 1940.

М. Е. Набоков, Солнечная система, изд. Моск. планетария, 1946.

М. Е. Набоков, Лунные и солнечные затмения, 1938.

М. Е. Набоков, Звёзды, 1938.

В. А. Шишаков, Небесные явления в свете науки и религии. ЦС СВБ СССР, завод «Диафото», несколько изданий: 1936—1941.

В. А. Шишаков, Наука и религия о строении и происхождении мира, ЦС СВБ СССР, завод «Диафото», несколько изданий: 1936—1941.

В. А. Шишаков, Наша планетная система, изд. Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Сказки о «небесных знаменьях» в свете науки, изд. Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Великий учёный Галилей и его борьба за научное мировоззрение, к 375-летию со дня рождения, изд. Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Основположник русской науки М. В. Ломоносов, (К 175-летию со дня рождения), изд. Моск. планетария, 1939.

В. А. Шишаков, Прошлое, настоящее и будущее Земли, изд. Моск. планетария, 1941.

В. А. Шишаков, Затмение Солнца 21 сентября 1941 года, изд. Моск. планетария, 1941.

В. А. Шишаков, Звёзды (по программе астрономии средней школы), завод «Диафото», 1940.

В. А. Шишаков, Форма и движения Земли. «Диафото», 1941.

В. И. Шафиркин, Звёздный мир, изд. Моск. планетария, 1940.

В. И. Шафиркин, Было ли начало и будет ли конец мира, изд. Моск. планетария, 1941.

г) Д и а ф и л ь м ы.

В. А. Шишаков, Небо религии и небо науки (132 кадра), изд. ЦС С В Б СССР, 1934.

В. А. Шишаков, Наука и религия о строении и происхождении мира, ЦС С В Б СССР, четыре издания: 1936, 1937, 1938, 1940.

В. А. Шишаков, Небесные явления в свете науки и религии, ЦС С В Б СССР, шесть изданий: 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941

В. А. Шишаков, Происхождение солнечной системы, диафильм, 1940.

д) К и н о ф и л ь м ы.

«Земля в пространстве», «Земля вертится», «Солнце», «Тень Земли» (о затмениях), «Небесные гости» (о кометах и метеорах) — выпуски студии «Воентехфильм» 1945 г.; «Большая вселенная» — выпуск той же студии 1946 г.; «Полярные сияния» — студии «Ленфильм» 1946 г.; «Пулковская обсерватория» — выпуск студии «Ленфильм» 1939 г. (к столетию работы обсерватории).

VI. Астрономические наблюдения и практические работы

П. В. Албычев, Как самому сделать телескоп и подзорную трубу, 1927.

В. В. Андрианов, Руководство для первоначального ознакомления с небом. Нижний Новгород, 1919.

Д. А. Александров и Н. П. Шанин, Тетрадь для практических работ по элементарной астрономии для трудных школ, Учпедгиз, 1931.

Н. П. Барабашев, Экскурсионный справочник по астрономии.

С. Н. Блажко, Об установке параллактического штатива, РАК 1924 и 1925.

К. Г. Богданович, Любительские обсерватории, РАК 1928.

С. Будников, Самодельный телескоп и микроскоп, Детиздат, 1935.

С. К. Всехсвятский, Солнечное затмение 19 июня 1936 года и школьные наблюдения. Учпедгиз 1936. (То же к затмению 21 сентября 1941 года), Учпедгиз, 1941.

С. П. Глазенап, Правила для приближённой установки экваториалов, «Известия Русского астрономического общества», вып. IV.

А. Глазырин, Школьный телескоп из стёкол бинокля. МИФ № 5, 1935.

С. П. Глазенап, Определение времени и географической широты с помощью солнечного кольца, РАК 1907.

С. П. Глазенап, Другим и любителям астрономии, изд. 3. ОНТИ, 1936.

В. Граматичков, Устройство дешёвого параллактического штатива, РАК 1938.

Н. П. Каменщиков, Как наблюдать небесные светила, изд. «Красной газеты», Л, 1927.

Ф. Н. Красиков, Практические работы по математической географии в учительской семинарии. «География в школе» № 2, «Образование», 1914.

Лебедев-Симонов, Астрономический городок из самодельных приборов, изд. «Новая Москва», 1926.

Г. Г. Ленгауер, Карманный солнечный компас, часы, изд. Дома занимательной науки, Л, 1940.

Д. Д. Максотов, Телескоп для советской школы, журнал оптико-механической промышленности, № 4, 1939.

Д. Д. Максотов, «Новые катодиоптрические менисковые системы», Журнал «Техническая физика», т. XIII, вып. 3, 1943.

Д. Д. Максотов, «Телескопы». Журнал «Наука и жизнь» № 9, 1944.

А. А. Михайлов, Часы и время у любителя астрономии. РАК 1916.

- А. М. Медведев, Как изготовить оптические призмы и линзы, Госмашметиздат, М, 1932.
- С. В. Муратов, Зеркальный телескоп и его приготовление, научное книгоизд-во, Л, 1926.
- С. В. Муратов, Телескоп, его устройство и действие, Л, 1925.
- С. В. Муратов, Небесная фотография, Л, 1930.
- С. В. Муратов, Астрономическая труба из очковых стёкол, АК, 1946.
- М. Е. Набоков, Астрономический зонт, РАК 1926.
- М. Е. Набоков, Первоначальное знакомство с созвездиями, Учпедгиз, 1932.
- М. Е. Набоков, Солнечные часы в школе, ФВШ № 2, 1941.
- М. Е. Набоков, Служба времени в школе, ФХМТ № 4, 1932.
- М. Е. Набоков, Простой школьный астрофотометр, ФХМТ № 2, 1928.
- М. Е. Набоков, Ориентировочные звёзды, журн. «Краснофлотец» № 13—14, 1944.
- М. Е. Набоков, Астрономические наблюдения с биноклем, изд. 23, Учпедгиз, 1937.
- М. Е. Набоков, Солнечный квадрат, АК, 1937.
- М. Е. Набоков, Самодельный телескоп (Листовка «В помощь юному технику»), газета «Пионерская правда» 1937 г.
- М. Е. Набоков, Солнечное затмение 29 июня 1927 года и наблюдение его школьными средствами, ФХМТ № 1, 1927.
- М. Е. Набоков, Наблюдение солнечного затмения 19 июня 1936 года в школах, Центральный научно-исследовательский институт политехнического образования, 1936.
- М. С. Навашин, Инструкция к изготовлению самодельного рефлектора, бюллетень ВАГО № 4 и № 5, 1940.
- В. И. Прянишников, Как организовать наблюдение звёздного неба без приборов, Ленинградская областная экскурсионная станция и Астрономическая обсерватория Ленинградского государственного университета, Л, 1933.
- К. Д. Покровский, Путеводитель по небу, ГИЗ, 1923.
- П. И. Попов, Путеводитель для астрономических наблюдений в школе (печатается систематически в журнале «Физика в школе»).
- Н. Платонов, Практические занятия по начальной астрономии, изд. 2, ГИЗ, 1925.
- П. И. Попов и Н. Я. Бугославская, Солнечное затмение 19 июня 1936 года, МИФ № 1, 1935.
- Л. Рюдо, Астрономия на основе наблюдений, ОНТИ, 1935.
- М. А. Смирнова, Служба точного времени, ГИЗ, 1928.
- В. М. Соколова-Лосева, Задания по астрономии, изд. «Новая Москва», 1926.
- Н. И. Судаков, Астрофотография в средней школе, РАК 1918.
- Усков, Практические работы по начальному курсу географии, «География в школе» № 2, 1941.
- А. А. Чикин, Астрономическая труба из очковых стёкол, ГТТИ, 1932.
- А. А. Чикин, Отражательные телескопы, изд. Русского о-ва любителей мироведения, СПб, 1915.
- В. В. Шаронов, Который час? Научное книгоизд-во, Л, 1939.
- В. А. Шишаков, Простейший самодельный телескоп и наблюдения с ним, Моск. планетарий, изд. 2, 1947.
- В. Е. Штепан, Наблюдения метеоров с помощью бинокля, «Наука и жизнь» № 5, 1941.
- В. Яковлев, Как самому устроить астрономическую трубу и как наблюдать с ней, ГИЗ 1929.
- А. Б. Якобсон, Общедоступная астрономическая обсерватория и установка астрономических наблюдений, Петроград, 1915
- А. Б. Якобсон, Астрономические наблюдения для школ 1-й ступени и самообразования, «Работник просвещения» изд. 2, М, 1925.

VII. Календари, звёздные карты и атласы.

«Русский астрономический календарь», Постоянная часть, изд. 4 Нижегородский кружок любителей физики и астрономии, 1930.

«Русский астрономический календарь», (Ежегодник), Переменная часть, изд. Нижегородского кружка любителей физики и астрономии, впоследствии ГАГО (издавался с 1895 по 1934 г.).

«Астрономический календарь», (Ежегодник); Переменная часть, изд. ГАГО и Горьковского изд-ва (издаётся с 1935 г.).

М. Е. Набоков, Графический астрономический календарь на текущий год (печатается в журн. «Наука и жизнь»).

С. Гальперсон, Атлас Луны, изд. 2. Научное книгоизд-во, Петроград, 1922.

К. К. Дубровский, Карманный атлас звёздного неба. АК, 1946.

Г. Г. Ленгауэр, Карта Луны, изд. Дома занимательной науки, Л. 1941.

Подвижная карта северного звёздного неба, изд. Дома занимательной науки, Л. 1939.

Л. В. Кандауров, Звёздная грамота, изд. Московского планетария. Яков Мессер, Звёздный атлас для небесных наблюдений, изд. Риккера, СПб, 1901.

А. А. Михайлов, Подвижная карта звёздного неба. Научное книгоизд-во, Л. 1924.

А. А. Михайлов, Звёздный атлас, четыре карты звёздного неба до 40° южного склонения, содержащие все звёзды до $5\frac{1}{2}$ величины, изд. 2 Московского об-ва любителей астрономии. М, 1920.

А. А. Михайлов, Атлас северного звёздного неба, ГИЗ, 1920.

К. Д. Покровский, Звёздный атлас для всеобщего ознакомления с небом и систематических наблюдений, изд. 3, ГИЗ, 1923.

С. В. Щербakov, Ориентировка на небе и отыскание светил при помощи звёздной карты, РАК 1923.

С. В. Щербakov, Подвижная карта звёздного неба и её употребление, РАК 1896.

VIII. Адреса астрономических организаций, изготовляющих пособия.

1. Горьковское астрономо-геодезическое общество (ГАГО). Горький. Почтовый ящик № 24 (календарь).

2. Московское отделение ВАГО. Москва 9, п/я 1268 (Звёздный атлас).

3. Одесское областное отделение ВАГО. Одесса, парк им. Шевченко. Астрономическая обсерватория Одесского государственного университета (теллурий, солнечные часы, звёздные часы, звёздная карта).

4. Московский планетарий. Москва 1, Садовая Кудринская ул., д. 5 (диапозитивы, плакаты, литература).

ПРИЛОЖЕНИЯ

I. Графический астрономический календарь на 1948 г.

На чертеже счёт дат дан от правой руки к левой (соответственно направлению движения светил солнечной системы).

Чертёж разделён на полосы, отмеченные (слева) номерами.

№ 1. Отмечены четыре основные фазы и склонение Луны (оцифровки справа) и особо те новолуния и полнолуния, когда бывают затмения.

№ 2. Даты и число суток от начала года.

№ 3. Дано уравниение времени в виде истинного солнечного времени в средней местный полдень, а также моменты равноденствий и солнцестояний.

№ 4. Даны угол положения (P), гелиографическая широта центра диска Солнца (B) и долгота центрального меридиана (для 15 числа каждого месяца), причём изображено направление оси Солнца и вид солнечного экватора.

№ 5. Кривые блеска наиболее доступных долгопериодических переменных звёзд (блеск в звёздных величинах справа).

№ 6. Начало и конец времени метеорных потоков и место радианта (вверху — α , внизу δ).

№ 7. Карта экваториальной полосы неба, расположенная так, что под соответствующими датами, находятся значения, которые соответствуют моменту местной полуночи: это даёт возможность отсчитать звёздное время и вид южной части неба для любого часа ночи.

№ 8. Прямые восхождения Венеры, Марса и Юпитера для 1 числа каждого месяца. Проводя прямую вверх до пересечения с эклиптической, находим положение планеты. Области видимости Сатурна, Урана и Нептуна отмечены непосредственно на эклиптике.

№ 9. Левый прямоугольник — элонгации и соединения Меркурия, рядом — те же данные для Венеры. Справа — данные о противостояниях, соединениях, стояниях и видимых диаметрах планет (в секундах дуги).

II. Полуграфический расчёт видимости планет.

Преподавателю при планировании наблюдений необходимо знать вперёд положения планет на небесной сфере и их передвижения. Если «Астрономический календарь» не получен своевременно, то такой расчёт преподаватель может сделать сам: 1) вычислив приближённо гелиоцентрические долготы планет, 2) найдя графическим построением геоцентрические долготы, 3) отметив положение планет на карте экваториальной области небесной сферы.

I. Расчёт гелиоцентрических долгот планет ведётся по формулам, известным из курсов общей астрономии.

Для приближённого вычисления, достаточного для школьных целей, эти формулы можно значительно упростить, исключив вычисления E и прямо находя V по M из уравнения центра.

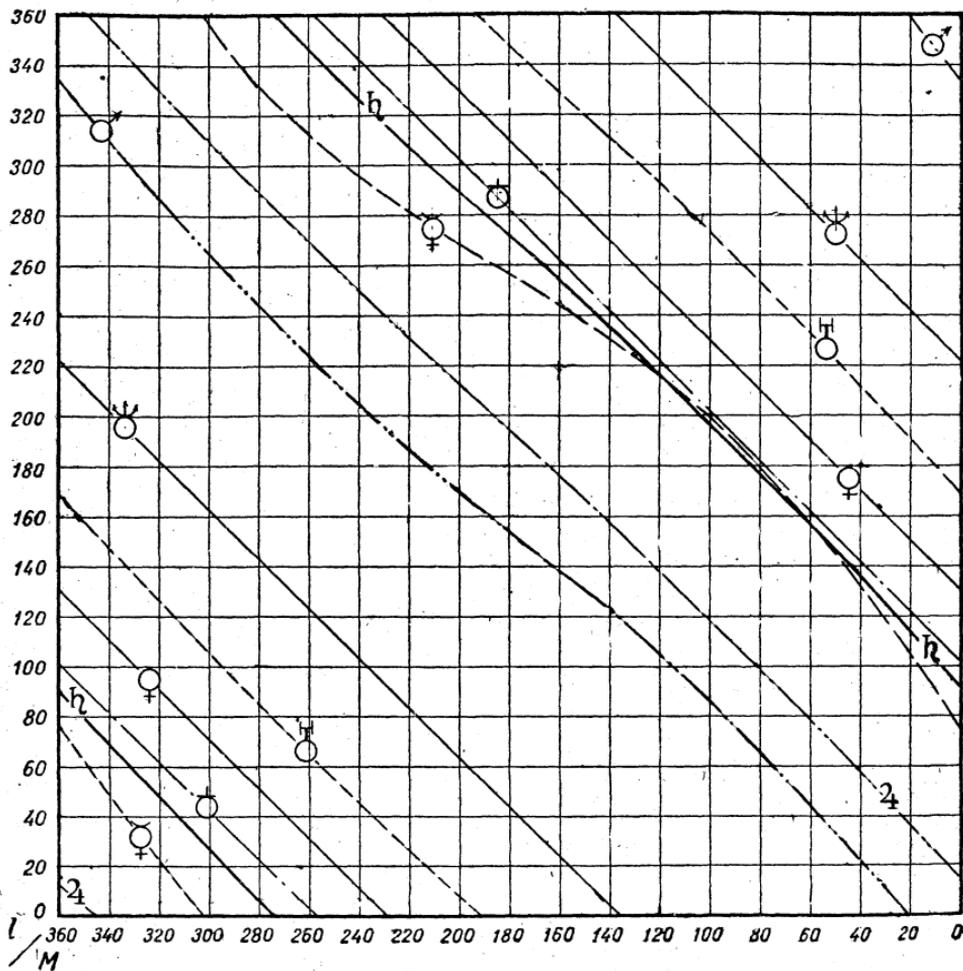


Рис. 70. Номограмма гелиоцентрических долгот (график).

Для замены всех этих вычислений графическим расчётом даётся чертёж (рис. 70), в котором по оси абсцисс отложены M , а по оси ординат l .

При этом, ввиду малости e и i для всех планет можно пренебрегать членом e^2 (для Меркурия $e^2=0,042$, для Марса $e^2=0,008$).

Имея t_1 для какого-либо ближайшего к искомому момента, находим M_1 . Если момент, для которого ведётся вычисление t_2 и соответствующее ему значение средней аномалии M_2 , то

$$M_2 = M_1 + \mu(t_2 - t_1),$$

где μ — среднее угловое движение планеты. Вычислив M_2 находим по графику l_2 .

Если преподаватель имеет «Астрономический календарь» за предыдущий год, то из него он может взять I_1 для конца предыдущего года (например 1947 г. для 1948 г.).

II. Вычерчиваем план солнечной системы с соблюдением эксцентриситетов орбит и подбором подходящего масштаба для IAE (астрономической единицы). Лучше всего иметь один готовый чертёж орбит планет до Марса включительно и другой от Юпитера и до Нептуна. Для первого IAE выгодно принять не менее 10 см, для второго — не менее 4 см. Соблюдение эксцентриситетов достигается тем, что орбита планеты вычерчивается в виде окружности, центр которой смещён относительно Солнца в сторону афелия на величину $C = a.e.$

На чертеже указывается направление на точку весеннего равноденствия (Υ) (рис. 71).

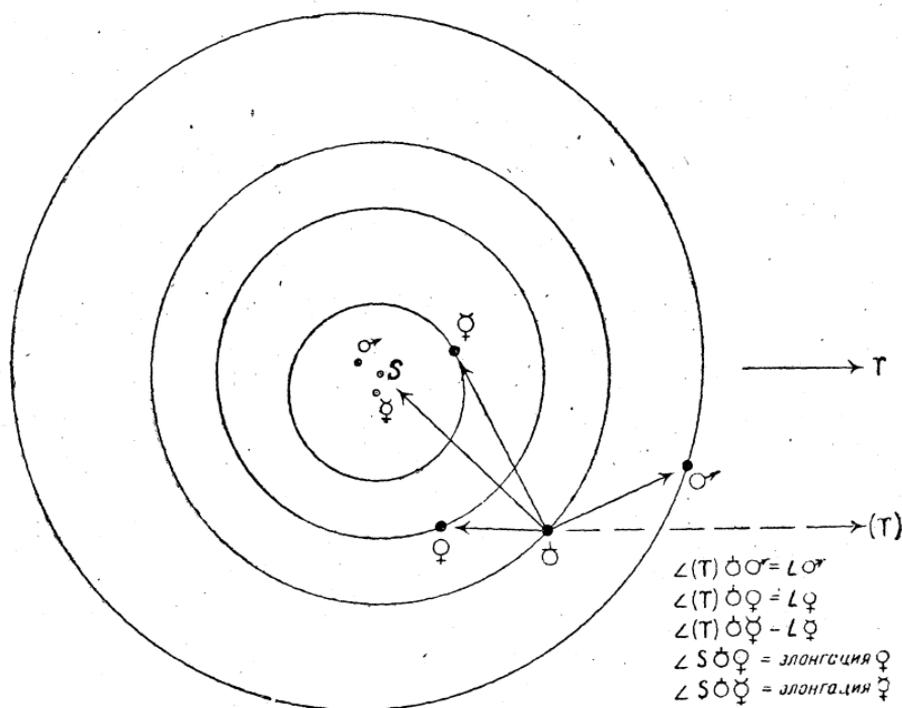


Рис. 71. Построение направлений гелиоцентрических долгот.

По гелиоцентрическим долготам Земли и планет отмечаем их положение на орбитах для требуемого момента и из точки, отмечающей положение Земли, проводим прямую параллельно $S\Upsilon$.

Из точки, где находится Земля, проводим лучи по направлению каждой планеты и измеряем их углы с направлением Υ — это и есть геоцентрические долготы L . Одновременно можно измерить и расстояния от Земли.

III. На карте экваториальной полосы небесной сферы по разметке долгот на эклиптике (такая карта даётся в «Графическом астрономическом календаре») по найденным геоцентрическим долготам планет отмечаем их положение на эклиптике.

III. Хронологический указатель по истории астрономии

	Дата.
Первые записи астрономических наблюдений у египтян, вавилонян и китайцев	за 3000 лет до н.э.
Несомненные записи астрономических наблюдений	800 > >
Первое (в Греции) предсказание солнечного затмения (Фалес Милетский)	585 г. > >
При помощи 19-летнего цикла упорядочен календарь (греком Метон)	440 г. > >
Разработана теория планетных движений на концентрических сферах (Эвдокс)	IV в. > >
Изложение взглядов на вселенную в книге „О небе“ (Аристотель)	IV в. > >
Определение размеров земного шара из измерений (Эратосфен)	III в. > >
Первые идеи о гелиоцентрической системе и попытка определения расстояния до Солнца (Аристарх)	III в. > >
Разработка теории эпициклов	I-I в. > >
Определение элементов движения Солнца и Луны и главного неравенства лунной орбиты. Обработка прежних наблюдений и открытие явления прецессии. Первый звёздный каталог (Гиппарх — величайший астроном древности)	II в. > >
„Альмагест“ — книга с изложением геоцентрической системы мира. Первый из дошедших до нашего времени звёздный каталог (Клавдий Птолемей)	II в. н. э.
Перевод на арабский язык сочинений Аристотеля и Птолемея	VIII и IX в. в.
Градусное измерение дуги между Тигром и Евфратом (Аль-Мамун)	827 г.
Астрономические (гакамитские) таблицы. Астрономические наблюдения в специально построенном здании	X и XI в. в.
Астрономические (альфонсинские) таблицы. Открытое выражение сомнения в правильности птолемеевой системы	1252 г.
Повторение наблюдений звёзд Птолемея в специально построенной (в Самарканде) обсерватории (хан Улуг-бек)	1394—1449 гг.
„Первый рассказ“ Ретика о системе Коперника	1540 г.
Выход в свет бессмертного сочинения Николая Коперника <i>De Revolutionibus Orbium Coelestium</i> (об обращениях планет)	1543 г.
Наблюдения движения Марса, точнеешие из полученных до изобретения телескопа (Тихо Браге)	конец XVI в.
„О бесконечности вселенной и мирах“ Джордано Бруно	1533 г.
Сожжение Джордано Бруно	1600 г.
Первый звёздный атлас с обозначением ярких звёзд буквами греческого алфавита (Байер)	1603 г.
Применение зрительной трубы к астрономическим наблюдениям, открытие солнечных пятен, лунных гор, фаз Венеры, спутников Юпитера и т. д. (Галилей, Шейнер, Фабриций)	1610 г. и след.

Открытие законов движения планет Кеплером	около 1620 г.
Суд над Галилеем	1633 г.
Изучение силы тяжести, установление простейших законов кинематики и динамики (Г а л и л е й, Г ю й г е н с)	XVII в.
Изобретение часов с маятником (Г ю й г е н с)	1656 г.
Изобретение триангуляции и применение зрительных труб к градусным измерениям (С н е л л и у с, П и к а р)	XVII в.
Определение скорости распространения света (Рёмер)	1675 г.
Установление закона тяготения. Возникновение теоретической астрономии (Н ь ю т о н)	1682 г.
Первое определение солнечного параллакса (Ж а н К а с с и н и)	1671 г.
Основание Гриничской обсерватории в Англии и составление первого большого звёздного каталога (Ф л е м с т и д)	1676 и 1725 гг.
Первый звёздный каталог южного полушария. Открытие периодических комет и собственного движения звёзд (Э д м у н д Г а л л е й)	1678, 1705 и 1718 гг.
Открытие аберрации света и развитие методики точных наблюдений (Б р а д л е й)	1728 г.
Космогоническая гипотеза Бюффона	1751 г.
Составление точных звёздных каталогов (Б р а д л е й, Л а к а й л ь, Л а л а н д)	1758 г. и след.
Космогоническая гипотеза Канта	1755 г.
Изобретение ахроматического объектива (Д о л л о н д)	1753 г.
Определение плотности Земли (М а с к е л а й н, К а в е н д и ш)	1774—1798 гг.
Возникновение небесной механики (Э й л е р, К л е р о, Л а г р а н ж, д'А л а м б е р, Л а п л а с)	Конец XVIII—начало XIX в.
Изготовление гигантских рефлекторов. Открытие орбитального движения двойных звёзд, движения Солнца. Изучение строения звёздной вселенной (В. Г е р ш е л ь)	Конец XVIII в.
Открытие Урана (В. Г е р ш е л ь)	1781 г.
Усовершенствованный хронометр (Г а р р и с о н)	1787 г.
Научно обоснованная космогоническая гипотеза (Л а п л а с)	1796 г.
Развитие методов определения кометных орбит (О л ь б е р с)	1797 г.
Начало специального производства точных измерительных приборов (Р е п с о л ь д)	1799 г.
Открытие первой малой планеты Цереры (П ь а ц ц и)	1801 г.
Усовершенствование ахроматических объективов и первое измерение длин волн линий солнечного спектра (Ф р а у н г о ф е р)	1806—1817 гг.
Измерение первого годового параллакса звезды (Б е с с е л ь)	1838 г.
Основание Пулковской обсерватории	1839 г.

„Астрономия невидимого“ — открытие существования спутников у Сириуса и Прочиона (Бессель)	1844 г.
Открытие Нептуна и составление таблиц движения планет (Лёверрье)	1846 г.
Открытие периодичности солнечных пятен (Швабе)	1851 г.
Составление каталога и атласа всех звёзд северного неба до 10-й величины и начало изучения переменных звёзд (Аргеландер)	1859 г.
Начало применения спектрального анализа (Кирхгоф)	1859 г.
Начало спектроскопии звёзд (Секки, Хёггинс)	1860 г.
Разработка способа наблюдать солнечные прогуберанцы вне затмений (Жансен и Локайер)	1868 г.
Разработка теории строения комет, (Бредихин)	1877 г.
Подробное изучение поверхности Марса и связи падающих звёзд с кометами (Скьяпарелли)	1877 г.
Развитие теории приливов и гипотеза образования Луны (Дж. Дарвин)	1879—1881 гг.
Первые идеи звёздной эволюции (Локайер и Лэн)	Около 1880 г.
Начало составления каталогов точной яркости и спектров звёзд, установление современной классификации спектров (Гарвардская обсерватория)	Около 1884 г.
Фундаментальный каталог звёзд (Босс) и начало работы по составлению фотографической карты неба	1887 г.
Применение принципа Допплера в астрофизике (Дунер)	1887 г.
Изобретение спектрогелиографа (Хэн, Деландр)	1892 г.
Начало развития звёздной статистики	Около 1900 г.
Открытие зависимости между периодом цефеид и абсолютным блеском их (Ливитт), определение параллакс цефеид	1908 г.
Обнаружение существования звёзд карликов и гигантов (Херцшпрунг и Ресселл)	1913 г.
Гипотеза эволюции звёзд (Ресселл)	1913 г.
Нахождение метода определения параллакс звёзд по их спектрам (Адамс и Кольшюттер)	1914 г.
Исследование системы звёздных скоплений (Шапли)	1918 г.
Космогоническая гипотеза Джинса	1919 г.
Первое измерение диаметра звезды интерферометром (Пиз)	1920 г.
Применение теории ионизации к объяснению звёздных спектров (Саха)	1921 г.
Открытие вращения Галактики (Оорт)	1924 г.
Открытие существования звёздных систем, подобных Галактике	1924 г.
Открытие планеты Плутон (Лоуелл и Тёмбо)	1930 г.
Открытие космического поглощения (Трёмплер)	1930 г.
Метод внезатменного наблюдения солнечной короны (Лио)	1930 г.
Определение размеров Галактики (Пласкетт)	1934 г.
Открытие невидимых (тёмных) спутников звёзд (Хольмберг)	1938 г.

Применение теории атомных реакций к объяснению источника энергии звёзд (Бэте)	1940 г.
Исследования природы комет (С. В. Орлов)	1941 г.
Разложение спиральной туманности на звёзды и обнаружение существования двух видов звёздных систем (Бааде) . .	1945 г.
Измерение размеров галактического центра (Джозель и Уайтфорд)	1945 г.

IV. Параллаксы главных звёзд созвездия Большой Медведицы

Обозначение	α	δ	π	m	Sp
α	164°23'	62°17'	0",027	1,95	K
β	163 57	56 55	0, 042	2,44	A
γ	177 9	54 15	0, 017	2,54	A
δ	182 37	57 35	0, 050	3,44	A_2
ε	192 24	56 30	0, 060	1,68	$A\rho$
ζ	199 58	55 26	0, 040	2,40	$A2\rho$
η	205 54	49 48	0, 005	1,91	B_3

При построении модели следует звезду η изобразить на картинной плоскости, так как её расстояние слишком велико. При средних размерах класса можно при построении модели принять 1 парсек равным 2 см.

Значения параллаксов, при любезном содействии проф. П. П. Паренаго, взяты из карточного каталога параллаксов Гос. астроном. института им. Штернберга (ГАИШ). Блеск звёзд и спектр (Sp) даны по Гарвардским каталогам.

Если преподаватель пожелает отразить в модели истинное соотношение блеска звёзд, то, по известной формуле, следует вычислить абсолютные звёздные величины их.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Глава I. Задачи и методы

1. Астрономия как учебный предмет	5
2. Задачи обучения астрономии в школе	14
3. Особенности методов обучения астрономии	18
4. Учебник и другие пособия	20
5. Демонстрирование чертежей и картин	22
6. Демонстрирование моделей	23
7. Экскурсии на астрономическую обсерваторию	26
8. Экскурсии в планетарий	27
9. Практические работы и задачи	29
10. Наблюдения вводные	33
11. Наблюдения иллюстративные	39
12. Наблюдения затмений, комет и метеоров	41
13. Практические наблюдательные работы	42
14. Организация наблюдений	45
15. Сводки наблюдений	49
16. Подготовка преподавателя	50
17. Составление плана занятий	59
18. Школьные астрономические кружки	62

Глава II. Оборудование

19. Астрономическая площадка	65
20. Астрономическая вышка	70
21. Башня и купол	71
22. Основные приборы для наблюдений	73
23. Вспомогательные приборы для наблюдений	82
24. Угломерные инструменты и часы	85
25. Освещение	87
26. Звёздные атласы и карты	88
27. Астрономический зонт	—
28. Астрономический отдел в физическом кабинете	93
29. Учебные пособия по сферической астрономии	98
30. Модели движения Земли и Луны	102
31. Модели солнечной системы	105
32. Астрофизические модели	110
33. Картины и диапозитивы	112
34. Общий список оборудования	113

Глава III. Методика изложения.

35. Последовательность изложения	115
36. Элементы сферической астрономии	117
37. Небесные координаты и ориентировка по звёздам	125
38. Форма Земли и зависимость вида неба от положения наблюдателя	130
39. Видимое движение Солнца и истинное движение Земли	135
40. Измерение времени и определение географических координат	139
41. Календарь	146
42. Параллаксы и определение расстояний	147
43. Движение Луны и затмения	149
44. Солнечная система	151
45. Законы Кеплера	155
46. Закон тяготения	156
47. Понятие об астрофизике	158
48. Солнце	160
49. Планеты	162
50. Кометы и метеоры	163
51. Звёзды	165
52. Космогонические гипотезы	169
53. Указатель литературы	175

Приложения:

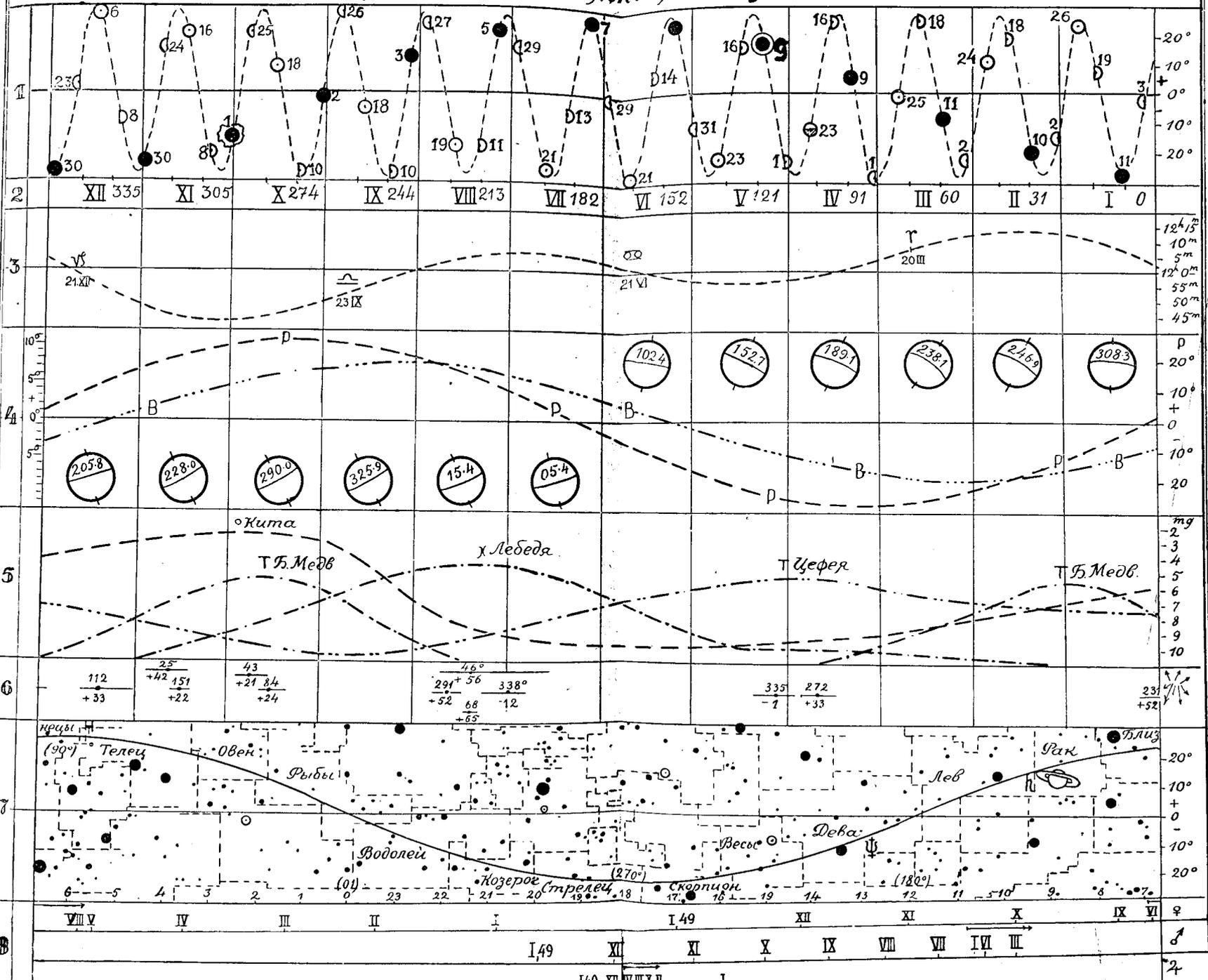
I. Графический астрономический календарь на 1948 г.	184
II. Полуграфический расчёт видимости планет	—
III. Хронологический указатель по истории астрономии	187
IV. Параллаксы главных звёзд созв. Б. Медведицы	190

Редактор кандидат педагогических наук *В. А. Шишаков.*
Техн. редактор *Н. В. Сахарова.*

Подписано к печати 20/VIII 47 г. А-08370.
Печ. л. 12+вклейка 0,18. Учётно-изд. л. 12,94+вклейка 0,18.
Заказ № 7282.

Отпечатано в тип. Н-1 6 матриц 1-й Образцовой типографии.

Графический астрономический календарь проф. М.Е. Набокова



12 XII 11 VII 29 IV 3 I	4 XI 19
23 29 V	16 VII 24
26 25 IX	17 III 28
18 V	31 VII

XXXI **XXXII**
1948
 J.D

	♂	♂	D	St		♂	♂	D	St
♀	24 VI		30°	2 VI, 16 VII	h	19 VIII	9 II	18°	17 IV, 17 XII
♂		17 II	14°	9 I, 30 III	h	17 VI	20 XII	18°	21 I, 6 V