



Б. Г. ПШЕНИЧЕР С. С. ВОЙНОВ
ВНЕУРОЧНАЯ
РАБОТА
ПО АСТРОНОМИИ

**Из опыта
работы**

„Просвещение“

Б. Г. ПШЕНИЧЕР С. С. ВОЙНОВ

ВНЕУРОЧНАЯ РАБОТА ПО АСТРОНОМИИ

КНИГА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

**из опыта
работы**

Рекомендовано
Управлением организации
внешкольной и внеклассной работы
Госкомитета СССР
по народному образованию

ББК 74.265.5
П93

Рецензенты: доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник
ИИЕТ АН СССР А. А. Гурштейн, учитель физики школы № 43 Москвы
Е. В. Эткина

Пшеничнер Б. Г., Войнов С. С.

П93 Внеурочная работа по астрономии: Кн. для учителя: Из
опыта работы. — М.: Просвещение, 1989. — 208 с.: ил. —
ISBN 5-09-001318-7

Книга представляет собой пособие, помогающее учителю организовать
внеурочную работу с учащимися. В ней рассматриваются методика и формы
кружковой работы по астрономии со школьниками разного возраста.

П $\frac{4306010000-740}{103(03)-89}$ 110—89

ББК 74.265.5

ISBN 5-09-001318-7

© Пшеничнер Б. Г., Войнов С. С., 1989

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Глава 1. Объединение юных астрономов — воспитывающий коллектив	6
1.1. Цели и задачи астрономических кружков	8
1.2. Комплектование астрономического кружка	11
1.3. Организация жизни астрономического коллектива	14
1.4. Индивидуальная воспитательная работа с кружковцами	16
Глава 2. Планирование, организация занятий и основные виды деятельности астрономического кружка	16
2.1. Планирование и организация занятий астрономического кружка	17
2.2. Самоподготовка руководителя	26
2.3. Основные виды деятельности в коллективах юных астрономов	29
2.4. Теоретические занятия	30
2.5. Лабораторно-практические занятия	38
2.6. Астрономические наблюдения	41
Глава 3. Содержание и методика кружковых занятий по астрономии со школьниками разного возраста	51
3.1. Три этапа кружковых занятий	52
3.2. Кружок занимательной астрономии — первый этап занятий с юными астрономами	66
3.3. Кружок общей астрономии — второй этап кружковых занятий	112
3.4. Третий этап работы астрономического кружка	138
Глава 4. Работа астрономического кружка в экспедиции и пионерском лагере	138
4.1. Задачи экспедиции	—
4.2. Подготовка экспедиции	139
4.3. Программа экспедиции	149
4.4. План и режим работы экспедиции	152
4.5. Астрономический кружок в пионерском лагере	155
Глава 5. Материальная база и ее использование	165
5.1. Помещения для занятий. Астрономическая площадка	166
5.2. Наглядные пособия	172
5.3. Планетарий	183
5.4. Техника для астрофотографии	185
5.5. Самодельные приспособления для телескопов	190
5.6. Библиотека	201
Рекомендуемая литература	203

ПРЕДИСЛОВИЕ

В стране накоплен богатейший опыт внеклассной и внешкольной работы по астрономии. Особый интерес представляют традиции и педагогические находки коллективов, развивающихся на протяжении десятилетий.

Полвека успешно работают астрономические кружки при Московском планетарии, 40-летие отметило Крымское общество любителей астрономии, 30-летие — астрономический кружок ДК ЗИЛа, с 1950 г. известен астрономический кружок Бакинского Дворца пионеров, более четверти века существуют астрономические коллективы городских дворцов пионеров Калинин, Москвы, Саратова, Севастополя, Челябинска...

Ежегодно в разных уголках страны рождаются новые коллективы юных астрономов. Многие из них устанавливают полезные контакты с давно работающими кружками. Часто руководители, а то и сами кружковцы обращаются за помощью и советом в отдел астрономии и космонавтики Московского городского дворца пионеров и школьников. Многочисленные письма, встречи с начинающими организаторами астрокружков, в том числе на Всесоюзных слетах и конференциях юных астрономов, на семинарах руководителей, организаторами которых авторы были на протяжении двадцати лет, — все это привело к мысли написать данную работу.

В предлагаемом пособии сделана попытка на основе опыта авторов, с учетом опыта других руководителей изложить рекомендации, касающиеся разных сторон работы астрономических кружков. Здесь рассмотрены педагогические основы организации и функционирования детского профильного коллектива, сообщены некоторые рекомендации относительно содержания, методов и форм кружковых занятий, даны советы по организации экспедиций. В заключительной части книги приведено описание необходимого кружку оборудования.

Читатель, разумеется, не должен воспринимать излагаемые рекомендации как прямое указание к действию. Их следует рассматривать творчески, с учетом конкретных условий, особенностей коллектива, в соответствии с интересами руководителя кружка.

В нашем обществе происходят быстрые изменения, которые находят свое отражение в жизни школ и внешкольных учреждений. Все большее распространение получает опыт педагогов-новаторов, возрастает роль ученического самоуправления, ускоряется процесс компьютеризации. Не все новое удалось отразить в доста-

точном объеме в настоящем издании. Заинтересованный читатель найдет необходимую дополнительную информацию в периодической печати.

В настоящем пособии главы 1 и 2 написаны Б. Г. Пшеничным, глава 5 — С. С. Войновым, главы 3 и 4 написаны авторами совместно.

Авторы благодарны рецензентам д-ру физ.-мат. наук А. А. Гурштейну, канд. физ.-мат. наук В. А. Бронштэну, доценту Э. В. Кононовичу, преподавателю школы № 43 Москвы Е. В. Эткиной, руководителям астрономических кружков Н. В. Козловой, Б. А. Максимачеву, О. Н. Науменко, Н. Г. Огороковой, М. П. Татарникову, Л. Н. Филипповой и сотруднику ИМБП МЗ СССР С. П. Яценко, сделавшим ряд важных замечаний, учтенных при доработке рукописи.

Авторы с благодарностью примут критические замечания, которые следует направлять в издательство «Просвещение».

Глава 1. ОБЪЕДИНЕНИЕ ЮНЫХ АСТРОНОМОВ — ВОСПИТЫВАЮЩИЙ КОЛЛЕКТИВ

1.1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ КРУЖКОВ

Основное место в бюджете времени школьника занимают уроки и подготовка к ним. Однако занятиями в школе далеко не исчерпывается круг интересов многих ребят — они ищут поле деятельности за пределами уроков.

Одним из интересных и полезных занятий школьников разного возраста в часы досуга может стать астрономия. Она влечет молодежь глубиной и загадочностью космоса, возможностью собственными глазами наблюдать удивительный мир небесных светил и явлений. С наибольшей полнотой и эффективностью эта увлеченность может быть реализована в астрономических кружках.

В последние годы мы наблюдаем отчетливую тенденцию непрерывного расширения сети астрономических кружков, в особенности при домах пионеров и станциях юных техников.

Кружки по интересам, разнообразностью которых являются и детские астрономические коллективы, призваны играть важную роль в учебно-воспитательной работе. Успех в ней в первую очередь зависит от правильно выбранных целей.

Астрономические кружки при правильной организации могут стать важным средством комплексного воспитания учащихся.

Мировоззренческое значение астрономии как науки о Вселенной общеизвестно. Своевременное привлечение школьников к систематическим занятиям астрономией может помочь формированию у них научно-материалистического миропонимания.

Астрономия — одна из немногих наук, где сохранились до сих пор задачи, в решение которых посильный вклад могут внести школьники. Следовательно, юных астрономов можно привлекать к выполнению плановых работ по заданию научно-исследовательских организаций. В этом случае вся подготовительная работа в кружке наполняется особым смыслом и значением.

Широкий интерес молодежи к загадкам Вселенной создает предпосылки для систематического привлечения кружковцев к научной пропаганде в различных ее формах. Одной из традиционных сторон деятельности юных астрономов является изготовление телескопов, астрографов и других инструментов и приспособлений для наблюдений. Именно таким путем создается значительная часть материальной базы для работы коллектива. Все это способствует трудовому воспитанию школьников.

Здесь уместно вспомнить глубоко справедливое замечание А. С. Макаренко, согласно которому «лишь труд, имеющий в виду создание ценностей, может стать положительным элементом воспитания». (Макаренко А. С. Соч. — Т. 5. — С. 192.)

Занятия астрономией в коллективе кружка благоприятствуют формированию у школьников качеств и навыков, необходимых будущим исследователям:

- диалектического характера мышления,
- стремления к приобретению новых знаний и умений,
- творческого отношения к порученному делу,
- умения самостоятельно работать с литературой, лабораторным оборудованием,
- умения вести наблюдения.

Отметим качества, развитию которых должен уделять внимание руководитель детского астрономического коллектива:

- широта кругозора, умение представить себе в целом картину научных исследований в избранной области;
- умение поставить и сформулировать задачу исследований;
- целеустремленность, увлеченность в работе;
- практичность, организованность, умение в соответствии с планом добиваться решения поставленных задач;
- самостоятельность и ответственность;
- умение анализировать материал наблюдений и экспериментов;
- умение выступать с докладом, сообщением, высказать и аргументированно отстаивать свое мнение;
- умение работать в коллективе.

Разумеется, далеко не все наши воспитанники станут в будущем учеными и тем более астрономами. Это должны отчетливо представлять не только руководители, но, прежде всего, сами кружковцы. В противном случае, многих из них ожидает тяжелое разочарование.

Вместе с тем не следует забывать, что среди специалистов-астрономов значительную часть составляют воспитанники детских астрономических объединений.

Кроме того, занятия астрономией, которая, как известно, тесно связана с другими областями науки и техники, может способствовать ознакомлению школьников с содержанием, спецификой и методами физики, математики, информатики, радиоэлектроники. Следовательно, перед астрономическими кружками может быть поставлена задача профессиональной ориентации подростков в более широком смысле.

В классе приходится вести занятия с 35—40 учениками, работая в нескольких параллелях порой со 150—200 школьниками. В астрономическом кружке может быть всего 10—15 человек. Это обстоятельство создает исключительно благоприятные возможности для индивидуальной работы с каждым кружковцем. Дополнительные возможности имеет именно астрономический кружок, в практике которого традиционно есть такие формы работы, как ночные наблюдения, лагеря и экспедиции юных астрономов. Здесь, когда руководитель проводит со школьниками буквально не только дни, но и ночи, создаются особые условия для доверительного общения.

Напомним, что воспитание, по твердому убеждению В. А. Сухомлинского, «это единство духовной жизни воспитателя и воспитанников, единство их идеалов, стремлений, интересов, мыслей, переживаний». (Сухомлинский В. А. Соч. — М., 1981. — Т. 3. — С. 41.)

1.2. КОМПЛЕКТОВАНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКОГО КРУЖКА

Многие годы традиционно записывали в астрономические кружки школьников 6—10 классов. Пятиклассников принимали лишь в порядке исключения в случае их особой подготовленности и заинтересованности. В последние годы в некоторых астрономических коллективах (Симферополь, Москва, Краснотурьинск, Питкяранта) успешно занимаются ученики 4—5 и даже 2—3 классов.

В соответствии с Положением о внешкольных учреждениях в кружке первого года занятий 15 человек занимаются 4 академических часа в неделю. Кружок второго года, если он ведет исследовательскую или конструкторскую работу, может быть скомплектован из 10—12 человек и заниматься 6 ч в неделю. Кружки третьего и последующих лет, выполняющие задания ученых, могут заниматься 8—10 ч в составе 10 человек. Практические работы можно организовать по звеньям. Задания от организации оформляются с указанием формы отчетности.

Правильно организованное комплектование кружка является одним из важнейших условий его будущей нормальной деятельности.

Прежде всего необходимо строго соблюдать принцип добровольности и индивидуальный характер записи в кружки.

Другой предпосылкой качественного набора является своевременность его проведения. Лучше всего комплектовать кружок в начале учебного года. Хорошо, если одновременно идет запись и в кружки другого профиля. При этом у ребят появляется возможность выбора, что уменьшит приток в астрономический коллектив случайных людей.

Непременным условием хорошего проведения набора следует считать организацию достаточно полной информации о специфике занятий в астрономическом кружке.

С учетом всех названных требований наиболее просто организовать запись в кружок, работающий в школе. В этом случае руководителю кружка можно вывесить лаконичное красочное объявление

и провести беседы по классам, которые желательно сопроводить демонстрацией слайдов, стенгазет, фотоальбомов, отражающих суть будущих занятий. Первый сбор кружка лучше не откладывать, а назначить его прямо в день беседы либо на следующий день. Расписание занятий кружка целесообразно определить в соответствии с пожеланием большинства записавшихся.

Гораздо более сложным делом является комплектование межшкольного коллектива.

Если кружок комплектуется в небольшом населенном пункте, где есть всего несколько школ, то через некоторое время после расклейки ярких рукописных афиш руководителю следует обойти все школы для бесед со школьниками, которые по предварительной договоренности с администрацией лучше проводить в начале либо в конце уроков. Иногда проще собрать все нужные классы на большой перемене для короткой беседы в актовом зале. В этом случае желательно сопроводить рассказ о кружке демонстрацией нескольких диапозитивов или кинофрагмента, отображающих жизнь коллектива, после чего следует вручить всем заинтересовавшимся письменное приглашение на первое собрание кружка.

Посещение школы важно и в том отношении, что школьники при этом получают возможность записаться не в абстрактный астрономический кружок, а к конкретному руководителю, с которым они устанавливают первый контакт.

По договоренности со школой в случае необходимости проведение бесед по классам может быть поручено соответствующим образом проинструктированным воспитанникам кружка.

В большом городе первую информацию о записи в коллектив ребята могут получить по каналам массового вещания: из объявления по местному радио или телевидению, из сообщения в городской газете. В редакциях могут интересоваться подобной информацией, если она будет носить характер увлекательного репортажа о жизни юных астрономов. Заблаговременно следует также распространить по школам и расклеить по городу изготовленные типографским образом иллюстрированные афиши.

Руководитель кружка должен иметь в виду, что в ряде случаев новички, пропустившие по той или иной причине несколько занятий в начале учебного года, затем стесняются появиться вновь. Вот почему следует выяснить причину отсутствия кружковцев, по телефону либо открыткой пригласить их возобновить занятия.

Стабилизации состава кружка будет способствовать проведение в самом начале учебного года родительского собрания, на котором следует рассказать не только о содержании и формах занятий, но и о больших воспитательных возможностях астрономического коллектива. В этом случае родители своей заинтересованностью смогут поддержать у ребят желание заниматься, с пониманием отнесутся к необходимости вечерних, а в дальнейшем и ночных наблюдений.

Существует опыт формирования астрономического кружка не в начале, а в конце учебного года — в апреле—мае.

В этом случае весной проводится несколько вводных занятий



Рис. 1. Занятия астрономического кружка ведет руководитель Крымского общества юных любителей астрономии В. В. Мартыненко.

и астрономических наблюдений. Задача этого периода — заинтересовать ребят, рассказать о специфике работы астрономического кружка.

На летний период руководитель дает рекомендации относительно чтения литературы по астрономии, проведения астрономических наблюдений.

Если есть возможность, занятия кружка следует возобновить в конце лета.

В это время часто складываются особенно благоприятные условия для наблюдений: наступление темных вечеров, теплая погода, наличие свободного времени у кружковцев.

Весенняя организация кружка имеет, в частности, то преимущество, что за лето происходит «отсев» случайно записавшихся и руководитель уже в начале учебного года может произвести необходимое доукомплектование формирующегося коллектива.

Интересен опыт комплектования стабильного состава кружка в средней школе поселка Новая Прага Кировоградской области. Ю. Е. Мигач формирование списочного состава кружка предварил трехмесячной подготовительной работой. Для всех желающих из 6—10 классов в вечернее время было прочитано пять лекций: «Что такое астрономия», «Строение Солнечной системы», «Необыкновенные небесные явления», «Строение Вселенной», «Что можно увидеть на небе». Последняя лекция завершилась знакомством с очертанием видимых в тот вечер созвездий и рассматриванием в бинокль некоторых интересных объектов звездного неба.

После каждой беседы педагог рекомендовал прочитать соответствующую популярную литературу, организовал коллективное чтение научной фантастики космического содержания.

В процессе подготовительного периода выделились ребята, более других заинтересовавшиеся астрономией.

Уже на первых встречах созданного таким образом кружка была поставлена перспективная задача — создать собственную астрономическую обсерваторию.

В этом кружке приступить к занятиям может каждый. Однако поначалу записавшийся остается кандидатом. Лишь после выполнения какого-либо ответственного поручения (участие в совершенствовании материальной базы кружка, выполнение программы наблюдений и т. п.) ученик на общем собрании принимается в члены кружка.

1.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНИ АСТРОНОМИЧЕСКОГО КОЛЛЕКТИВА

Вопросы организации жизни первичного коллектива глубоко и всесторонне разработаны советской педагогической наукой, и прежде всего теорией и практикой классиков советской педагогики. К их трудам мы рекомендуем обратиться всякому, кто намерен приступить к руководству кружком.

Здесь весьма конспективно будут рассмотрены лишь некоторые принципы организации и стороны деятельности профильного детского коллектива, каким, как известно, является астрономический кружок.

Сплочение вновь записавшихся ребят в единый коллектив — важнейшая задача педагога. А. С. Макаренко подчеркивал, что первичный коллектив не просто собрание молодежи, а ячейка нашего общества, которая обладает всеми особенностями, правами и обязанностями всякого другого коллектива в Советской стране. Этого не должен забывать руководитель кружка. Разумеется, основным содержанием деятельности кружка будут занятия астрономией. Но вместе с тем руководитель должен приложить определенные усилия, чтобы астрономический кружок стал частью всего коллектива учреждения, на базе которого он создан.

На занятиях кружка и вне их руководитель не должен уходить от обсуждения важнейших общественно-политических событий, которые сегодня волнуют страну, планету. Главное, чтобы беседы не носили формальный характер; они будут иметь эффект лишь в том случае, если затронут не только ум, но и сердце собеседников.

Астрономический коллектив может иметь свой гимн, девиз и эмблему, рекомендуется также выработать церемонию посвящения в юные астрономы и другие традиции.

Руководителем общих дел может стать совет самоуправления, выбираемый кружковцами.

Сама тематика работы кружков юных астрономов такова, что

для решения многих исследовательских задач необходимо вести наблюдения по согласованной программе в разных районах нашей страны.

Координацию деятельности коллективов юных астрономов осуществляет ВАГО и бюро его юношеской секции.

Мы рекомендуем каждому кружку установить контакт с ВАГО и, кроме того, поддерживать непосредственную связь с несколькими детскими астрономическими коллективами.

Руководитель кружка не должен забывать предостережения А. С. Макаренко: «Первичный коллектив, объединенный в своих границах, всегда имеет тенденцию отойти от интересов общего коллектива, уединиться в своих интересах первичного коллектива. В таких случаях первичный коллектив теряет свою ценность как первичный коллектив и становится поглощающим интересы общего коллектива, и переход к интересам общего коллектива оказывается затруднительным». (Макаренко А. С. Соч. — Т. 5. — С. 165.)

Справедливость этого утверждения очевидна для всякого опытного педагога. Мы, к сожалению, не раз наблюдали подобные замкнутые в себе астрономические кружки. Общим для всех замкнувшихся в себе кружков является индифферентность к делам и заботам коллектива, в котором создан кружок. Появляется некий общий для всего первичного объединения снобизм, если можно так сказать, «коллективный эгоизм».

Кружок должен взаимодействовать с другими группами базового учреждения. Линий взаимодействия может быть множество: совместное выполнение заданий ученых, массовые мероприятия, трудовые дела, отдых и работа в едином лагере, организация комплексных экспедиций, помощь младшим кружковцам и т. п.

Только общие дела, решение общих задач с определенным конечным результатом помогут членам астрономического кружка ощутить себя членами общего коллектива. Этого легче добиться, если в одной организации работают несколько кружков близкого профиля. В этом случае у всех групп может быть план общих мероприятий, включающий конференции, единую программу научно-любительских наблюдений, конкурсы научно-фантастических проектов, вечера отдыха, загородные слеты и др.

Из числа членов разных групп целесообразно создавать временные творческие бригады по интересам.

Для кружковцев должна быть создана реальная возможность перехода в другой кружок.

Сказанное выше не означает, что первичный коллектив должен раствориться в общем коллективе. Напротив, каждый первичный коллектив может и должен иметь свое лицо, свои черты и традиции. Особенное в жизни кружка прежде всего будет определяться личностью его руководителя. В одном большом астрономическом объединении могут существовать группы, отличающиеся друг от друга по возрасту, по содержанию плана учебно-воспитательной

работы, по преобладающим формам занятий, по внепрограммным увлечениям.

Кружок — коллектив развивающийся. Практически в одном составе он существует при благоприятных обстоятельствах не менее трех лет.

С определенной долей условности в жизни кружка можно выделить три периода.

Первый период — создание и формирование кружка. Этот период длится обычно несколько месяцев. На этом этапе роль большинства членов группы достаточно пассивна. Ребята присматриваются друг к другу, устанавливают взаимные контакты, выявляются наиболее активные кружковцы, закладываются «ядра» будущих микрогрупп.

Задача педагога в этот период — максимально заинтересовать всех записавшихся работой в кружке, возможно полнее изучить характер и склонности каждого воспитанника, выявить характер складывающихся взаимоотношений.

Важно уже первые занятия строить, опираясь на актив кружка. Мы имеем в виду не только выборный актив, но всех кружковцев, которые своим заинтересованным отношением к работе способны увлечь остальных. Лучший способ выявить активистов — проверить состав кружка на деле: в подготовке площадки для наблюдений, в оформлении помещения кружка, в изготовлении наглядных пособий и т. п.

Активисты становятся первыми помощниками руководителя во всех делах. Они — «ядро конденсации» кружка; в случае отсева приводят по собственной инициативе необходимое пополнение.

Руководитель строит свои отношения с активистами педагогически обоснованно. Он ни в коем случае не противопоставляет актив остальным кружковцам, не дает своим помощникам никаких преимуществ. Вместе с тем руководитель отмечает все успехи активной части кружка.

Требования к кружковцам в этот период деятельности минимальны. На первом месте у них — «хочу», а не «надо».

Второй период — становление коллектива кружка. Для этого периода характерно максимальное вовлечение всех членов кружка в деятельность по интересу. На этом фоне с большей полнотой выявляются индивидуальные черты каждого, в значительной мере проявляется активность всех в жизни кружка.

В этот период формируются взаимоотношения в группе, складывается актив кружка, закладываются традиции «внепрограммных» дел и интересов. Больше внимания уделяется развитию общественной активности членов группы как в кружке, так и в школе; постепенно устанавливаются контакты с родителями. В конце первого года занятий, когда ребята уже «привязались» к коллективу, руководитель начинает с большей полнотой предъявлять необходимые требования. Роль «хочу» и «надо» как мотивов в деятельности постепенно выравнивается.

Третий период по времени чаще всего совпадает с концом вто-

рого и последующих лет занятий кружка. Теперь кружок — сложившийся и достаточно развитый самоуправляющийся коллектив. Характерным становится сочетание максимальной деятельности каждого кружковца и коллектива в целом с максимальной требовательностью руководителя и коллектива к каждому члену кружка. Наибольшая степень заинтересованности каждого в предмете деятельности и в жизни кружка позволяет зачастую на первый план ставить мотив «надо». Члены группы помогают младшим кружковцам, выполняют задания научно-исследовательских организаций, являются активными пропагандистами знаний в школе, наиболее подготовленные ведут кружки-спутники. Наблюдается максимальная степень неформальности характера общения руководителя с кружковцами, в особенности вне занятий. В этот период жизни коллектива совершенно необходимо ставить перед ним достаточно сложные задачи, кружок должен видеть перспективы своей деятельности. Потенциальные возможности кружка как развитого коллектива должны быть использованы полностью. В противном случае его развитие остановится. А остановка, как известно из практики, может привести к разложению и гибели коллектива. Здесь мы отсылаем читателей к трудам А. С. Макаренко, к его теории коллектива, включающей, как известно, разработку системы перспектив, вопросы самоуправления, деятельности постоянных и временных первичных коллективов и др.

1.4. ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА С КРУЖКОВЦАМИ

Относительно малое число членов в кружке позволяет руководителю с успехом решать все три составные части индивидуального воспитания:

- изучение черт характера и склонностей кружковца,
- формирование его личности,
- развитие интересов и необходимых качеств.

Вероятно, излишне напоминать, что изучение и формирование личности — не отдельные этапы, а взаимосвязанные и непрерывно корректируемые стороны единого воспитательного процесса.

Планируя и осуществляя работу с кружковцами, следует руководствоваться:

- во-первых, социальным заказом на личные качества молодых людей, вступающих в самостоятельную жизнь,

- во-вторых, необходимостью учитывать и использовать интересы, устремления и индивидуальные черты каждого воспитанника.

Достаточно полное знание характера и интересов кружковцев — необходимое условие правильного воспитательного воздействия на каждого из них и на коллектив в целом. Адекватное представление о каждом удастся сформировать лишь на фоне благоприятного психологического климата в группе, когда возникает атмосфера взаимного доверия и симпатии. Известно, что родители иногда в манере общения с подростками как бы «застревают» в прошлом. Психоло-

гическая инерционность мешает им вовремя увидеть в детях взрослых молодых людей. Учителю в школе часто не хватает времени для неформального общения с каждым учеником. Таким образом, кружок становится для отдельных подростков первой сферой общения со взрослым по-взрослому.

Формы получения информации о кружковцах могут быть различными. Это наблюдения в деятельности, в общении на занятиях и вне их, индивидуальные и групповые беседы (как спланированные, так и возникающие спонтанно), психолого-педагогические эксперименты (создание определенных ситуаций в деятельности отдельных кружковцев и групп, формирование бригад с переменным составом), анкетирование, индивидуальное и групповое тестирование, беседы с родителями и др.

Особо следует сказать о контактах кружководы со школой, где обучаются ребята. (Имеется в виду случай, когда кружок работает вне школы.) Одни руководители кружков считают обмен информацией с классным руководителем, учителями не только полезным, но и необходимым. Другие — категорически возражают против подобных контактов. Последние полагают, что в кружке следует добиваться такой высокой степени взаимного доверия, при которой воспитанники сами станут информировать руководителя о школьных делах и необходимость в контроле просто отпадет. Более того, они считают, что связь кружководы со школой может нарушить его контакт с воспитанниками. Известны случаи, когда кружок становится для подростка единственным местом, где он ощущает себя равноправным, нужным коллективу человеком. Со временем он захочет и сможет утвердить себя подобным образом и в школе. Но до этого подросток должен поверить в свои силы и возможности, самоутвердиться. Преждевременный же контакт руководителя кружка со школой может привести к тому, что кружковец покинет профильный коллектив. Другое дело, если в процессе откровенной беседы и руководитель и кружковец придут к общему мнению, что та или иная ситуация, сложившаяся в школе, требует вмешательства кружководы. Надо заметить, что в этом случае беседа руководителя кружка с работниками школы может помочь последним по-новому взглянуть на своего ученика.

Мы видим, что вопрос об обмене информацией о воспитаннике, об установлении контактов между кружком и школой не может быть решен для всех случаев однозначно и должен решаться в зависимости от конкретных обстоятельств.

Резюмировать сказанное можно следующим образом.

Руководитель должен стремиться к получению информации о каждом своем воспитаннике и вне кружка, но ни в коем случае не абсолютизировать ее. В коллективе, который пришелся школьнику по душе, скорее может раскрыться его внутренний мир. Во всяком случае к каждому воспитаннику следует подходить с верой в его будущие успехи.

Составить достаточно обоснованно характеристику-проект на каждого воспитанника поможет ведение педагогического дневника,

куда заносятся наблюдения, гипотезы, намерения, касающиеся каждого воспитанника.

Духовный мир ребенка необычайно сложен, противоречив и многообразен, каждый наш воспитанник по-своему неповторим, и, что особенно важно, личность его находится в постоянном развитии и изменении. Вот почему трудно рассчитывать на полную адекватность наших педагогических характеристик-проектов. К ним следует относиться лишь как к рабочим гипотезам, которые нуждаются в непрерывной проверке практикой и в корректировке. Но гипотезы эти совершенно необходимы.

«Без научного предвидения, без умения закладывать в человеке сегодня те зерна, которые взойдут через десятилетия, воспитание превратилось бы в примитивный присмотр, воспитатель — в неграмотную няньку, педагогика — в знахарство. Нужно научно предвидеть — в этом суть культуры педагогического процесса, и чем больше тонкого вдумчивого предвидения, тем меньше неожиданных несчастий». (Сухомлинский В. А. Рождение гражданина. — М.: Молодая гвардия, 1971. — С. 50.)

В чем должна заключаться суть педагогического прогнозирования личности кружковцев? На что должны быть направлены прежде всего усилия руководителя кружка как воспитателя?

Вероятно, следует согласиться с В. А. Сухомлинским, который считал, что воспитательные меры должны быть направлены не на искоренение пороков, а на развитие ростков хорошего в человеке. При таком подходе, полагал он, положительные качества со временем возобладают над негативными, заглушат их. Первая задача педагогического воздействия — помочь ребенку увидеть хорошее в самом себе и захотеть его развить. Успех воспитания в огромной степени зависит от того, сумеет ли руководитель кружка сделать подопечного своим союзником. Трудно надеяться, что каждый наш кружковец, в особенности среднего и младшего возраста, решит и сможет заниматься самовоспитанием как таковым.

Вторая задача руководителя кружка заключается в том, чтобы помочь кружку в целом и каждому его члену в отдельности постоянно находить увлекательные цели, для достижения которых просто необходимо реализовать те или иные личностные задатки и возможности. Только при этом может начаться активный процесс самосовершенствования.

Глава 2.

ПЛАНИРОВАНИЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСТРОНОМИЧЕСКОГО КРУЖКА

Педагогическая эффективность кружковой работы зависит не только от факторов, рассмотренных в 1-й главе, но и от наполненности учебно-воспитательного процесса. Кружковые занятия должны

давать юным астрономам полноценную умственную и эмоциональную нагрузку.

Чтобы добиться этого, необходимо:

1. Коллективу и каждому кружковцу обеспечить наличие системы эмоционально значимых перспектив (близких, дальних и промежуточных).

2. На каждом этапе жизни кружка иметь достаточно напряженные, но реальные и интересные для ребят планы работ.

3. Работу коллектива и отдельных его членов организовывать в виде ступеней деятельности, усложняющих по содержанию и форме.

4. Для каждого занятия отбирать те методы и средства, которые в наибольшей мере будут соответствовать решению поставленных задач и особенностям этого состава кружка.

5. Работу в кружке индивидуализировать как в соответствии с интересами ребят, так и с учетом их возможностей, что позволит каждому приобретать новые знания и навыки с той скоростью, на которую он способен. По словам опытного специалиста детского технического творчества В. А. Горского, «нужно, чтобы школьник почувствовал потребность руководителя именно в нем, в его сообразительности, в его труде». (Горский В. А. Рекомендации организаторам технического творчества школьников. Вып. II. — М., 1980: Изд-во ЦСЮТ МП РСФСР.)

Реализация сказанного выше позволит руководителю успешнее решать важную задачу учебного процесса — готовить кружковцев к жизни и работе в эпоху НТР, воспитывая их для этого трудолюбивыми и целеустремленными, творчески активными и любознательными, умеющими самостоятельно приобретать новые знания и навыки.

Именно такие люди нужны стране в наше динамичное время, когда быстро накапливается информация, непрерывно обновляются технологические процессы, постоянно совершенствуются и видоизменяются методы и средства науки и техники. В этих условиях приобретают новую актуальность слова В. И. Ленина: «Вся задача состоит в том, чтобы человек, усвоивший себе начальное руководство, имел в руках надежную путеводную нить для дальнейшего изучения этого предмета, чтобы он получил интерес к такому изучению». (Ленин В. И. Соч. — 5-е изд. — Т. 4. — С. 36.)

2.1. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЙ АСТРОНОМИЧЕСКОГО КРУЖКА

Успех работы астрономического кружка в значительной мере зависит от правильного планирования.

Прежде всего определяется перспективный план развития коллектива юных астрономов, намечаются этапные задачи (например, построить свою обсерваторию, создать планетарий, выполнить научно-исследовательские работы в избранной области и т. п.). Затем составляется программа занятий с кружковцами на несколько лет.

Лишь после этого можно приступить к разработке плана учебно-воспитательной работы кружка на данный год.

Благодаря применению все новых средств и методов, рожденных научно-технической революцией, объем наших знаний о космосе лавинообразно возрастает.

Что касается космонавтики, теснейшим образом связанной с астрономией, то в ней объем информации удваивается каждые полтора-два года.

Понятно, что даже в условиях сравнительно продолжительного пребывания ребят в кружках познакомить их со всей информацией о Вселенной, со всеми методами, которыми сегодня располагают астрономы, не представляется возможным.

Критерии отбора материала для занятий с юными любителями астрономии можно подразделить на две группы: общие для всех астрономических кружков и частные для каждого конкретного коллектива.

Из общих критериев определения содержания программы и плана занятий астрономического кружка назовем следующие:

- историчность;
- необходимость изучения фундаментальных вопросов астрономии;
- адекватность содержания современному уровню астрономии;
- необходимость показа астрономии как науки, изучающей саморазвивающуюся природу в космических масштабах времени и пространства;
- сочетание единства теоретической подготовки и практической деятельности;
- опора на школьную программу.

Рассмотрим коротко названные критерии.

Мировоззренческая направленность занятий астрономией необходима и естественна, ведь объектом исследования является весь мир.

Правильному миропредставлению будет способствовать, в частности, включение в программу элементов космогонии и космологии.

Изучение всего многообразия процессов, явлений, состояния материи во Вселенной подтвердит истинность положения марксистской философии о неисчерпаемости форм существования материи, о непрерывном ее движении. «...Едва ли не основным результатом многолетних исследований астрономических объектов является утверждение о том, что все они эволюционируют». (Шкловский И. С. Проблемы современной астрофизики. — М., 1982. — С. 16.)

Включение в программу элементов истории астрономии совершенно необходимо для углубленного понимания проблем науки.

Знакомство с биографиями многих выдающихся астрономов поможет воспитанию кружковцев убежденными борцами за истину. История астрономических открытий демонстрирует познаваемость мира, диалектический характер процесса познания.

Информация о вкладе отечественной науки в развитие астрономии, о достижениях советских ученых в космических исследованиях будет способствовать воспитанию у школьников чувства гордости за нашу страну. Наконец, знакомство с путями совершенствования технических методов и средств астрономии, с историей астрономических открытий может послужить хорошей основой для развития творческого потенциала кружковцев, стать дополнительным стимулом для их научно-технического творчества.

Содержание занятий, а следовательно и программа астрономического кружка должны отражать современное состояние науки.

Уже отмечалось, что программой не может быть предусмотрено одинаково подробное ознакомление кружковцев со всеми разделами астрономии. Какие разделы целесообразно рассмотреть наиболее подробно?

Во-первых, фундаментальные вопросы классической астрономии, представление о которых должен иметь всякий культурный человек. На этих знаниях базируется и новая астрономия.

Во-вторых, наиболее актуальные и перспективные проблемы современной астрономии и космических исследований. Следует включить в программу и спорные вопросы, гипотезы, что будет способствовать активизации творческого мышления школьников.

В-третьих, современные и перспективные методы астрофизики и космических исследований. Причем за время пребывания в кружке школьники должны иметь возможность на практике познакомиться с доступными для них средствами и методами наблюдений и экспериментов, приобрести навыки обработки полученных результатов.

Каждая тема программы в зависимости от возраста кружковцев по возможности должна опираться на материал школьных курсов природоведения, физики, химии, математики, географии, истории. Это не только повысит эффективность кружковых занятий, но и явится дополнительным стимулом учебы в школе.

Рекомендуется, кроме того, достаточное место в планах кружковой работы отвести производительному труду. Мы имеем в виду не только работу по изготовлению приборов и пособий с целью совершенствования материальной базы кружка или предметных кабинетов школы, но и выполнение научно-исследовательской работы, связанной с астрономией.

Такой труд дает незаменимый воспитательный эффект, так как позволяет ребятам ощутить плоды деятельности своих рук и своего ума.

Об учете местных условий в работе кружка уже говорилось. Поэтому здесь мы в основном ограничимся их перечислением.

При корректировке программы следует учитывать:

- интересы и квалификацию руководителя;
- материальную базу кружка;
- географическое положение коллектива;
- перспективные задачи коллектива, направление его деятельности, традиции.

По мере развития коллектива программа занятий усложняется, приобретает новые направления, акценты.

В кружках, где выполняется конструкторская или исследовательская работа, целесообразно вносить изменения не только в содержание занятий со старшеклассниками, непосредственно участвующими в этой работе, но и в программу второго (основного) этапа занятий в кружке. Только таким образом можно обеспечить преемственность и качественное развитие работы кружка.

Известно, что содержание деятельности кружка зависит также от его расположения. В крупном городе легче создать базу для выполнения лабораторных работ по курсу астрофизики. В сельской местности ввиду меньшей засветки неба электрическими огнями и высокой «прозрачности» атмосферы создаются благоприятные условия для наблюдений.

Руководствуясь названными принципами, с учетом собственных интересов и пожеланий кружковцев следует составить план кружковых занятий на 1—2 учебных года.

В плане излагается содержание каждой темы, перечень лабораторных работ и наблюдений с почасовой разбивкой. Здесь указывается и литература, которая будет рекомендована по темам для самостоятельного чтения.

План может быть составлен, например, по следующей форме.

Дата	№ темы	Тема, раздел темы	Всего часов	Практические занятия	Число часов	Оборудование	Литература
------	--------	-------------------	-------------	----------------------	-------------	--------------	------------

Основной части плана может предшествовать вступление, в котором указывается возрастной состав кружка, год занятий, число учебных часов в неделю; формулируются педагогические и специальные задачи по отношению к кружку и к отдельным его членам, перечисляются также те мероприятия, которые не будут отражены в приведенной таблице (беседы, экскурсии, встречи со специалистами, походы, участие в смотрах, олимпиадах, конкурсах и др.).

Если в одном кружке объединены школьники, занимающиеся в коллективе разное число лет, то планом можно предусмотреть проведение занятий по звеньям. В этом случае фактически приходится составлять при общей объяснительной записке отдельные планы по числу работающих звеньев. Звенья могут заниматься в разные дни или в разные часы единых дней занятий.

Намётки плана целесообразно обсудить с ребятами еще весной. Если формируется группа нового состава, то корректировку плана придется отнести к первым встречам с кружковцами.

Помимо годового плана, приходится обычно планировать отдельно подготовку и проведение наблюдений и экспериментов, лагерей и экспедиций, массовых мероприятий (см. ниже).

Руководителю кружка по каждой теме следует иметь запас учебного материала (теоретического и практического), чтобы наиболее способные и увлеченные ребята постоянно занимались в режиме полной нагрузки.

Планированию подлежит не только содержание, но также формы и методы занятий, которые определяются, прежде всего, в соответствии с возрастом школьников.

Принципы и критерии программирования и планирования учебного материала достаточно многочисленны и порой противоречивы. И все-таки руководитель кружка должен стремиться к тому, чтобы план и программа стали, по выражению Б. А. Воронцова-Вельяминова, равнодействующей всех критериев.

При подготовке к очередному занятию необходимо продумать место и роль его в цепи предыдущих и последующих занятий, составить план его проведения. Начинающему руководителю рекомендуется разрабатывать план кружкового занятия в форме конспекта, который ведется в общих тетрадях или на отдельных карточках. В плане должны быть отражены: цель и задачи, основное содержание (фактологическая основа), формы проведения (беседа, лекция, викторина и т. п.), выбранные методики (тип беседы — эвристическая, проблемная, дискуссионная; вид викторины — традиционная, программированная, кольцевая), используемые технические средства и наглядные пособия. Руководитель определяет задачи, упражнения, а также задания, выполнение которых будет поручено звеньям или отдельным кружковцам.

Каждое занятие начинается с четкой постановки задач и с обсуждения возможных путей их решения.

В процессе занятия руководитель следит за реакцией присутствующих, за их восприятием нового материала, за ходом самостоятельной работы кружковцев, чтобы своевременно оказать помощь тем, кто в ней нуждается.

Наиболее способных кружковцев руководитель привлекает в качестве помощников и консультантов. Это, с одной стороны, будет способствовать сохранению рабочей атмосферы на занятиях, а с другой — поможет формированию актива кружка.

Для того чтобы все кружковцы были заняты активной деятельностью, необходимо приготовить резервные задания, чтобы выдать их ребятам, ранее других справившимся с запланированной работой.

В соответствии с планом следует позаботиться о наличии необходимого оборудования, привести его в надлежащее состояние. Имеет большое значение обстановка, в которой проходят занятия. Важно поддерживать на высоком эстетическом и методическом уровне интерьер астрономического кружка.

В конце занятия обязательно надо успеть подвести итоги, дать оценку деятельности каждого. Педагогическую значимость этого момента трудно переоценить. Отзыв руководителя должен быть объективным по содержанию и доброжелательным по форме. Иногда с учетом индивидуальных особенностей кружковцев следует некоторых из них похвалить, так сказать, авансом. В другом случае, напротив, приходится быть сдержанным на похвалы. Оценка должна быть, как правило, гласной и выноситься с участием коллектива. Лишь в отдельных случаях появляется необходимость в индивидуальной итоговой беседе после окончания занятия.

Опыт показывает, что на одном занятии, продолжительность которого 1 ч 30 мин или 2 ч 15 мин, необходимо и возможно использовать несколько видов и форм работы. Это прежде всего относится к работе со школьниками младшего и среднего возраста. Временное соотношение и набор форм и методов зависят от темы, поставленных задач, возраста и темперамента большинства кружковцев. Надо лишь стремиться, чтобы со временем на занятиях все большее внимание уделялось самостоятельному творчеству юных астрономов.

Как же разбудить познавательную активность у кружковцев?

Для этого надо поставить их в такие обстоятельства, когда достижение значимой цели невозможно без овладения новыми знаниями и навыками. Скажем, готовится экспедиция по наблюдению солнечного затмения. Программой экспедиции предусмотрены, в частности, фотометрические и кинонаблюдения. Кружковцы, желающие принять участие в экспедиции, должны будут изучить результаты прежних подобных экспедиций, вникнуть в суть стоящих научных задач, познакомиться с методикой предстоящих наблюдений, разобратся в устройстве фотометров и киноаппаратуры, довести до автоматизма навыки работы с ней (например, научиться перезаряжать камеру в условиях дефицита времени). Некоторые приборы, возможно, придется модернизировать или изготовить заново.

Или другой пример.

Кружок готовится провести вечер «В глубинах Вселенной» для широкого круга школьников. Совместно разрабатывается программа вечера, формируются творческие группы, которые будут готовить викторины, тематическое оформление, выступления, демонстрационные наблюдения. Выделяется группа «актеров», которая должна будет отобрать и подготовить инсценировки исторических «астрономических» событий. Две-три недели кипит работа. Сколько книг и статей придется прочесть кружковцам, сколько необходимо перерошить материалов для оформления сцены и зала! Каждому захочется не ударить в грязь лицом перед товарищами.

Как показывает опыт, в подобных ситуациях никого не приходится принуждать к работе. Напротив, обычно появляется необходимость ограничить время пребывания отдельных ребят в кружке.

В процессе решения поставленных задач кружковцы работают с творческим напряжением, изобретательностью, не останавливаются перед возникающими трудностями.

Выражаясь языком психологов, для активизации познавательной деятельности, для стимулирования процесса самообучения необходимо включить наших воспитанников в проблемную ситуацию. Первое условие создания такой ситуации — постановка проблемного задания.

Приведем некоторые практические советы, которые касаются применения проблемного метода обучения в условиях астрономического кружка.

Например, по теме «Венера» можно предложить такие задания:

1. С помощью угломерного инструмента осуществить наблюде-

ния за планетой, отметить ее путь на фоне звезд, установить направление этого перемещения (прямое или обратное); проанализировать и объяснить наблюдаемую картину.

2. Ответить на вопросы:

— почему Луна перемещается на фоне созвездий с большей, чем Венера, угловой скоростью и всегда в прямом направлении?

— почему угловые размеры Венеры при наблюдении ее в различных фазах меняются, а угловые размеры Луны с изменением ее фаз остаются практически неизменными?

— известно, что на Венере нет водных бассейнов, однако при создании аппаратов для ее изучения использовался опыт исследования морских глубин. С чем это связано?

Сформулировать проблемное задание по той или иной теме не так уж трудно. Но подбор подходящих проблемных заданий — только начало пути. А. М. Матюшкин подчеркивает, что было бы ошибкой думать, будто проблемный метод обучения начинает работать автоматически с объявления учащимся проблемного задания. «...Вне реальной деятельности учащегося нельзя создать ни одной проблемной ситуации». (Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. — М.: Педагогика, 1972. — С. 100.)

Именно проблемная ситуация создает психологический настрой на активное включение в деятельность.

Что необходимо, чтобы проблемное задание породило проблемную ситуацию?

Прежде всего, проблемное задание должно соответствовать уровню знаний и интеллектуальных возможностей кружковцев. Для этого необходимо либо подбирать задания в соответствии с подготовленностью аудитории, либо специально готовить ребят к возникновению проблемной ситуации при данном задании.

Следует также иметь в виду, что проблемная ситуация не состоится, если задание слишком простое или чрезмерно сложное. Скажем, ставить перед младшими кружковцами задачу построить мощный телескоп-рефлектор столь же нелепо, как предлагать старшим кружковцам сообща заняться изготовлением зрительной трубы из очковых стекол. Другое дело, если такая труба необходима в кружке в качестве гида для «серьезного» инструмента. Старшеклассники с готовностью примутся за ее изготовление, овладевая попутно всеми необходимыми для этого знаниями и навыками.

Интенсивность деятельности увеличивает обычно общественная значимость ожидаемого результата.

Скажем, стоит задача провести астроклиматические исследования окрестностей с целью выбора пункта для обсерватории кружка либо коллективу предложено принять участие в экспедиции в высокогорный район с целью выбора места обсерватории.

Понятно, что юные астрономы в этих ситуациях активно и творчески примутся за дело: изучат проблему, познакомятся с методами астроклиматических измерений, приобретут необходимые навыки обработки результатов. И это несмотря на монотонность и длительность работы.

Если проблемное задание не предполагает выполнения общественно значимого дела, а имеет чисто учебную направленность, то для включения ребят в проблемную ситуацию можно порекомендовать ряд методических приемов, которые помогут создать необходимый психологический настрой. Это — «мозговая атака», дискуссионное обсуждение двух-трех альтернативных решений поставленной на занятии проблемы, викторина и т. п.

Учитывая интерес подростков к фантастике, руководитель может включить проблемный вопрос в специально придуманный к этому случаю фантастический сюжет. От решения поставленного при этом задания должна зависеть судьба героев, оказавшихся в критической ситуации.

Для создания проблемной ситуации можно эффективно использовать опыты и демонстрационные эксперименты.

Предположим, перед младшими кружковцами поставлен проблемный вопрос: «Почему Земля, двигаясь по орбите, не кувыркается, а сохраняет в пространстве определенный наклон оси своего вращения?» Если ребята затрудняются с ответом, то рекомендуется продемонстрировать устойчивость вращающегося волчка, а также задать дополнительный вопрос: «Почему на движущемся велосипеде удержать равновесие гораздо проще, чем на неподвижном?»

Размышления и рассуждения по поводу опыта и дополнительного вопроса позволят ребятам сделать по сопоставлению правильный вывод.

Еще лучше продемонстрировать в данном случае эксперимент, предложенный Р. И. Цветовым. Для его постановки необходимо велосипедное колесо, в качестве оси вращения у которого используется металлический стержень длиной 35—40 см и сечением 35—40 мм. Колесо насаживается на один конец стержня, а к другому привязывается достаточно прочный полуметровый шнур.

Опыт выполняется следующим образом.

Одной рукой стержень удерживается в горизонтальном положении, а другой — с силой раскручивается колесо. Когда колесо раскручено до необходимой скорости, следует взять в руку свободный конец шнура, а стержень отпустить. К удивлению ребят горизонтальное положение оси вращения колеса сохранится. Так будет, если даже другой рукой ударить сверху по стержню.

Демонстрация описанного эксперимента помогает ввести кружковцев в проблемную ситуацию. Этот опыт рекомендуется использовать при объяснении причин смены дня и ночи и времен года.

В процессе разрешения проблемной ситуации можно эффективно использовать исследовательский метод. Его также называют эвристическим, или субъективно-творческим. Последним названием хотят подчеркнуть, что ученик в процессе самостоятельного исследования проблемы, как правило, приходит к давно известному или даже ошибочному результату. Но по своей психологической сути поиск истины при этом практически не отличается от научного творчества, когда итогом может стать приобретение новых сведений.

Как подчеркивают специалисты в области педагогики и психоло-

гии, для ребенка усвоение неизвестного ему процесса, явления, закона становится открытием.

Учащиеся в поиске результата проходят основные этапы научного творчества: постановка задачи, формулировка рабочих гипотез, выбор путей, способов и средств для их проверки, реализация намеченной программы работы, обработка, анализ и оформление полученных результатов.

На учебный год целесообразно отобрать несколько тем, подлежащих освоению исследовательским методом.

В качестве примера рассмотрим использование этого метода при изучении темы «Природа лунных кратеров».

1. В процессе вводной части занятия, опираясь на результаты собственных наблюдений, анализируя профессиональные снимки Луны, кружковцы устанавливают, что наиболее характерной формой лунного рельефа являются кратеры, самостоятельно делают вывод о разнообразии их размеров и степени сохранности. В итоге они должны прийти также к выводу о разновозрастности форм лунного рельефа.

2. Руководитель предлагает ребятам сформулировать гипотезы происхождения кратеров. Обычно выдвигают два пути образования: ударный и вулканический. Затем рекомендуется сформировать два коллектива кружковцев, которые должны предложить и обосновать методы и средства проверки выдвинутых гипотез.

3. Далее осуществляется реферирование книг и статей по данному вопросу.

4. Следующий этап — обсуждение прочитанного на семинаре.

5. Затем оба коллектива формулируют задачи и возможные технические средства экспериментов и исследований, которые целесообразно использовать для уточнения картины образования и эволюции лунных кратеров.

В ходе освоения данной темы рекомендуется провести эксперименты по моделированию ударных, а если удастся, и взрывных кратеров. Можно продемонстрировать, например, образование кратеров на поверхности цементного порошка при падении на нее металлических шариков разного размера, а также порций цемента, падающих с разной высоты. Советуем предварительно покрыть цемент тонким слоем порошка другого цвета (например, зубным порошком). В этом случае можно будет увидеть образование радиальных светлых лучей, расходящихся от вала кратера.

Руководитель должен проследить, чтобы основная информация, получаемая во время подобных занятий, фиксировалась бы кружковцами в тетрадах.

Из практики работы известно, что руководителю некоторые звенья исследования приходится брать в той или иной степени на себя. Это зависит от сложности решаемой задачи, а также от возраста, подготовленности, интеллектуально-творческих возможностей кружковцев. Чем большей самостоятельности достигнут ребята, тем в большей мере юные астрономы овладеют исследовательским уровнем понимания и решения данного проблемного задания.

Итак, в основе каждого проблемного задания должно лежать противоречие между тем, что есть в распоряжении ребят, и тем, что они хотят получить. Разрешение этого противоречия — суть процесса проблемного и исследовательского обучения. Противоречие, заключенное в задании, будит мысль, активизирует творчество.

Читатель еще не раз найдет здесь примеры использования проблемного и исследовательского методов и в учебной, и в конструкторской, и в научно-исследовательской деятельности кружка.

2.2. САМОПОДГОТОВКА РУКОВОДИТЕЛЯ

Ведущее место в подготовке руководителя принадлежит самообразованию, так как государственная система подготовки руководителей кружков пока отсутствует.

Самоподготовку следует осуществлять по двум основным направлениям: повышение квалификации в области астрономии и смежных с ней дисциплин, совершенствование педагогического мастерства.

Школьники, записавшиеся в астрономический кружок, обособленно полагают, что именно здесь они смогут почерпнуть новейшие сведения о Вселенной. Это обязывает руководителя поддерживать эрудицию на достаточно высоком уровне. В наше время, когда Вселенная изучается в таком широком спектре, когда вступают в строй все новые астрономические инструменты на Земле, в космосе и даже под землей, сделать это совсем не просто. Необходимо будет ознакомиться с обширной научной и научно-популярной литературой. Основные издания, которые будут полезны руководителю кружка, следующие: научно-популярные журналы «Земля и Вселенная», «Природа», «Наука и жизнь», реферативный журнал «Астрономия», ежемесячно выходящие в издательстве «Знание» брошюры серии «Астрономия, космонавтика». Наиболее значительные итоги изучения Вселенной можно найти в переменной части «Астрономического календаря» ВАГО.

Для понимания с достаточной глубиной материалов, публикуемых в периодике и в иной астрономической литературе, необходимо специальное образование. Если систематическая специальная подготовка отсутствует, то для самообразования рекомендуем прежде всего использовать учебник по курсу общей астрономии для университетов [10]. Эта книга доступна для любителя астрономии, имеющего хотя бы среднее образование. Хорошим справочным пособием послужит книга «Физика космоса: Маленькая энциклопедия» [7].

Благодаря обилию массовых источников информации, вполне возможны случаи, когда кружковцы о некоторых новостях астрономии узнают раньше преподавателей. Опасаться этого не следует. Информированность ребят надо только приветствовать.

Но есть знания и навыки, которыми руководитель кружка должен обладать непременно. Это, прежде всего, уметь ориентироваться в лабиринте звезд и созвездий, находить наиболее интерес-

ные объекты для наблюдений, пользоваться картами, атласами и справочниками, обращаться с инструментарием кружка. Необходимый минимум знаний и умений руководитель сможет приобрести с помощью трех основных справочных изданий: «Астрономического календаря» (постоянная и переменная части), «Справочника любителя астрономии» П. Г. Куликовского и «Что и как наблюдать на небе» В. П. Цесевича. Знание звезд и созвездий можно приобрести всего за год наблюдений с помощью книги Ф. Ю. Зигеля «Сокровища звездного неба».

Если поблизости от места расположения кружка есть астрономическое учреждение или высшее учебное заведение с соответствующей кафедрой, то руководитель должен наладить с ними постоянный контакт. Это даст возможность консультироваться со специалистами, посещать научные семинары, пользоваться библиотекой. Надо постараться, чтобы один из авторитетных сотрудников согласился стать официальным куратором кружка.

Повышению квалификации будет способствовать также стажировка руководителя (иногда вместе с несколькими кружковцами) на базе профессиональной или базовой любительской обсерватории. Руководители астрономических учреждений обычно дают на это согласие в случае предварительной договоренности с ними. Возможная продолжительность стажировки — от нескольких дней до 2—3 недель. Тематика ее может быть общеобразовательной или узконаправленной, в зависимости от предварительной подготовленности руководителя и выбранного профиля работы кружка. В любом случае программа стажировки должна быть одобрена соответствующими специалистами и руководством обсерватории. При первом контакте с астрономическим учреждением обращаться следует к директору или к ученому секретарю. В случае необходимости за содействием можно обратиться в Центральный совет ВАГО.

В плане совершенствования педагогического мастерства руководитель должен, прежде всего, полагаться на собственные силы.

Во-первых, надо обратить внимание на анализ и накопление своего опыта.

Во-вторых, не замыкаясь в «собственной скорлупе», использовать все возможности для ознакомления с опытом других любительских астрономических коллективов.

С самого начала следует анализировать каждое прошедшее занятие кружка. Не полагаясь на память, рекомендуем регистрировать все методические находки и свои соображения относительно неудавшихся моментов занятия. Это позволит учитывать и то и другое при подготовке следующей темы.

Как показывает опыт, разбор собственного занятия, проведенный по свежим впечатлениям, занимает всего 20—30 мин и входит в привычку всего через 2—3 месяца. Аналитические заметки можно делать прямо в тетради для конспектов. (Для этого используют вторую сторону каждого развернутого листа тетради либо свободное место после плана очередного занятия.)

Планы или конспекты занятий, замечания и дополнения к ним,

интересные факты, образы, сравнения, вопросы, задачи, упражнения и т. п. можно составлять, накапливать и хранить также на отдельных листах в тематических папках по разделам программы. Некоторые руководители кружков считают наиболее целесообразным оформлять подобные методические материалы в виде картотеки.

Читатель сам определит оптимальную для себя форму хранения информации. Главное, чтобы материал было удобно накапливать, обновлять и использовать.

Руководителю-новичку мы рекомендуем познакомиться в журнале «Земля и Вселенная» с разделом «Любительская астрономия». Здесь он найдет материалы о лучших коллективах юных астрономов, о наиболее удачных конструкциях самодельных приборов, рекомендации к наблюдениям, а также их результаты. Аналогичную информацию можно найти в «Энциклопедическом словаре юного астронома». О других источниках информации будет сказано в следующих главах.

Начинающему руководителю много даст переписка с более опытными коллегами. Посоветоваться о выборе постоянного шефа-корреспондента в соответствии с географическим положением и профилем работы последнего можно в Центральном совете ВАГО.

Наиболее плодотворны личные контакты с другими руководителями. Элементы полезного можно найти даже в работе кружков неастрономического профиля. Если в коллективе несколько руководителей-астрономов, то взаимопосещения занятий, семинары по обмену опытом должны стать систематическими.

Подобный обмен опытом следует организовать и в рамках города, области, республики, как это давно имеет место в Крымской, Винницкой, Днепропетровской областях Украины. В этом случае семинарские занятия лучше проводить поочередно на базе нескольких коллективов. Разумеется, эти мероприятия должны планироваться заранее, чтобы астрономический коллектив — «хозяин» очередной встречи мог соответствующим образом подготовиться. Опыт проведения подобных «кочующих» семинаров на базе лучших коллективов накоплен, например, в Москве. Здесь методические объединения руководителей астрономических кружков неоднократно проводились в Московском планетарии, в Московском городском дворце пионеров, в народной обсерватории Дворца культуры ЗИЛа, в обсерватории Дворца пионеров Фрунзенского района, в Доме пионеров подмосковного города Железнодорожный. Каждое посещение коллектива, имеющего свои традиции, свой профиль работы, свои достижения, позволяет узнать много нового и интересного, многому научиться. Поистине, лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать.

Наряду с вопросами организационно-методического характера, в программу семинаров следует включать ознакомление с самодельными приборами и инструментами, практические занятия по постановке лабораторных экспериментов и наблюдений, сообщения о новостях и проблемах астрономии.

К подготовке докладов по научной тематике рекомендуется при-

влекать, где это возможно, астрономов-специалистов и, прежде всего, руководителей кружков. На областные и республиканские семинары докладчиков можно пригласить через Центральный совет ВАГО. Следует также иметь в виду, что при правлении Всесоюзного общества «Знание» и его республиканских организациях есть профильные секции и штатные работники, которые призваны оказывать помощь в пропаганде астрономии и, в частности, могут принять участие в проведении семинаров.

Мы рассказываем здесь об организации семинаров, так как с инициативой их проведения может выступить любой руководитель астрономического кружка. С этим предложением ему следует обратиться в местное отделение ВАГО, в органы народного образования, в астрономический коллектив центрального внешкольного учреждения своей территории.

Интенсивный обмен опытом проходит на организуемых каждые четыре года Всесоюзных слетах юных астрономов, а также на семинарах руководителей астрономических кружков. По вопросам участия в этих мероприятиях следует обращаться в юношескую секцию Центрального совета ВАГО.

2.3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В КОЛЛЕКТИВАХ ЮНЫХ АСТРОНОМОВ

При всем разнообразии видов деятельности, характерных для коллективов юных любителей астрономии, они могут быть сгруппированы в три основных блока: теоретические занятия, лабораторно-практические работы, наблюдения в природе.

Каждое из направлений работы имеет свои функции и достоинства.

Теоретические занятия призваны обеспечивать должный уровень эрудированности кружковцев в области астрономии и смежных с нею наук.

Соответствующая теоретическая подготовка, знание основных понятий, законов природы — все это является предпосылкой всякой интеллектуальной творческой деятельности, формирования мировоззрения.

Отсутствие теоретического фундамента может породить у ребят легковесность суждений, привести юных астрономов к гипотезомании.

Определенный уровень знаний необходим для осмысленного выполнения лабораторно-практических работ и астрономических наблюдений. Чем больше известно кружковцу об объекте изучения, тем больше он сумеет увидеть и понять в процессе собственных наблюдений и экспериментов.

С другой стороны, не менее важна, в особенности в астрономическом кружке, разнообразная практическая деятельность школьников.

Практические работы могут стать составной частью теоретического занятия, самостоятельной формой учебной деятельности,

средством для пополнения материальной базы кружка, формой научного исследования.

Именно практические занятия в наибольшей мере позволяют каждому кружковцу проявить свою индивидуальность, свои склонности и способности, реализовать на деле полученные прежде знания.

Значительная часть практических работ в астрономическом кружке традиционно имеет общественно полезную направленность, что позволяет привлекать школьников к производительному труду.

В процессе практической деятельности юный астроном овладевает разнообразными общетехническими навыками, которые окажутся полезными в дальнейшей жизни независимо от будущей профессии.

Разумное сочетание основных видов деятельности позволит реализовать принцип соединения обучения с производительным трудом, связи учебного процесса с жизнью, единства теории и практики.

Я. А. Коменский в «Великой дидактике» писал: «Учение следовало бы начинать не с словесного толкования о вещах, но с предметного над ними наблюдения».

Астрономические наблюдения, лабораторные работы и эксперименты, демонстрация макетов и моделей — все это вполне доступные варианты «предметного наблюдения» на занятиях в кружке юных астрономов. Так как наблюдения по условиям видимости конкретных объектов, по состоянию погоды не всегда совпадут с соответствующей темой занятия, то, памятуя советы Я. А. Коменского, надо стремиться пронаблюдать заранее все необходимое и возможное. При этом руководитель комментарием во время наблюдения или беседой по его завершении должен зафиксировать в сознании учащихся (а также и в их дневниках) тот результат, который будет проанализирован на будущих занятиях. Разумеется, в дальнейшем, после изучения данной темы, наблюдение желательно повторить уже на базе новых знаний.

В практике работы кружка два или все три вида деятельности зачастую переплетаются даже в рамках одного занятия. Однако для удобства читателей каждый вид работы в дальнейшем будет рассмотрен по отдельности. Ведь и теоретические занятия, и лабораторно-практические работы, и наблюдения имеют свои специфические методы, приемы и средства.

2.4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Теоретические занятия в астрономическом кружке как в кружке научно-исследовательского профиля занимают особое место.

Базой этих занятий являются знания, приобретаемые кружковцами в школе, а также по каналам массового вещания и путем самостоятельного чтения.

Формы теоретических занятий в астрономическом кружке весьма разнообразны. Рассмотрим основные из них.

ЛЕКЦИИ И БЕСЕДЫ

Лекционный метод преподавания не может быть основным в работе кружка, так как он не предполагает активного участия аудитории. Вместе с тем в ряде случаев проведение хотя бы части занятия в форме лекции вполне возможно и целесообразно. Темой лекции обычно являются вопросы, изложение которых не может опираться на знания кружковцев. Продолжительность лекции на кружковом занятии — от 20 до 40 мин. По данным психологов, в каждую лекцию целесообразно включать не более 3—5 вопросов и проблем.

С самого начала необходимо прививать навыки конспектирования лекции, учить кружковцев по ходу занятия формулировать и записывать возникающие вопросы. Только это позволит эффективно использовать время занятия и эрудицию лектора.

Беседа несомненно является одной из основных форм проведения занятий.

Беседа, протекающая в свободной и доброжелательной атмосфере и предполагающая активное участие в ней большинства присутствующих, обладает исключительным дидактическим и воспитательным потенциалом. От руководителя кружка зависит, чтобы все его воспитанники не стеснялись высказывать свои мысли по обсуждаемой проблеме, не боялись при этом ошибиться. Такие занятия должны стать школой активного самостоятельного мышления, творческого участия в поиске истины, стимулом для самообразования.

Что может послужить началом беседы?

Профессор М. Е. Набоков полагал, что лучше всего в беседе исходить из фактов, установленных школьниками в процессе предварительных астрономических наблюдений.

Другим вариантом начала беседы может стать прочтение по теме занятия фрагмента из труда известного астронома с последующим обсуждением.

Активизации беседы поможет постановка вопросов с двумя-тремя вариантами ответа. Например, можно спросить: «Что произойдет с двумя галактиками, столкнувшимися друг с другом со скоростью 1000 км/с?» Ответы могут быть: «1. Они пролетят, не заметив друг друга. 2. Галактики взорвутся. 3. Они сольются в одну галактику». В итоге обсуждения ребята образнее представят межзвездные расстояния.

Могут быть вопросы и без готовых ответов. Так, после наблюдения Луны можно поставить вопрос: «Почему в системе Земля — Луна, которые скорее всего сформировались одновременно и в сходных условиях, в настоящее время так велики различия в строении рельефа?» При обзоре планет земной группы может быть сформулирована проблема: «Чем можно объяснить, что Меркурий, Венера, Земля и Марс, обладающие существенным различием физических условий, имеют на своей поверхности кольцевые структуры?»

Беседа с использованием исследовательского метода успешно может быть проведена со школьниками старше 7 класса, чаще все-

го на втором и последующих годах занятия в кружке. Это позволит ребятам опираться на знания, приобретенные в кружке и в школе.

Приведем примеры.

Знание принципов радиофизических исследований поможет кружковцам самостоятельно прийти к выводу о возможности их применения для измерения температуры различных слоев лунной коры.

Интересно исследовательский метод применить к теме «Затменно-двойные звезды» для анализа изменения кривых блеска. Такой анализ, как известно, позволяет определить радиус, угол наклона и форму орбиты звезды-спутника, период ее обращения, блеск, размеры и массы компонентов системы. Желательно, чтобы школьники произвели анализ кривой блеска звезды, полученной в процессе собственных наблюдений.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА С ЛИТЕРАТУРОЙ

Работа с литературой — неперенное условие плодотворной деятельности астрономического кружка, главное средство самообразования кружковцев.

Часть ребят еще до прихода в кружок увлечена чтением научно-популярной литературы. Но их обычно меньшинство. Задача руководителя — привить вкус к серьезному познавательному чтению всем кружковцам. Для начала следует порекомендовать несколько научно-популярных книг достаточно широкого профиля. Таких, как «Очерки о Вселенной» Б. А. Воронцова-Вельяминова, «Извечные тайны неба» А. А. Гурштейна, книги Ф. Ю. Зигеля, И. А. Климишина и т. п. В дальнейшем, приступая к изучению очередной темы, руководитель называет все новые книги, брошюры, статьи.

Некоторые руководители показывают ребятам рекомендуемую литературу, зачитывают вслух два-три наиболее интересных фрагмента, обрывают чтение так, чтобы у кружковцев появилось желание узнать, о чем сказано далее.

Уже на одном из первых кружковых занятий надо рассказать, как знакомиться с книгой (обложка, титульный лист, аннотация, выходные данные), как отыскать книгу в библиотеке с помощью каталога. На последующих занятиях надо научить ребят приемам работы с книгой, умению конспектировать прочитанное, делать выписки отдельных мыслей и фактов с целью их накопления и систематизации. Наиболее серьезным кружковцам можно порекомендовать завести библиографическую картотеку.

Совершенно необходимо провести несколько практических занятий с литературой. Для первых случаев руководитель отбирает источники, содержащие информацию, наиболее интересную и доступную для данного возраста. На одном занятии руководитель раздает каждому «свою» брошюру или статью с тем, чтобы через 40—50 мин они коротко познакомили остальных с прочитанным. В другом случае целесообразно организовать фронтальную работу по теме занятия с одним и тем же источником. (Для этого необходимо иметь хотя бы несколько книг в 10—15 экземплярах.) Работа с

источниками выполняется индивидуально или парами. Преподаватель во время таких занятий следит за работой ребят, по мере необходимости объясняет непонятное.

В кружке должна быть обеспечена возможность самостоятельной работы с литературой и вне расписания занятий, чтобы ребята могли познакомиться с новинками литературы, а также для подготовки рефератов, докладов, для изучения инструкций к наблюдениям. Если есть финансовая возможность подписаться на газетно-журнальные вырезки по темам «Астрономия», «Космонавтика», то и их следует использовать в качестве источников оперативной информации. Обработку вырезок можно поручить группе кружковцев. Они отбирают наиболее интересные вырезки для специального стенда, готовят реферативные сообщения, раскладывают или расклеивают публикации по папкам и альбомам. На стенде могут быть рубрики: «Новости с орбиты», «Загадки, гипотезы, открытия», «Астрономическая техника», «Любительская астрономия» и т. п. В альбомах и папках должна быть более подробная рубрикация. Например, «Планеты», «Солнце», «Звезды». В присылаемых вырезках бывает проставлена дата, название издания. Эта маркировка должна быть сохранена в подборках.

В заключение хотелось бы подчеркнуть важность индивидуального подхода, в особенности в начальный период работы кружка. Каждому следует рекомендовать литературу доступную, в соответствии с подготовленностью и интересами.

ДОКЛАДЫ И РЕФЕРАТЫ КРУЖКОВЦЕВ

Реферирование астрономической литературы и подготовка тематических докладов — эффективное средство теоретической подготовки кружковцев, развития их творческой самостоятельности. Вместе с тем это — способ научить ребят связно и в системе излагать научно-техническую информацию в устной и письменной форме. Даже в кружке занимательной астрономии для младших школьников всегда находится несколько человек, способных по своему развитию к публичному выступлению. По примеру первых докладчиков, благодаря высокой активности подростков, захотят выступить и другие. Менее подготовленным можно поручить для начала выступить с коротким рефератом популярной статьи.

В кружке общей астрономии, где занимаются средние и старшие подростки, рефераты и доклады становятся основной формой теоретических занятий. В первые месяцы надо ограничиться короткими реферативными сообщениями. Только во втором полугодии, когда руководитель лучше узнает ребят, а они приобретут некоторые знания и освоятся в коллективе, можно начать систематическую постановку докладов.

Тематика докладов в кружке должна быть более узкой, нежели тематика популярных лекций, и предполагает углубленное рассмотрение проблем.

Доклады в кружке могут быть посвящены:

1. Вопросам истории астрономии: «Галилео Галилей — основоположник телескопической астрономии», «Развитие астрономии в древних цивилизациях», «Астрономические представления древних греков», «Как измерили Землю», «Михаил Ломоносов — астроном», «Как создавалась коперниканская система мира», «Как открывали Галактику».

2. Рассмотрению отдельных вопросов общей астрономии: «Комета Галлея», «Исследование Венеры космическими станциями», «Современное состояние проблемы жизни на Марсе», «Солнце и жизнь», «Перспективы использования солнечной энергии», «Существовала ли планета Фазтон?», «Крупнейшие метеориты», «Что такое астероиды?», «Кратеры в Солнечной системе».

3. Методам и инструментам астрономических и космических исследований. Здесь темы сообщений могут быть посвящены работе отдельных обсерваторий, крупнейшим инструментам (БТА, ЗТШ, РАТАН-600, нейтринный телескоп), телескопам, работающим в космосе, перспективным методам и инструментам.

4. Результатам собственных наблюдений и экспериментов.

5. Областям науки и техники, литературы и искусства, прямо или косвенно связанным с программой кружка: «Ускорители частиц», «Возможны ли антимирры?», «Что такое ТОКАМАК?», «Лазеры: вчера, сегодня, завтра», «Сможет ли машина опознавать образы?», «Индустрия в космосе», «Астрономия в поэзии», «Космическая фантастика в живописи»...

Приведенная тематика, разумеется, не исчерпывает возможного содержания докладов. Кружковцы выбирают темы для работы обычно по желанию и интересу. Руководитель кружка заботится о том, чтобы темы оказались доступны ребятам.

На одном занятии могут быть сделаны одно-два сообщения, каждое продолжительностью 15—20 мин. Рефераты могут длиться всего несколько минут. Это заставит выступающих выделить главное, наиболее существенное.

При подготовке выступления рекомендуется его текст вначале изложить в письменном виде. Письменный вариант сообщения может быть более подробным. На основе подготовленного текста можно составить тезисы, которыми и следует пользоваться во время выступления. Читать текст доклада нецелесообразно: уровень восприятия при этом в два раза снижается по сравнению с живой речью. Кружковцы во время выступления товарища конспектируют услышанное. Первое время им в этом придется помочь.

После завершения доклада присутствующие задают вопросы, высказывают мнение о прослушанном, сообщают дополнительную информацию по теме. Руководитель может обратить внимание лишь на наиболее типичные недостатки доклада и непременно должен поддержать докладчика. Все другие замечания лучше сделать в индивидуальной беседе в другое время и даже (из педагогических соображений) в другой день. Нельзя не учитывать, что для докладчика выступление в кружке — событие.

Текст доклада авторы сдают руководителю. Во многих кружках

серьезное внимание уделяется внешнему оформлению написанного. В этом есть резон. Аккуратно написанная и красиво оформленная работа не только становится осязаемым итогом творческого труда автора, но служит источником информации для последующих поколений кружковцев.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ, УЧАСТИЕ В ОЛИМПИАДАХ

Решение задач на занятиях астрономического кружка вполне оправдано.

Во-первых, это способствует углублению знаний, приложению теории к практике. Во-вторых, задачи активизируют мышление, позволяют каждому испытать свои возможности. В-третьих, решение задач — один из путей обратной связи, источник информации для руководителя об эффективности проводимых им занятий.

Задачи могут иметь числовой и качественный характер.

Широкое применение качественных вопросов, задач, решение которых требует обычно меньшей затраты времени, значительно повышает эффективность учебного процесса, делает занятие более насыщенным, интересным. Рекомендуется отдавать предпочтение задачам, требующим не только знаний школьной и кружковой программ, но прежде всего рассчитанным на сообразительность. Например, при изучении темы «Затмения» можно предложить вопросы: «Когда слово «затмение» полнее отражает физический смысл происходящего явления: во время солнечного или во время лунного затмения?». «Можно ли на Луне наблюдать солнечное затмение? А земное?», «На какой планете может одновременно происходить затмение Солнца и затмение спутника планеты?»

Вместе с тем астрономия не мыслима без математических расчетов. В этом кружковцы легко смогут убедиться в процессе решения многих задач. Определяя соотношение качественных и количественных задач, нужно соблюдать чувство меры. М. Е. Набоков совершенно обоснованно предостерегает от излишнего увлечения «математизацией задач, которая в некоторых случаях вместо рассмотрения сущности и следствий подлинного явления природы дает лишь сухое чисто формальное описание, подменяя существо явления математикой».

Математические расчеты надо включать в задачи, когда это необходимо по самой сути (сферическая астрономия, время, законы Кеплера, определение масс небесных тел и расстояний до них, расчет оптических систем и т. п.).

Существует несколько способов организации решения задач. Вопросы и задачи, не требующие сложных вычислений, могут быть предложены всему составу кружка по ходу занятия, проходящего в форме беседы. В другом случае решению нескольких задач может быть посвящено практически все занятие.

Для того чтобы все могли работать с постоянным и достаточным напряжением, рекомендуется раздавать кружковцам несколько вариантов заданий разной степени сложности. Можно рекомендовать

и «бригадный» метод решения задач. В бригады кружковцы объединяются по собственному желанию. Совместное обсуждение путей решения поставленной задачи обычно активизирует всех его участников. При малом составе кружка можно обходить кружковцев и выслушивать их ответы, можно предложить передавать ответы на стол руководителю в виде записок, целесообразно, наконец, поручить справившимся ребятам проводить опрос остальных. Нельзя считать оправданной выдачу задач для обязательного домашнего решения (кроме наблюдений). Исключение может быть сделано для кружковцев, которые сами просят об этом. Не рекомендуется ставить оценки за решение предлагаемых задач. При правильной организации этой работы обычно не приходится думать о мерах поощрения. Лучшая награда — удовлетворение, которое испытывает всякий, решивший трудную задачу.

Работа по подготовке к участию в астрономической олимпиаде проводится со всем составом кружка или факультативно с наиболее склонными к тому ребятами. Лучший способ подготовки — разбор и решение олимпиадных задач, предлагавшихся ранее. Задачи московских астрономических олимпиад неоднократно публиковались на страницах «Школьного астрономического календаря» и журналов «Квант», «Земля и Вселенная», «Физика в школе».

Подбор упражнений, вопросов и задач в соответствии с программой кружка не представит особой трудности. Помимо специальных сборников, можно использовать учебники и учебные пособия [10—14, 30], а также многие научно-популярные книги [36, 37, 40, 47, 51, 52]. Рекомендуем также оригинальную книгу П. В. Маковского «Смотри в корень!» (Сборник любопытных задач и вопросов. — 5-е изд. — М.: Наука, 1984) и прекрасный трехтомник Эрика Роджерса «Физика для любознательных», содержащий массу задач по основным разделам физики и астрономии (М.: Мир, 1972. — Т. 1, 2; 1973. — Т. 3). Как показывает опыт, много вопросов и задач может родиться в процессе общения руководителя с кружковцами, а также при продумывании им очередного занятия.

ВСТРЕЧИ СО СПЕЦИАЛИСТАМИ

Общение юных астрономов со специалистами имеет большое познавательное, воспитательное и профориентационное значение. Руководитель кружка не должен упускать возможностей организации такого общения. Это могут быть посещения лекций ученых, экскурсии и поездки в астрономические обсерватории, приглашение специалистов на занятие кружка, на массовые мероприятия.

Если планируется поездка в обсерваторию, то необходимо заранее обсудить программу экскурсии с руководством обсерватории. Следует предусмотреть знакомство с основными инструментами, фотоприемниками, мастерскими и лабораториями, вычислительным центром, наиболее интересными изданиями в библиотеке. Отправляясь в такую поездку, ребята, конечно, мечтают что-либо пронаблюдать в телескоп. Надо попытаться обеспечить для них демон-

страционные наблюдения хотя бы с помощью гида или искателя. В заключение знакомства с обсерваторией желательно организовать беседу кружковцев с одним из руководителей или ведущих сотрудников.

Надо попросить затронуть в беседе следующие вопросы: содержание и специфика работы в астрономическом учреждении, модель идеального сотрудника обсерватории, профессиональный состав штата обсерватории, перспективы развития, совершенствование технических средств и методов, актуальные проблемы астрономии, рекомендации кружку. Здесь можно вручить обсерватории памятный подарок, сувениры с видами родного города, снимки астрономических объектов, полученные в кружке.

По возвращении следует 1—2 занятия посвятить обсуждению итогов экскурсии. Отчет о поездке может прозвучать на общем собрании коллектива. К этому времени надо подготовить альбом или фотовыставку. Лучшей иллюстрацией рассказа станут, конечно, снятые ребятами в поездке слайды, кинофильм.

Если нет возможности посетить крупную обсерваторию, целесообразно познакомиться с астрономическими и оптическими лабораториями местного университета, педвуза или другого учебного заведения. Большой интерес представили бы экскурсии на оптико-механические предприятия или работающие на их базе ПТУ.

Встречи со специалистами следует использовать также для получения консультаций. Они могут стать началом сотрудничества, шефства специалистов или учреждения над астрономическим кружком.

СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Семинары, наряду с лекциями, являются основной формой теоретических занятий в астрономическом кружке для старшеклассников. От бесед они отличаются большей предварительной подготовленностью и самостоятельностью участников.

Руководитель, планируя изучение очередного раздела программы, заранее распределяет темы теоретического курса между лекциями и семинарами.

Семинар — весьма подвижная форма занятия. За время работы старшего кружка семинар может «пережить» ряд стадий в своём развитии.

В начале учебного года в одном случае руководитель использует семинарские занятия для рассмотрения тем, усвоение которых возможно лишь с привлечением таких форм, как активная дискуссия, решение задач, выполнение упражнений. Участие в этих семинарах еще не требует предварительной подготовки кружковцев.

В другом случае семинар проводится по теме прочитанной ранее лекции. Теперь цель семинара — расширить и углубить полученную информацию, сделать ее более конкретной, проработать наиболее сложные проблемы, поднятые в лекции. Здесь кружковцы

выясняют возникшие вопросы, упражняются в решении задач на данную тему, подбирают примеры к лекции.

Семинар может стать также итогом изучения крупных разделов программы: «Методы астрофизики», «Физика планет», «Внегалактическая астрономия» и т. п. В проведении таких семинаров роль кружковцев возрастает. Некоторые ребята по литературным источникам прорабатывают достаточно узкие вопросы изученной темы и выступают на семинаре с докладами. Основой обсуждения спорных проблем на семинарском занятии могут послужить 2—3 доклада, каждый из которых освещает определенную концепцию.

Тематические семинары обычно начинают работать, когда изучение теоретического курса программы уже завершено, т. е. не ранее третьего этапа кружковых занятий. Продолжительность функционирования тематического семинара с сохранением основного состава участников колеблется от полугода до трех лет; число участников — от 4 до 10 человек.

На тематических семинарах обсуждаются планы работы его участников, углубленно изучается теория, рецензируются новые публикации, заслушиваются сообщения об экспериментах и наблюдениях, выполненных кружковцами.

Семинары рекомендуется делать открытыми и для более младших кружковцев. В ряде случаев целесообразно приглашать на семинар членов кружков физики, математики, электроники, биологии, экспериментального конструирования. В итоге семинар будет работать более плодотворно. Не исключено, что он пополнится новыми постоянными участниками.

Итогом семинарских занятий может стать общая для всех старших кружковцев конференция.

В рамках работы семинаров определенное внимание может быть уделено занятиям по физике и математике, тем более что их можно насытить астрономическим содержанием. Такой опыт имеется.

2.5. ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Постановка лабораторно-практических работ необходима и целесообразна на всех этапах жизни астрономического коллектива.

Прежде всего, это — изготовление простейших приспособлений и приборов для наблюдений в кружке занимательной астрономии, а также выполнение силами младших школьников некоторых наглядных пособий. Кроме того, в кружке общей астрономии лабораторно-практические работы дополнят и сделают более интересными теоретические занятия, приблизят «небесное к земному». Некоторые примеры таких работ, реализуемых с помощью доступных средств, приведены в разделе «Кружок общей астрономии».

Целый комплекс работ можно поставить по курсу «Методы практической астрофизики» для школьников более старшего возраста. Астрофизический практикум рекомендуется разбить на две серии.

Первая — чисто учебная, с использованием в основном приборов школьного физического кабинета, таких, как стандартные наборы

и установки по геометрической оптике, спектроскопии, дифракции, интерференции, поляризации света, фотометрии и т. п.

Работы, составляющие вторую серию, носят более творческий характер и ставятся на более сложной технической основе.

При организации учебного практикума в качестве методической литературы можно использовать пособия для учителей физики, а также материалы, публикуемые в журнале «Физика в школе» [22].

Если подходящая литература отсутствует, то руководителю придется самостоятельно подготовить соответствующие описания работ, воспользовавшись для этого документацией, прилагаемой к школьным физическим приборам. Составление некоторых описаний — посильная задача и для наиболее подготовленных старших кружковцев. Эти ребята в дальнейшем могут взять на себя роль лаборантов-инструкторов.

Физические приборы желательно иметь в 6—8 экземплярах. Это позволит выполнять работы фронтально в соответствии с планом теоретических занятий. Если оборудования недостаточно, можно кружковцев сначала ознакомить со всеми методами астрофизики теоретически, а затем приступить к выполнению лабораторных работ по кольцевому графику. В итоге все кружковцы, разбившись парами, выполняют запланированные работы.

Учебная серия лабораторных работ может быть предусмотрена планом кружка общей астрономии или же проведена в первой части практикума в кружке по астрофизике для старших воспитанников. В последнем случае серию учебных работ рекомендуется завершить зачетом, который явится своеобразным допуском к экспериментальной части практикума.

По своему содержанию и методике проведения первые лабораторные эксперименты в астрофизическом кружке (на III этапе кружковых занятий) — аналог соответствующих задач вузовского практикума, адаптированного, разумеется, с учетом возраста ребят и имеющегося в кружке оборудования.

Объединившись в бригады по 2—4 человека, кружковцы выполняют по несколько работ возрастающей сложности. (Примерный перечень приведен в разделе «Экспериментальный практикум».) Деятельность кружковцев носит вначале субъективно-творческий характер.

В дальнейшем, с ростом квалификации, юные астрономы приступают к выполнению лабораторных работ, являющихся частью научно-любительской деятельности кружка. Это, например, изучение характеристик светофильтров и фотоприемников, исследование материалов фотографических и спектральных наблюдений, выполнение экспериментов с фотометрическими макетами Луны и т. п.

Как быть, если кружок не располагает необходимым лабораторным оборудованием?

Во-первых, многое можно создать собственными силами. Об этом рассказано в разделе «Третий этап работы астрономического кружка» и в главе «Материальная база и ее использование».

Во-вторых, астрофизический практикум полностью или частично

можно попытаться организовать на базе лабораторий научных учреждений или высших учебных заведений, которые, как правило, сами бывают заинтересованы в подобных контактах в целях профессиональной ориентации. Например, старшие кружковцы Московского городского дворца пионеров несколько лет занимались на кафедрах Московского института инженеров геодезии и картографии под руководством аспирантов и преподавателей по программе, согласованной с руководителями кружков. Причем инициатива сотрудничества в данном случае исходила от сотрудников института.

До сих пор мы говорили о работах, требующих для постановки наличия приборов и инструментов. Нельзя забывать, что целый ряд практических работ астрономического содержания может быть организован с использованием карт, атласов, таблиц, фотографий астрономических объектов, отпечатков спектров и т. п. Множество подобных заданий содержится в сборнике лабораторных работ, составленном М. М. Дагаевым. Этот сборник, рассчитанный на студентов педвузов, содержит достаточное число заданий, доступных для старших кружковцев. Интересные задачи руководитель найдет в сборнике практических работ по звездной астрономии (под редакцией П. Г. Куликовского).

Чтобы убедить кружковцев в важности таких практических работ, рекомендуем рассказать им историю интереснейшего исследования морфологии взаимодействующих галактик, выполненного Б. А. Воронцовым-Вельяминовым только на основе анализа материалов фотографического атласа, составленного за рубежом.

Специальный раздел практических занятий — графическая и математическая обработка результатов наблюдений, полученных в кружке. Здесь можно ограничиться микрокалькуляторами. (Заметим, что приобретение прочных навыков обращения с ними — одна из задач данных практических работ.)

О принципиальной значимости этой части практических занятий следует сказать особо. Порой обработка полученных данных требует от юных астрономов больше времени и скрупулезного труда, чем сами наблюдения. К сожалению, нам известно достаточно примеров, когда массивы ценных научно-любительских наблюдений так и остались необработанными. А это значит, что выполненная школьниками работа оказалась лишена общественно полезного смысла.

Существует и другой, весьма похвальный опыт, когда члены астрономического кружка участвуют в лабораторной обработке результатов наблюдений, накопленных в профессиональных обсерваториях.

Так, уже много лет юные астрономы из кружков Московского планетария и Дворца пионеров столицы помогают обрабатывать стеклянную фототеку в отделе переменных звезд ГАИШа. Подобная кропотливая, монотонная и ответственная работа имеет, вероятно, не меньшее воспитательное значение, чем научное исследование. Руководители кружков, расположенных «в зоне досягаемости» астрономических учреждений, должны это иметь в виду. Тем более что во многих профессиональных обсерваториях, как известно, до-

статочны необработанных материалов. Надо только учитывать специфику условий возможного сотрудничества. Например, 2—3 ребят могут в течение нескольких месяцев работать в самом научном учреждении, график определяется по согласованию с шефом-специалистом и исполнителями. И наконец, самое главное: поскольку столь важная работа выполняется в отсутствие руководителя кружка, ее исполнение должно быть поручено кружковцам, заслуживающим безусловного доверия.

Одним из направлений практической деятельности является общественно полезная работа по изготовлению наглядных пособий, приборов и инструментов как для самого кружка, так и в помощь школе. Здесь накоплен огромный опыт десятками астрономических коллективов школьников. Рекомендации, касающиеся этой важнейшей части работы, приводятся в настоящей и в 5-й главах.

2.6. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

При всей важности теоретических и лабораторных работ сердцевинной деятельности астрономического кружка являются, конечно, наблюдения. Именно они прежде всего определяют специфику этого профильного коллектива.

Астрономические наблюдения в кружке бывают демонстрационными, учебными и научно-исследовательскими (любительскими). Эти три типа наблюдений в основном соответствуют трем этапам занятий школьников в астрономическом кружке. Каждому виду наблюдений соответствуют свои цели и задачи.

Демонстрационные наблюдения носят обзорный характер и соответствуют начальному этапу занятий в астрономическом кружке, когда для многих записавшихся характерен неустойчивый интерес к астрономии. Цель этих наблюдений — развить, закрепить интерес ребят к астрономии и, следовательно, к занятиям в кружке. Задача демонстрационных наблюдений — показать юным астрономам многообразие астрономических объектов и явлений, красоту звездного неба, романтичность астрономии.

Демонстрационные наблюдения целесообразно проводить при фазе Луны от 2 суток до первой четверти. В этот период Луна поражает юных астрономов обилием и четкостью видимых деталей поверхности, не очень сильно мешая наблюдениям созвездий и других объектов. Обзорные демонстрационные наблюдения следует со временем повторять, так как в течение учебного года меняется вид звездного неба, изменяются условия видимости и расположение планет на фоне созвездий, происходит смена фазы Луны. Для этих наблюдений характерно то, что показ объектов и рассказ о них ведет руководитель. Школьники пока не допускаются до самостоятельной работы с оптическими инструментами. По содержанию эти наблюдения являются иллюстрацией к теоретическим занятиям.

Цель учебных наблюдений, которые проводятся в кружке общей астрономии на II этапе занятий, — познакомить и обучить кружковцев методике их проведения, привить навыки работы с оптическими

инструментами, со справочной литературой, с атласами и картами. Если демонстрационные наблюдения являются подготовительными к учебным, то последние в свою очередь готовят кружковцев к проведению научно-любительских работ.

При организации учебных наблюдений перед ребятами ставятся вполне конкретные задачи: что и как наблюдать. Причем действия юных астрономов регламентируются соответствующими инструкциями по проведению данных наблюдений. Задача руководителя как раз и заключается в том, чтобы максимально приблизить в конечном счете действия юных астрономов к требованиям инструкции. В процессе учебных наблюдений кружковцы учатся не только методике их проведения, но также правилам регистрации получаемых результатов, методам обработки. Здесь формируются и развиваются личностные качества, необходимые наблюдателю: аккуратность, добросовестность, пунктуальность, выдержка, объективность, терпеливость, трудолюбие. Эти качества совершенно необходимы при участии в научно-исследовательских наблюдениях.

Тематика учебных наблюдений должна быть разнообразной. Каждой теме наблюдений соответствует курс теоретических занятий и лабораторных работ, что позволяет познакомить ребят с физической природой объекта наблюдения, с методикой наблюдения и обработки.

В процессе учебных наблюдений может сформироваться основное направление научно-любительской деятельности как всего кружка, так и отдельных его звеньев.

Научно-любительские наблюдения — одна из основных форм работы астрономического кружка на III этапе его развития. Они могут быть: систематическими — наблюдения Солнца, переменных звезд; патрульными — наблюдения серебристых облаков, комет; эпизодическими — наблюдения затмений.

По приборному оснащению научно-любительские наблюдения могут быть безыন্ত্রumentальными визуальными, оптическими, фотографическими, фотоэлектрическими, спектральными и т. д.

Цель научно-любительских наблюдений — получение научных данных. (О воспитательных целях и задачах говорится отдельно.)

На каждом этапе астрономических наблюдений предъявляются определенные требования к руководителю кружка, к инструментальной базе, к квалификации кружковцев.

Руководитель кружка прежде всего разрабатывает подробный план самих наблюдений: определяет их цели и задачи, составляет перечень приборов и приспособлений, вспомогательных принадлежностей, намечает те подготовительные мероприятия, которые должны предшествовать данным наблюдениям. На основе этого составляется тематика и план проведения лабораторных работ, где должны быть указаны цели и задачи, необходимые приборы, приспособления и литература, а также описание содержания работ.

Для примера мы ограничимся темами учебных наблюдений и связанных с ними лабораторно-практических работ: «Звездное небо», «Метеоры», «Солнце».

Лабораторная работа

Цель работы: дать знания и навыки для последующего самостоятельного изучения звездного неба.

Задача работы: познакомить юных астрономов с картиной звездного неба, со звездными картами и атласами, дать первоначальные навыки работы с ними и с астрономическим календарем.

Оборудование и принадлежности: демонстрационная подвижная карта звездного неба, атласы, астрономические календари, калька, линейки, карандаши, ластик.

Ход работы: постановка задачи, выдача необходимых принадлежностей, рассказ руководителя кружка о звездных картах, атласах, об их назначении и применении в любительской астрономии, выполнение заданий, подведение итогов лабораторной работы.

Задание № 1. По заданным координатам звезды найти соответствующую карту атласа, определить созвездие, в котором находится эта звезда. Определить характеристики звезды — звездную величину, ее обозначение и собственное имя, является ли она двойной, переменной. Выписать все объекты (кроме звезд), входящие в данное созвездие. Скопировать созвездие на кальку.

Задание № 2. Установить подвижную карту звездного неба на заданный руководителем момент времени суток и года. (Это может быть время предположительного наблюдения кружковцами звездного неба.) Выписать созвездия восходящие, заходящие, кульминирующие. Найти их в атласе звездного неба.

Задание № 3. Найти наилучшее время года для наблюдения планет Юпитер и Сатурн. Определить продолжительность видимости планет на небе в найденные периоды.

В процессе выполнения первого задания кружковцы на практике знакомятся с устройством атласа звездного неба и с принятыми обозначениями небесных объектов. Второе задание дает представление об устройстве подвижной карты звездного неба, позволяет приобрести навыки работы с ней. Третье — предполагает работу кружковцев с астрономическим календарем и с подвижной картой, причем при этом расширяются границы ее возможного использования кружковцами.

Наблюдения невооруженным глазом

Цель наблюдений: запомнить конфигурацию и название созвездий, видимых на небосводе в момент наблюдения.

Задача наблюдений: найти на небе созвездия и примечательные объекты в них, видимые невооруженным глазом.

Оборудование и принадлежности: подвижные карты, атласы, астрономические календари, фонарики, калька, карандаши.

Ход наблюдений: постановка задачи, выдача принадлежностей, выполнение заданий, обсуждение результатов наблюдений.

Задание № 1. При помощи подвижной карты звездного неба

определить созвездия, находящиеся над горизонтом в момент наблюдения, найти их в звездном атласе.

Задание № 2. Отыскать (отождествить) их на звездном небе.

Задание № 3. Найти, например, в созвездии Возничего звезду Капеллу, а в созвездии Тельца рассеянные скопления Гиады, Плеяды.

Задание № 4. Найти на звездном небе, при условии их видимости, планеты Марс, Юпитер, Сатурн. Скопировать с атласа на кальку участок звездного неба, на котором расположена планета, отметить как можно точнее положение планеты относительно ближайших звезд. Наложить кальку на соответствующий участок звездного неба в атласе и определить координаты планеты, сравнить их с координатами в календаре.

При выполнении этих заданий найдут практическое применение и закрепятся все навыки, полученные юными астрономами в процессе выполнения лабораторных работ.

Руководитель кружка может провести демонстрационные наблюдения наиболее интересных объектов в телескоп. С этой целью кружковцы поочередно малыми группами (по 3—4 человека) подходят к телескопу.

Если в распоряжении кружка нет атласов звездного неба, придется ограничиться подвижной картой звездного неба:

Наблюдения в телескоп

Цель наблюдений: овладение навыками обращения с оптическими приборами, предназначенными для проведения астрономических наблюдений.

Задача наблюдений: отыскать при помощи астрономических инструментов заданные астрономические объекты, недоступные для наблюдений невооруженным глазом.

Оборудование и принадлежности: телескопы, бинокли, астрономические трубки и другая имеющаяся наблюдательная техника, фонарики, подвижные карты неба, звездные атласы, справочная литература по астрономии.

Ход наблюдений: постановка задачи, выдача принадлежностей, выполнение заданий № 1, 2, 3, обсуждение результатов наблюдений.

Задание № 1. Пользуясь подвижной картой звездного неба и звездными атласами, определить видимость созвездий на момент наблюдений.

Задание № 2. Из соответствующих таблиц выбрать для видимых созвездий те объекты (туманности, галактики, шаровые и рассеянные звездные скопления, двойные звезды), которые можно наблюдать с помощью данного прибора (он, как известно, характеризуется полем зрения, проникающей силой, разрешающей способностью). С учетом возможности оптики составить список объектов для наблюдений, нарисовать поисковые карты.

Задание № 3. По составленным спискам и поисковым картам найти (отождествить) объекты на небе.



Рис. 2. Отождествление звездной области с помощью приборов «Микрофот» (лаборатория физики космоса Московского городского дворца пионеров).

Мы не стали выделять подготовительную часть наблюдений, так как выбор объектов и оформление поисковых карт выполнять рекомендуется не сразу, а по участкам звездного неба, чередуя эту работу с наблюдениями.

Инструменты, предназначенные для поиска телескопических объектов, предварительно исследуются руководителем кружка с участием старших кружковцев.

Инструментальные наблюдения организовать достаточно трудно, так как число инструментов, которыми располагает кружок, обычно недостаточно для фронтальной работы даже при условии закрепления за каждым из них 2—3 кружковцев. В связи с этим рекомендуется проводить такие наблюдения по звеньям либо сочетать их с наблюдениями невооруженным глазом звездного неба, метеоров, Луны и планет.

Наблюдения по теме «Звездное небо» необходимо будет повторить в течение учебного года дважды с интервалом в 2—3 месяца, так как вид небосвода изменится и юные астрономы смогут познакомиться с новыми для себя созвездиями и другими объектами.

«МЕТЕОРЫ»

В отличие от первой темы, наблюдение метеоров может носить не только учебно-ознакомительный, но и научно-любительский характер. Предлагаемая ниже программа работы несколько упрощена по сравнению с традиционной программой научно-любительских наблюдений, но во многом подобна ей. Желательно, чтобы сеанс

наблюдений длился, по крайней мере, 30—40 мин и повторялся через 10—15 мин.

Программа наблюдения метеоров предусматривает решение двух задач:

- 1) многократный счет метеоров,
- 2) нанесение путей метеоров на карту звездного неба.

Для решения первой задачи кружковцы должны знать блеск звезд 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0^m, расположенных в околосенитной области. Это позволит им делать оценку блеска метеоров по сравнению с блеском эталонных звезд.

Для того чтобы в градусной мере оценивать длину метеоров, необходимо будет из звезд околосенитной области подобрать пары с различными угловыми расстояниями, например 5, 10, 20, 30, 40°.

Придется также научить ребят оценивать продолжительность полета метеора в долях секунды. Здесь можно использовать традиционный прием. Произнесенное скороговоркой «раз, два, три, чет, пять» занимает одну секунду. Следовательно, если за время пролета метеора наблюдатель успел произнести «раз, два», продолжительность полета составила 0,4 с.

Многократный счет метеоров производится на участке неба, ограниченном рамкой диаметром 3,7 м, поднятой на высоту 2,6 м над уровнем земли. В этом случае поле зрения составит около 60°. Наблюдатели располагаются под рамкой, лежа «звездочкой», головами к центру рамки. Регистрируются только метеоры, видимые внутри рамки.

Руководитель сам определяет область неба, которая должна оказаться внутри рамки, выбирает, пользуясь таблицами (3), опорные по блеску звезды, а опорные пары звезд для определения угловых расстояний подбирает из атласа звездного неба.

Лабораторная работа

«Многократный счет»

Цель работы: подготовка к проведению наблюдений метеоров.

Задача работы: познакомиться с методикой наблюдений, изучить заданную область неба.

Оборудование и принадлежности: подвижная карта звездного неба, атласы, калька, карандаши, ластик.

Ход работы: постановка задачи, выдача необходимых принадлежностей, разъяснение методики наблюдения метеоров, выполнение заданий, подведение итогов работы.

Задание № 1. С помощью подвижной карты определить наблюдаемую область неба. Выписать название созвездий в данной области неба.

Задание № 2. Скопировать с атласа те созвездия, где есть опорные звезды, отметить их на снятой копии. Составить под диктовку руководителя таблицу опорных звезд.



Рис. 3. Регистрация вторичного космического излучения с помощью самодельного телескопа в лаборатории физики космоса Московского городского дворца пионеров.

Астрономические наблюдения

«Многократный счет»

Цель наблюдений: изучение методики наблюдения метеоров методом многократного счета.

Задача наблюдений: счет числа метеоров, замеченных наблюдателями внутри рамки, определение их характеристик (блеск, длина, угловая скорость, направление полета и положение метеора относительно рамки).

Оборудование и принадлежности: подвижная карта звездного неба, карты-копии, атласы, рамка для наблюдения метеоров, спальные мешки, фонарик, часы, журнал наблюдений (у секретаря).

Ход работы: постановка задачи, поиск опорных звезд, выдача принадлежностей, наблюдения, подведение итогов работы.

Задание № 1. Отождествить на звездном небе заданную область, а также опорные звезды.

Задание № 2. Наблюдать метеоры методом многократного счета.

Лабораторная работа

«Нанесение путей метеоров на карту»

Цель работы: подготовка кружковцев к самостоятельным наблюдениям метеоров по названной программе.

Задача работы: познакомить кружковцев с методикой наблюдений метеоров, изучить область неба, которая будет наблюдаться.

Оборудование и принадлежности: подвижные карты звездного неба, атласы, справочная литература, листы чистой бумаги для копирования карт, калька, карандаши, ластик, линейки.

Ход работы: постановка задачи, выдача принадлежностей, выполнение заданий, подведение итогов работы.

Задание № 1. Выяснить, какие метеорные потоки действуют во время выполнения данной работы. Найти координаты их радиантов.

Задание № 2. Скопировать с атласа звездного неба карту, на которой находится предполагаемый к наблюдению метеорный радиант.

Задание № 3. Выбрать звезды сравнения (по блеску и расстоянию) в наблюдаемой области неба.

Это вторая лабораторная работа по теме «Метеоры». Поэтому степень самостоятельности кружковцев в процессе ее выполнения должна возрасти. Юные астрономы самостоятельно определяют опорные звезды, каждый из них делает для себя 2—3 копии (на каждую ночь наблюдений) из атласа звездного неба. Копировать карты удобно с помощью простого приспособления — рамки со стеклом, подсвеченным снизу яркой электролампой. На стекло кладется изображением вверх соответствующая карта, а на карту — чистый лист бумаги. Кружковец тщательно переносит на бумагу видимые на просвет изображения звезд без координатной сетки. При этом особое внимание уделяет сохранению соответствия между размерами точек-звезд на копии и на карте. В противном случае картина может быть искажена до неузнаваемости.

В лабораторную работу можно включить дополнительное задание — тренировка наблюдателей с помощью самодельного тренажера — имитатора полета метеоров. Для этого используется два проекционных фонаря: один демонстрирует слайд звездного неба, через второй проецируется точечная падающая диафрагма, которая и дает изображение «метеора» на фоне звезд. Во время тренировки можно менять участок звездного неба, длину полета, цвет и положение «метеора» среди звезд. Кружковцы, имея копии карт проецируемого участка неба, наносят на них путь «метеора».

Астрономические наблюдения

«Нанесение на карту путей метеоров»

Цель наблюдений: изучение на практике данной методики наблюдений.

Задача наблюдений: точное нанесение на карту пути метеора относительно звезд, определение его характеристик (блеск, цвет, продолжительность, угловая скорость полета).

Оборудование и принадлежности: подвижная карта звездного неба, планшет с копией карты, линейки, карандаши, фонарики, спальные мешки.

Ход работы: постановка задачи, проверка знания кружковцами

опорных звезд, выдача необходимых принадлежностей, наблюдения по программе, подведение итогов.

Задание № 1. Отождествить на звездном небе опорные звезды.

Задание № 2. Пронаблюдать и нанести на карту пути метеоров.

На практике целесообразно проводить наблюдение метеоров по звеньям по двум методикам. Одно звено — 5 наблюдателей и один секретарь — будет проводить наблюдение под рамкой, а члены второго звена, каждый в отдельности, — будут наносить путь замеченного метеора на свою карту. В последующем звенья меняются программами наблюдений.

«СОЛНЦЕ»

Наблюдения Солнца представляют для кружковцев наибольший интерес в период максимума активности, когда развивается пятнообразовательная деятельность.

В отличие от предыдущих тем, здесь нет необходимости в проведении лабораторных работ. Руководитель кружка должен только рассказать о числах Вольфа и об их определении из наблюдений Солнца.

«Наблюдение в телескоп»

Цель наблюдений: изучение методики наблюдений за солнечной активностью, выявление динамики солнечных пятен.

Задача наблюдений: приобретение навыков самостоятельной работы с телескопом, умений выполнять зарисовки астрономических объектов.

Оборудование и принадлежности: телескоп, ослабляющие призма или светофильтр, экран, бумажные шаблоны, карандаши, ластики.

Ход наблюдений: постановка задачи, выполнение руководителем показательных наблюдений, выдача принадлежностей, выполнение наблюдений, подведение итогов работы.

Задание № 1. Произвести детальную зарисовку одной из групп пятен.

Задание № 2. Зарисовать положение пятен и групп пятен на солнечном диске.

При выполнении первого задания наблюдения ведутся в окуляр с ослабляющим светофильтром с увеличением от 40 до 80 раз (в зависимости от состояния атмосферы). Зарисовка выполняется на шаблоне из ватмана 5×5 см.

Задача наблюдателя — как можно точнее передать на рисунке относительные размеры и форму деталей в группе, их взаимное расположение, световые оттенки внутри группы и вокруг нее. На каждом шаблоне зарисовывается только одна группа. Здесь же проставляется число, месяц, год и время наблюдения, имя и фамилия наблюдателя, а также характеристика инструмента (диаметр и фокусное расстояние объектива, увеличение телескопа), номер

воспроизведенной группы. Каждый наблюдатель через 2—3 дня должен повторить наблюдение своей группы, сохранив условия наблюдения. Сравнение зарисовок позволит наглядно убедиться в динамике солнечных образований. Юные астрономы должны заметить, что меняется размер группы, число, форма и размеры отдельных пятен.

Второе задание заключается в том, что на стандартный шаблон (круг диаметром 10 см, нарисованный на листке ватманской бумаги) проецируется изображение Солнца того же размера и наблюдатель, следя за совмещением обоих изображений, тщательно зарисовывает положение всех групп пятен. Зарегистрированные группы нумеруются, причем каждая данная группа сохраняет присвоенный номер на все время своего существования и наблюдения за ней. Под этим номером она зарисовывается и при выполнении первого задания. Как и в первом случае, через 2—3 дня наблюдение повторяется. Кружковцы смогут заметить изменение положения групп пятен относительно границ солнечного диска, что продемонстрирует вращение Солнца вокруг оси.

При выполнении наблюдений кружковцы объединяются в группы по 2—3 человека. Для этих групп руководитель составляет расписание наблюдений Солнца.

Несколько учебных наблюдений следует посвятить изучению и освоению методики астрофотографии. Здесь перед кружковцами можно поставить следующие задачи:

- фотографирование Луны с последующим отождествлением деталей лунной поверхности на снимке и на карте Луны;
- фотографирование участка звездного неба с последующим его отождествлением с атласом неба;
- создание фотоатласа Луны при разных ее фазах;
- создание фотографического атласа звездного неба.

Очень важно с первых шагов прививать кружковцам ответственное отношение ко всем этапам процесса наблюдений: лабораторная подготовка, проведение наблюдений, оформление и обработка полученных результатов. Несоблюдение методики, небрежно выполненный рисунок или запись в журнале, не отмеченная экспозиция фотосъемки — все это сведет к нулю выполненную работу. Даже учебные зарисовки, измерения и описания должны быть максимально достоверными, разумеется, в пределах знаний и навыков кружковцев. Например, небрежно зарисованная и отождествленная впоследствии группа солнечных пятен может дать неверную картину скачкообразного изменения в развитии группы, ошибочное представление о направлении этого развития. Понятно, что анализ результатов подобных наблюдений привел бы кружковцев к ложному представлению о динамике солнечных пятен и снизил бы учебное значение проделанной работы. На первых порах необходимо систематически контролировать ход всех этапов наблюдений, оказывать кружковцам необходимую помощь, отмечать все успехи и недостатки, анализировать вместе с ребятами причины последних. Со временем контроль, естественно, будет ослабевать и станет эпизоди-

ческим. Но это будет, когда юные астрономы приобретут необходимый минимум знаний и умений.

Заканчивая разговор о различных видах, методах и формах занятий астрономического кружка, еще раз подчеркнем, что успех дела — в разумном их сочетании. Руководитель всегда должен помнить замечательное высказывание А. С. Макаренко: «Уединенное средство — ничто, система средств — все».

Глава 3.

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА КРУЖКОВЫХ ЗАНЯТИЙ ПО АСТРОНОМИИ СО ШКОЛЬНИКАМИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

3.1. ТРИ ЭТАПА КРУЖКОВЫХ ЗАНЯТИЙ

В разделе «Комплектование астрономического кружка» уже отмечалась наблюдаемая в последние годы тенденция «омоложения» состава астрономического коллектива. Теперь зачастую школьники на 5—6 лет, а то и более связывают свой досуг с организованными занятиями астрономией. Если прежде занятия с юными астрономами планировались на два, реже — три года, то теперь необходимо иметь вариант программы, охватывающий весь период пребывания в кружках наших воспитанников.

Изложенные тенденции, а также возрастные особенности ребят приводят к целесообразности подразделить занятия с юными астрономами на три этапа. Каждый этап, в зависимости от конкретных условий, может быть рассчитан на 1—3 учебных года.

I этап — подготовительный. Это занятия для младших школьников в кружке занимательной астрономии. В некоторых коллективах к таким занятиям привлекают даже учеников 2—3 классов. Однако обычно основу на I этапе составляют ребята из 4—5 классов. Младшие кружковцы знакомятся с отдельными, наиболее интересными и доступными для их понимания страницами истории астрономии, с сокровищами звездного неба, занимаются изготовлением простейших пособий и инструментов, участвуют в демонстрационных наблюдениях. На этом этапе должен сложиться коллектив ребят, увлеченных астрономией.

II этап — основной, мы бы сказали, базовый. За 2 года учащиеся 6—8 классов должны получить систематические сведения по курсу общей астрономии, овладеть навыками визуальных и фотографических наблюдений, получить практическое представление о методах обработки результатов наблюдений. Видное место здесь отводится выполнению лабораторных работ, позволяющих получить более полное представление о методах астрономии.

На этом этапе следует стремиться к максимальному развитию у кружковцев самостоятельности как в мышлении, так и в деятельности.

Здесь в основном закладывается общее астрономическое образование.

III этап — для старшеклассников. Школьники 8—10 классов занимаются в специализированных кружках либо в творческих группах по интересам в рамках одного кружка. Большую часть времени старшеклассники уделяют наблюдениям, лабораторным экспериментам, конструированию и изготовлению приборов. Основу теоретической подготовки составляет самостоятельный поиск необходимой информации путем изучения литературы.

Кружковцы принимают участие в семинарах, конференциях по итогам выполненных наблюдений и экспериментов, в реферативных конференциях.

Предложенную схему организации занятий астрономических коллективов не следует отождествлять со школьной системой.

Программа астрономических кружков должна быть составлена и реализована таким образом, чтобы новичок, в зависимости от возраста и эрудиции, мог начать занятия астрономией на любом из трех этапов. Поэтому, в частности, ко многим вопросам астрономии программа возвращается вновь на II и III этапах занятий. Разумеется, с учетом возраста те же темы теперь будут раскрыты с большей глубиной, с необходимыми и доступными математическими расчетами.

Наличие «трехступенчатого» плана работы с юными астрономами создает перспективу и для школьников, и для их руководителей, становится основой организации развивающего учебно-воспитательного процесса в астрономическом кружке.

3.2. КРУЖОК ЗАНИМАТЕЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ — I ЭТАП ЗАНЯТИЙ С ЮНЫМИ АСТРОНОМАМИ

Представляется целесообразным, чтобы подобные объединения для школьников младшего возраста становились по содержанию и форме занятий кружками занимательной астрономии. Это как бы подготовительные кружки. Их назначение — формировать научное мировоззрение, будить творческую фантазию, расширять кругозор, способствовать приобретению различных трудовых навыков. Такие кружки способны помочь в организации досуга ребят и с успехом могут быть, например, организованы на базе школ и групп продленного дня. Вести их смогли бы даже средние и старшие кружковцы с помощью своего руководителя. Астрономия в данном случае — не только и не столько предмет глубокого изучения, сколько средство для решения названных выше задач.

По содержанию занятия в кружке занимательной астрономии можно строить по следующим четырем направлениям:

1. Сокровища звездного неба.
2. Путешествие по Солнечной системе.
3. Страницы истории астрономии и космических исследований.
4. Изготовление простейших астрономических инструментов и наблюдения с их помощью.

Суммарное соотношение времени в плане занятий по каждому из разделов может примерно составлять 2:4:1:3. С учетом психологии младших школьников следует стремиться разнообразить содержание занятий и менять форму деятельности. Вот почему рекомендуется названные выше разделы осваивать не последовательно, а параллельно. Каждое занятие можно спланировать из 3—4 частей. Основную часть его чаще всего надо будет посвятить путешествию по Солнечной системе или практическому изготовлению прибора. Это займет 50—55 мин. Этому может предшествовать очередная экскурсия по звездному небу в течение 20—25 мин. Завершающим может стать этюд из истории науки. Весь отобранный для занятия материал должен быть непременно доступным и интересным, а виды и приемы его освоения — занимательными, с активным участием в деятельности всех или большинства кружковцев.

Для сохранения цельности изложения и восприятия мы сообщаем рекомендации по каждому из 4 разделов в последовательном порядке. Руководитель кружка с учетом склонностей воспитанников определит композицию каждого занятия самостоятельно.

СОКРОВИЩА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

Звездное небо можно сравнить с огромной вращающейся сценой. Природа позаботилась украсить сцену достаточно стабильными «декорациями», на фоне которых по известным для астрономов «мизансценам» появляются «действующие лица»: планеты, периодические кометы, астероиды, а также Солнце и Луна, которые вместе с Землей «исполняют» солнечные и лунные затмения. Роль «декораций» остается, понятно, за созвездиями.

Однако на космической сцене происходят порой не только «плановые» астрономические явления, но и разыгрываются неожиданные «остросюжетные» события: появление новых комет, вспышки новых звезд, пролет ярких болидов... Лишь прекрасное знание «обстановки сцены» позволит юным астрономам правильно оценить и зафиксировать наблюдаемое событие. Это следует объяснить юным астрономам с самого начала занятий в кружке, чтобы они с достаточным вниманием отнеслись к изучению звездного неба. Хотя, с другой стороны, при правильной организации этой части занятий она станет одной из самых привлекательных.

В кружке занимательной астрономии не стоит стремиться к изучению всех созвездий и ярких звезд. Этим предстоит заняться в кружке общей астрономии. Пока следует ограничиться знакомством с наиболее известными и сравнительно легко запоминающимися созвездиями, которые можно будет пронаблюдать в данных широтах. Нецелесообразно принуждать ребят к заучиванию всех зодиакальных созвездий, так как понятие эклиптики окажется слишком сложным и абстрактным. К тому же обнаружить на небосводе многие из созвездий зодиака достаточно трудно.

Младшие школьники смогут ориентироваться на небосводе, изучив следующие созвездия:

Большая Медведица	Орион
Малая Медведица	Большой Пес
Волопас	Малый Пес
Северная Корона	Близнецы
Кассиопея	Телец
Цефей	Возничий
Лебедь	Персей
Лира	Андромеда
Орел	Пегас
Лев	Скорпион

Желательно также помочь юным астрономам запомнить название следующих ярких звезд, принадлежащих названным выше созвездиям:

Полярная	Ригель
Арктур	Сириус
Гемма	Процион
Денеб	Кастор
Вега	Поллукс
Альтаир	Альдебаран
Регул	Капелла
Бетельгейзе	Алголь
Беллатрикс	Антарес

Кроме того, ребята должны будут познакомиться с несколькими астрономическими объектами, которые интересно пронаблюдать с помощью бинокля или зрительной трубы.

Запоминанию названий, очертаний и взаимного расположения многих созвездий и ярких звезд поможет обращение к древним легендам, герои которых нашли свое отображение на звездном небе. Знакомство с «небесной» мифологией придаст эмоциональную окраску изучению созвездий. По ходу изложения той или иной легенды возможно придется упомянуть и показать созвездия, не названные в приведенном выше перечне. Некоторым ребятам с хорошей памятью и развитой любознательностью можно в индивидуальном порядке порекомендовать запомнить и эти созвездия. Однако таких ребят не следует специально отмечать, чтобы не обескуражить их менее способных товарищей.

Знакомство со звездным небом будет продолжаться весь учебный год, согласуясь с меняющимся видом небосвода. Эта часть занятий должна проводиться и в учебном классе, и под звездным небом. Разумеется, лучшим средством обучения здесь является аппарат «Планетарий». В любом случае начинать следует с обзорной «экскурсии» по звездному небу. При этом в первый раз целесообразно познакомиться с околополярными созвездиями, начиная с «ковша» Большой Медведицы.

Даже многие новички знают, как от двух крайних звезд «ковша» Большой Медведицы найти Полярную звезду и Малую Медведицу. Продолжая воображаемую линию далее, найдем «домик» Цефея и

пять ярких звезд Кассиопеи, образующих фигуру перевернутой буквы М. Кассиопея расположена на равном расстоянии между Цеем и Персеем. Направление на первое из них укажет линия, идущая от α через β Кассиопеи, а на второе — от γ через δ .

Но вернемся к Большой Медведице. Если наблюдение проводится в один из сентябрьских вечеров, то, воспользовавшись в качестве указателя концом «ручки ковша», мы легко отыщем красноватый Арктур, опускающийся к горизонту на «парашютике» Волопаса. По соседству увидим сверкающую Гемму в созвездии Северной Короны.

В эту же пору высоко над горизонтом раньше других звезд появляются яркие звезды, образующие летне-осенний треугольник — Вега в Лире, Денеб в Лебеде и Альтаир в Орле. Легче всего опознать на фоне Млечного Пути «крест» Лебеда.

В темные осенние вечера удобно пронаблюдать и Пегас с Андромедой. Вечером в октябре они находятся почти в зените. Яркие звезды Пегаса, Андромеды вместе с Алголем Персея образуют фигуру огромного ковша, напоминающего «ковш» Большой Медведицы. Направление на него указывает Кассиопея своими двумя углами.

Почти все оставшиеся не названными созвездия из нашего перечня помогут найти красивейшее зимнее созвездие Орион.

«Пояс» Ориона своим нижним концом покажет Сириус и Большого Пса, а верхним — Альдебаран в созвездии Тельца. На продолжении линии от Ригеля к Беллатрикс найдем Близнецов. Между созвездиями Большого Пса и Близнецов расположен Малый Пес. К Тельцу «приставлен» Возничий.

Мы еще не назвали Льва и Скорпиона.

«Трапецию» Льва (младшие школьники ассоциируют эту фигуру с крышей домика) весенними вечерами легко будет найти под «донышком ковша» Большой Медведицы.

Скорпион с ярким Антаресом виден лишь летом над южной стороной горизонта.

Изучение созвездий следует вести «по районам». Очередная группа созвездий зарисовывается в ученические тетради в клеточку. Названия созвездий ребята записывают ниже в столбик, чтобы справа приписать собственные имена ярких звезд. Названия созвездий и сами рисунки нумеруются. Параллельно руководитель знакомит ребят с некоторыми астрономическими объектами, которые можно наблюдать в пределах изучаемых созвездий. Рассказ надо вести, применяя яркие образы и сравнения, с использованием имеющихся иллюстраций. Например, беседу о двойных звездах можно сопроводить демонстрацией репродукций с картин художников-фантастов.

Знакомство с объектами звездного неба станет более интересным и эффективным, если будет сочетаться с наблюдениями (об этом будет сказано отдельно), проводимыми в игровой форме.

Здесь прежде всего применимы викторины на основе использования персональных компьютеров.

С помощью старших кружковцев можно изготовить «Звездную мозаику». Элементы мозаики — разрезанная на части, предварительно наклеенная на картон или фанеру демонстрационная карта звездного неба и диск, на который набиты в нужных местах гвоздики (диск и карта одного размера, можно разрезанные части карты защитить лаком или слоем оргстекла).

Участники игры поочередно вытаскивают из ящика тот или иной элемент мозаики и навешивают на диск. В случае ошибки дается штрафное очко и предлагается вытащить новый элемент. Выигрывает набравший наименьшее число штрафных баллов. Если все элементы удалось разместить на диске правильно, то получится нормальная карта звездного неба.

Другим вариантом игры является обучающая игра «Небесный зверинец». Каждый получает равное число фигурок животных. Некоторые из них соответствуют названиям созвездий, другие — подобраны произвольно. При очередном ходе играющие должны разместить на «немой» звездной карте по одному из своих животных. Выигрывает допустивший наименьшее количество ошибок.

Еще одна подобная игра — «Астрономическое лото». Условия и содержание игры — дело творчества руководителя и кружковцев. Можно, например, использовать в качестве карточек лото фотоотпечатки звездных скоплений, туманностей, галактик, репродуцированные из книг. Задача — разместить их в соответствующих местах демонстрационной звездной карты.

Младшие школьники очень любят викторины. Примером викторины, в которой смогут принять участие все кружковцы, является викторина «Раз, два, три». Ребятам предлагается, скажем, поочередно назвать «небесных» людей и животных (известно, что именами живых существ названо около половины всех созвездий). Желающие ответить поднимают руку. Когда ответы подходят к концу, ведущий после каждого из них открывает счет: «Раз, два, три». Если до счета «три» желающих ответить не находится, то игра останавливается. Победителем становится тот из играющих, кто последним дал правильный ответ. В другой раз участникам викторины можно предложить называть типы астрономических объектов (планеты, кометы, звезды, астероиды и т. п.), названия ярких звезд, туманностей, галактик, спутников планет, космических аппаратов. По договоренности можно предложить (к концу учебного года) не только называть тот или иной астрономический объект, но и показывать его на звездной карте или на куполе планетария.

В работе с младшими школьниками могут быть использованы игры астрономического содержания фабричного производства. Описание некоторых игровых установок, применимых в кружке занимательной астрономии, читатель найдет в 5-й главе.

К концу учебного года у юных астрономов из мозаики сокровищ звездного неба должно сформироваться общее представление о богатстве и разнообразии природы небесных тел и их систем.

ПУТЕШЕСТВИЕ ПО СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Именно этот раздел может стать самым увлекательным, требующим фантазии и творчества юных астрономов. Его название отражает не только содержание, но и наиболее предпочтительную форму занятий по изучению природы тел Солнечной системы. Большинство занятий в кружке занимательной астрономии в значительной своей части можно посвятить подготовке и проведению научно-фантастических «путешествий» по Солнечной системе. Это, по существу, «многосерийная» творческая игра, по условиям которой все кружковцы становятся членами космического экипажа (командир, бортинженер, астрофизик, астронавигатор, биолог, геолог, журналист, художник и т. п.). В полет можно «отправлять» два или несколько соревнующихся между собой экипажей для исследования Луны, планет, комет, астероидов. При формировании экипажей и распределении ролей следует принять во внимание желание и склонности самих ребят. Со временем кружковцы смогут поменяться ролями, что будет способствовать расширению их кругозора.

Игра станет более интересной, если руководитель и его помощники из числа старших кружковцев будут включать в нее проблемные задания в виде «острых» ситуаций, приключений.

Руководитель должен постараться найти и свое место в этой игре. Он может взять на себя, например, роль научного консультанта экспедиции, который остается на Земле, но поддерживает связь с ее членами в случае необходимости. Важно, чтобы ребята увидели искреннюю заинтересованность руководителя.

Каждое «путешествие» может состоять из трех этапов: наземной подготовки, самой экспедиции, послеполетного отчета (например, в форме пресс-конференции).

На первом этапе происходит уточнение маршрута, окончательное определение задач, изучение условий предстоящего полета и природы объектов, которые предстоит посетить. Наряду с общей, в зависимости от распределения ролей, происходит «профессиональная» подготовка членов экипажей. Основа этой литературной работы — знакомство с материалами из «Детской энциклопедии», «Энциклопедического словаря юного астронома», а также с книгами для школьников по астрономии, выпущенными в последние годы издательствами «Просвещение», «Детская литература». Эта подготовительная работа проходит как на занятии кружка, так и самостоятельно. В процессе «наземной» подготовки ребята под руководством старших овладевают первыми навыками самообразования. В кружке занимательной астрономии работа с литературой, как правило, не должна продолжаться более 20—30 мин. В подобных играх обычно действует правило: чем интенсивнее идет предварительная подготовка, тем активнее ребята входят в условия и в свои роли, тем больше творчества и фантазии они смогут проявить, тем увлекательнее и полезнее станет предстоящая игра.

Само путешествие может представлять собой «радио-, телере-

портажи», которые ведут участники очередного рейса для остальных членов кружка, находящихся пока на Земле. Эти репортажи чаще готовятся заранее, однако некоторые из них проводятся экспромтом (выход из заданной руководителем ситуации). В сумме репортажи должны отразить основные этапы «экспедиции», продемонстрировать эрудированность и сообразительность участников игры. В своих рассказах ребята могут использовать подходящие рисунки, фотографии, слайды, кинофрагменты и музыкальное сопровождение.

Послеполетную пресс-конференцию представляется целесообразным провести в форме конкурсной защиты рисованных фильмов, подготовленных соревнующимися экипажами. Каждый фильм — серия рисунков, связанных единым сюжетом и отражающих основные события и итоги космического «путешествия». Сюжет раскрывают сами рисунки (15—20 штук) и сопроводительный текст в виде подрисовочных подписей или в форме живого рассказа. Рисунки могут демонстрироваться с помощью эпидиаскопа. Лучшие рисованные отчеты рекомендуется переснять и сохранить для кружка в виде слайд-фильма со звуковым сопровождением, записанным на магнитофон.

Программа подготовки и проведения игры-путешествия не должна ограничиваться лишь астрономическим содержанием. Все зависит от интересов и эрудированности руководителя и кружковцев. Так, при подготовке путешествия к астероиду могут быть поставлены и чисто технические задачи: разработка способов причаливания и фиксации на его поверхности, определение конструктивных особенностей необходимого для данных условий вездехода. Другое дело, что решение этих инженерных задач невозможно без знания астрономических и физических параметров. Генерацию идей, необходимых для решения поставленных задач, лучше всего организовать в процессе «мозговой атаки», которую следует провести на заключительном этапе предстартовой подготовки, когда кружковцы уже располагают для этого необходимым минимумом информации. Опыт авторов показывает, что «мозговая атака» исключительно эффективное средство пробуждения творческих способностей школьников. При этом ребята ощущают обычно эмоциональный подъем, испытывая удовлетворение от самого процесса мыслительной деятельности. В эти моменты не возникает необходимости в дополнительном стимулировании активности кружковцев, например, обещанием призов за лучшую идею.

Приведем правила и порядок организации «мозговой атаки» со школьниками.

1. Ведущий сжато формулирует задачу, которую предстоит решить, напоминает о трудностях и условиях, которые следует учитывать, приступая к решению проблемы.

2. Длительность самой «атаки» 10—15 мин.

3. Желающие предлагают варианты решения поставленной задачи.

4. Предложения не критикуются, не обсуждаются.

5. Все идеи (даже самые невероятные) фиксируются, например, с помощью магнитофона.

6. Ведущий стремится поддержать каждого автора идеи, предлагает остальным дополнять и развивать высказанные предложения.

7. Сразу после завершения «атаки» группа кружковцев (в том числе старшего возраста) расшифровывает запись, анализирует ее, с тем чтобы получить рациональные идеи из возможно большего числа предложений, группирует их в виде нескольких альтернативных путей решения поставленной проблемы.

8. На очередном занятии кружка руководитель или старшие кружковцы обсуждают все высказывавшиеся во время «атаки» предложения и предлагают отобранные для дальнейшей разработки космическим экипажам.

Руководитель может предложить ребятам выполнить макеты или модели по разрабатываемым проектам. В кружке для младших школьников всегда найдется несколько человек, которые с радостью примутся за изготовление моделей и макетов из элементов конструктора, фанеры, картона, бумаги, пластилина или из природных материалов, если такая работа поможет претворить в жизнь значимые для ребят цели и задачи. Необходимые консультации можно будет получить в кружках технического моделирования. Руководитель должен постараться обеспечить техническую обоснованность конструкций и соблюдение элементарных требований дизайна.

В конце учебного года по итогам всех игр-путешествий рекомендуется организовать отчет кружка перед родителями и старшими кружковцами.

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Освоение этого раздела может внести наибольший вклад в формирование научного мировоззрения, в нравственное воспитание ребят.

Вопросам истории на большинстве занятий следует уделять от 5 до 15 мин. По своему содержанию рассматриваемые проблемы могут быть тематически связаны с другими разделами занятий кружка занимательной астрономии, но могут представлять собой и независимый цикл этюдов по истории астрономии с древнейших времен до нашего времени. Возможен и комбинированный вариант построения «курса истории науки». Младшим школьникам интересно будет узнать об истории многих астрономических открытий, о создании новых инструментов и о методах исследования Вселенной, о жизненном пути знаменитых ученых и известных любителей астрономии. Литературы по данной теме вполне достаточно.

В подборе материала придется учитывать возрастные особенности контингента кружка. Младшие подростки в своем большинстве обожают острый сюжет, рыцарскую преданность идее и отважную борьбу за ее торжество. Примеров этого в истории астрономии предостаточно. Однако руководитель должен позаботиться о том, чтобы на материале истории науки школьники осознали зна-

чение кропотливого многолетнего труда, без которого невозможен прогресс астрономии.

Планом занятий надо предусмотреть серию бесед об интересных для ребят судьбах астрономов и героев космоса. Ведь младшие подростки начинают активно искать идеал для подражания. В кружке занимательной астрономии могут быть проведены беседы: «Жизненный подвиг Джордано Бруно», «Отречение Галилея», «Ломоносов — ученый-борец», «Провидец из Калуги (К. Э. Циолковский)», «Рыцарь революции с подпольной кличкой «Лунный» (П. К. Штернберг)», «Профессии академика О. Ю. Шмидта», «Из астрономической обсерватории — в кабину боевого самолета (Е. М. Руднева)», «Главный конструктор (С. П. Королев)», «Урок Гагарина» и другие.

Беседы и последующее обсуждение ни в коем случае не должны носить назидательный характер. Здесь необходима тщательная подготовка руководителя и соответствующий психологический настрой кружковцев. Только в этом случае можно надеяться получить ожидаемый воспитательный результат.

Кроме бесед руководителя, можно планировать чтение фрагментов из книг, просмотр кинофильмов исторического содержания. По желанию ребят следует попробовать постановку инсценировок из жизни замечательных людей.

В заключение подчеркнем, что в привлечении исторического материала к занятиям с младшими школьниками необходимо соблюдать чувство меры. Нам известны случаи, когда излишняя увлеченность руководителя кружка историей астрономии привела к отсеvu кружковцев.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ И НАБЛЮДЕНИЯ С ИХ ПОМОЩЬЮ

Наблюдения --- существенная часть работы кружка занимательной астрономии. Собственно, для того и приходит в кружок большинство младших школьников. Наблюдения станут еще более привлекательными, если будут проводиться с помощью инструментов, выполненных собственными силами. Минимальный перечень инструментов, которые школьники смогут здесь изготовить своими руками, включает: подвижную звездную карту, высотомер, угломер, зрительную трубу.

Начинать рекомендуется со звездной карты. Способы ее изготовления на базе бланков, прилагаемых, в частности, к учебнику астрономии для средней школы и к «Школьному астрономическому календарю», общеизвестны и описаны в том же учебнике.

Для того чтобы объяснить устройство и способ изготовления карт младшим школьникам, надо приготовить к занятию неразрезанный бланк, вырезанные заготовки и карту в сборе. Лучше, если таких комплектов будет несколько.

После объяснений руководитель должен убедиться, что смысл предстоящей работы понятен всем. Только после этого выдается



Рис. 4. Рефрактор с затемненным экраном для зарисовки Солнца (изготовлен членами кружка школы № 5 Углича).



Рис. 5. Самодельный универсальный угломерный инструмент.

домашнее задание — продумать конструкцию и технологию изготовления подвижной карты. В качестве предварительных проверочных тестов следует предложить с помощью готовых карт или вырезанных заготовок выполнить два задания: «настроить» карту на 22 ч данного вечера и на определенный час дня рождения каждого кружковца.

Руководитель предлагает ребятам при изготовлении карты стремиться к тому, чтобы она была красивой, долговечной, но главное — удобной для пользования. Рекомендуется показать несколько различных модификаций карты, ранее выполненных в кружке. Сообщаются также рекомендации относительно предпочтительной технологии (лучшие марки клея, способы просушки и т. п.). В самом начале советуем внести дух соревнования в трудовую деятельность ребят. Можно, например, объявить конкурс на право стать членом бригады по созданию демонстрационной карты звездного неба для кружка.

Готовые карты надо сразу применить на практике: при астрономических наблюдениях, на занятиях в планетарии, при зарисовке участков неба в учебных тетрадах.

Угломерные инструменты не являются новостью для школьников. Уже в 4—5 классах ребята пользуются транспортиром на уроках математики, получают сведения о градусной мере углов. Учащиеся 5 классов в начале учебного года на уроках географии получают представление о компасе и эклиметре, учатся определять азимут и высоту точек на местности.

В кружке стоит еще до изготовления инструментов научить

ребят приблизительно измерению угловых расстояний по вытянутой руке. Обычно угловая ширина среднего пальца вытянутой руки составляет 2° , поперечника ладони — 10° , а угловое расстояние от конца мизинца до конца большого пальца раскрытой ладони вытянутой руки — 25° . Упражнения в определении угловых расстояний и размеров с помощью вытянутой руки позволят более осознанно начать изготовление угломерных приборов.

Известно несколько вариантов самодельных инструментов для измерения углов.

Проще всего изготовить высотомер с помощью транспортира и линейки. Линейка (по возможности более толстая) приклеивается к линейке транспортира так, чтобы их внешние края совпадали. Линейку можно заменить более короткой и ровной дощечкой. На одном конце линейки для точности наводки следует сделать визир, а на другом — мушку. Для удобства использования к середине линейки под прямым углом прикрепляется деревянная ручка, к которой в центре круга транспортира вбивается гвоздик для отвеса.

Транспортир с линейкой можно прикрепить к верхней части боковой грани вертикального бруска, чтобы транспортир мог поворачиваться в вертикальной плоскости при определении высоты светила. Вместе с тем брусок с высотомером следует таким образом прикрепить на подставке, чтобы его можно было поворачивать в нужную сторону вокруг вертикальной оси. Высотомер на подставке более удобен, чем ручной, а изготовить его ненамного сложнее последнего.

Простейший прибор для измерения углов на небесной сфере — так называемые «астрономические грабли». Свое название приспособление получило за внешнее сходство с известным садовым инструментом. Основа прибора — две дощечки, скрепленные друг с другом в форме буквы Т. На свободном конце более длинной дощечки устраивается визирное отверстие. На меньшей дощечке крепятся «зубья» — ряд булавок или пробитых с нижней стороны тонких гвоздей. Зубья должны стоять строго перпендикулярно к основе прибора и на равном расстоянии друг от друга. Промежуток между соседними зубьями надо установить в 57 раз меньшим, чем расстояние каждого из них до визира. При этом два стоящие рядом штифта будут видны сквозь визирное отверстие на угловом расстоянии друг от друга в 1° . Всего советуем укрепить 21—26 зубьев, что будет соответствовать максимальному углу 20 — 25° . Для удобства измерительных работ рекомендуется 1, 6, 11, 16, 21, 26-й штифты сделать выше остальных. Эти зубья отметят интервалы в 5° . Величина визирного отверстия должна позволять видеть сквозь него одновременно все штифты.

Очень важно предусмотреть планом работы кружка многократное использование изготовленных угломерных инструментов. Это не только дает возможность соединить теорию с практикой, но будет способствовать получению более глубоких знаний, приближенных к жизни, позволит младшим школьникам воспользоваться плодами своего труда, вселит уверенность в свои силы.

Самодельные угломерные приспособления помогут провести в кружке следующие практические работы:

- измерение высоты наземных сооружений и угловых расстояний между ними;

- измерение угловых расстояний между звездами и размеров фигур созвездий в угловой мере;

- многократное измерение угловых расстояний от Луны и планет до соседних звезд для определения величины и направления перемещения на фоне звездного неба;

- определение ширины и положения полосы Млечного Пути с целью последующей его зарисовки;

- измерение высоты Полярной звезды для определения широты места наблюдения;

- определение высоты Луны и планет в разное время суток и в разные дни в один и тот же час.

Среди занимающихся в кружке занимательной астрономии обязательно найдется несколько человек, которые захотят построить собственными руками телескоп. Скорее всего, у школьников младшего возраста не хватит терпения, чтобы изготовить телескоп-рефлектор. Зато им по силам соорудить небольшой телескоп-рефрактор, разумеется, при помощи руководителя кружка или старших товарищей.

Необходимые линзы следует попытаться достать из некондиции на ближайшем оптическом производстве. Для объектива можно применить очковые стекла в $+1$ — $+1,5$ дптр.

При использовании для объектива двух менисков по $+0,5$ дптр лучший результат можно получить, если закрепить одно стекло выпуклостью наружу, а другое — к окуляру на расстоянии 30 мм друг от друга. Еще лучше применить в качестве объектива насадочную линзу к фотоаппарату в $+1$ дптр. Окуляром прекрасно послужит часовая лупа в оправе. И то и другое продается в магазинах фототоваров.

Для тубуса телескопа и для окулярной части следует поискать пластмассовые или металлические трубки соответствующего размера. Они бывают в магазинах «Детский мир» и «Юный техник». При фокусном расстоянии в 1 м тубус должен иметь длину 950 мм, а окулярная трубка — около 300 мм. Внешний диаметр последней должен быть практически равен внутреннему диаметру главной трубы. В этом случае окулярная часть будет плотно входить в тубус телескопа.

В случае необходимости оба тубуса можно изготовить из любой плотной бумаги. Для этого слегка смоченную водой бумагу навивают на шаблон — цилиндр нужных размеров с хорошо обработанной поверхностью. Каждый слой бумаги предварительно смазывают клеем. Первый (внутренний) слой клеем смазывать, разумеется, не следует, его надо предварительно окрасить черной матовой краской, чтобы снизить рассеяние света внутри будущего тубуса. Клей можно взять казеиновый, конторский, густой столярный. Толщину стенок надо довести до 5 мм. Полученную заготовку обматыв-

вают плоской тесьмой и кладут для просушки примерно на сутки (вдали от прямых солнечных лучей и от нагревательных приборов). Для того чтобы готовая трубка легче «сошла» с шаблона, ее можно обернуть несколькими слоями влажной газеты на 30—40 мин. По той же технологии изготавливается окулярная трубка. При этом бумага навивается до тех пор, пока внешний диаметр почти не станет равен внутреннему диаметру главного тубуса. Линзы фиксируются между парами вклеенных в трубы колец, которые можно сделать из бумаги точно таким же образом, что и трубки.

В качестве монтировки можно использовать фотоштатив со струбциной. Можно и самим сделать штатив с азимутальной монтировкой. Тубус телескопа крепится с помощью хомутиков к специально изготовленному деревянному ложу. Ложе вместе с трубой поворачивается вокруг горизонтальной оси. Сама ось устанавливается на вертикальном столбике таким образом, чтобы обеспечить вращение телескопа в плоскости горизонта. Для обеспечения наводки телескопа на объект наблюдения рекомендуем укрепить на концах трубы визир и мушку. Важна и отделка телескопа: окраска поверхности тубусов и штатива (после предварительного ошкуривания), украшение его эмблемой кружка.

В процессе постройки телескопов следует познакомить ребят с понятиями «объектив», «окуляр», «фокусное расстояние», «увеличение телескопа». Фокусное расстояние имеющихся линз ребята с интересом будут определять опытным путем, измеряя промежуток между исследуемой линзой и сфокусированным изображением Солнца на бумажном экране. Увеличение своего телескопа юным астрономам легко будет рассчитать с помощью простой формулы:

$$\Gamma = \frac{f_{\text{об}}}{f_{\text{ок}}}$$

(Фокусные расстояния объектива и окуляра телескопа предварительно устанавливаются указанным способом.)

Работы по созданию телескопов могут быть организованы как фронтально на занятиях кружка, так и факультативно с группой желающих.

Учитывая естественное стремление ребят поскорее испытать свое изделие в работе, рекомендуем провести первые астрономические наблюдения еще до окончательной отделки инструмента и даже до изготовления штатива.

Для особо увлеченных имеет смысл порекомендовать специальную программу самостоятельных астрономических наблюдений. Начинать, конечно, следует с наблюдения в телескоп лунного серпа. Чтобы поощрить юных наблюдателей, рекомендуется заслушивать сообщения на занятиях кружка. Программа самостоятельных наблюдений может включать также регистрацию перемещения Луны и планет среди звезд, зарисовку деталей лунной поверхности. Систематические наблюдения лунного рельефа надо посоветовать начинать сразу после новолуния и продолжать их 10—12 вечеров. Этот цикл наблюдений и зарисовок можно повторить несколько

раз, что позволит всякий раз обнаруживать все новые детали поверхности, подчеркнутые резкими длинными тенями от косых солнечных лучей.

Обсуждение результатов первых наблюдений надо проводить в доброжелательной форме, чтобы не разочаровать начинающих наблюдателей. (Следует помнить о психологических особенностях младших подростков, а также о неравномерности развития мальчиков и девочек.) Вместе с тем необходимо позаботиться о соблюдении единых требований, предъявляемых к наблюдателям астрономических объектов (см. раздел 2.6).

ФОТОГРАФИЯ

Мы рассказали о четырех основных видах кружковых занятий со школьниками младшего возраста. В случае, если кружок занимательной астрономии укомплектован учащимися 3—4 классов, рекомендуется составить план занятий, рассчитанный на 2 учебных года. При этом можно включить в содержание работы дополнительный, пятый раздел — «Фотография».

Это обусловлено той ролью, которая отводится фотографии в астрономических исследованиях, а также сравнительной простотой организации этих занятий с младшими школьниками. В наши дни фотоаппараты есть во многих семьях. Помимо того, можно порекомендовать родителям преподнести недорогой аппарат в качестве подарка ребенку ко дню рождения.

В кружке занимательной астрономии вряд ли стоит всерьез заниматься астрофотографией. Пока речь должна идти об овладении навыками бытовой фотосъемки.

В заранее назначенный день все ребята приносят в кружок свои фотоаппараты. В начале занятия руководитель демонстрирует снимки астрономических объектов, рассказывает о преимуществах астрофотографии перед визуальными наблюдениями, о необходимости для любителей астрономии овладения навыками фотосъемки. Показывает он и видовые снимки, фотопортреты (например, из журнала «Советское фото»).

Вторая часть занятия посвящается правилам обращения с оптической аппаратурой, изучению устройства фотокамеры. Это делается на примере нескольких камер, отличающихся особенностями конструкции. На одно из ближайших занятий предлагается принести аппараты, заряженные пленкой одинаковой чувствительности (зарядка может быть произведена и на занятии кружка).

На втором занятии речь идет о выборе диафрагмы и экспозиции в зависимости от объекта съемки, о взаимозависимости величины диафрагмы и времени экспозиции. На этом или на третьем занятии можно приступить к организации съемок. Первые фотосъемки рекомендуется производить под открытым небом при естественном освещении. Советуем, например, произвести съемку рабочего момента на астрономической площадке. Руководитель объясняет, как «построить» кадр, как производить наводку и фокусиров-

ку камеры, советует подходящие диафрагмы и экспозиции. При этом каждый фиксирует в дневнике наблюдений марку аппарата, параметры пленки, номер кадра, время и условия съемки, диафрагму и выдержку. Фотосъемка проводится и на последующих занятиях, а также вне кружка с обязательной регистрацией всех названных данных.

Обработка пленки и фотопечать — дело более сложное для организации. Если в кружке нет собственной фотолаборатории, то можно проводить указанные операции небольшими группами в домашних условиях, пользуясь помощью взрослых членов семьи и рекомендациями руководителя.

Полученные снимки анализируют на занятиях кружка, отмечают при этом все их достоинства и недостатки. Даже в самых слабых работах руководитель обязан найти повод для похвалы. Кружковцы должны с самого начала приучаться к бережному отношению к негативам как к документальному материалу. Лучшие снимки можно демонстрировать в фотомонтажах и стенгазетах, отражающих жизнь коллектива. Эти снимки станут началом истории данного кружка, если их собирать в специально заведенный альбом. Можно организовать соревнование за право поместить свой снимок в летопись коллектива. Полученные фотоматериалы украсят выставку, подготовленную к концу учебного года. (Всегда следует указывать авторов публикуемых работ.)

Как видно, содержание и виды работы кружка занимательной астрономии могут и должны быть весьма разнообразны, часто облекаться в форму игры и соревнования.

Каждое следующее занятие не должно быть схоже с предыдущим, всякий раз ребята должны испытывать удивление, иметь возможность проявить свою фантазию и творчество. Руководитель всегда психологически должен быть готов изменить запланированный ход занятия и даже скорректировать значительную часть программы занятий, в зависимости от проявляемых интересов своих воспитанников. Необходимо также поощрять самостоятельную работу ребят, разъяснять возникающие вопросы, не предусмотренные планом, создавать возможности для проявления индивидуальных способностей.

3.3. КРУЖОК ОБЩЕЙ АСТРОНОМИИ — II ЭТАП КРУЖКОВЫХ ЗАНЯТИЙ

На II-ом этапе кружковых занятий школьники должны приобрести ту сумму знаний, умений и навыков, которую можно считать обязательным минимумом для любого стабильного коллектива юных астрономов. Учащиеся 6—8 классов на этом этапе приобретают систематические сведения о строении Вселенной, знакомятся с основными методами астрономии, изучают имеющиеся в кружке инструменты и приборы, овладевают навыками астрономических наблюдений, учатся самостоятельно работать с научно-популярной и справочной литературой, картами и атласами. Такое содержание

занятий и дает основание назвать группу кружком общей астрономии. В процессе освоения программы школьники приобретают также навыки решения задач и выполнения необходимых расчетов при изготовлении приборов и наглядных пособий, приобщаются к техническому творчеству.

II-й этап становится для кружковцев базой дальнейших, более углубленных занятий астрономией.

Опыт многих коллективов показывает, что программа кружка общей астрономии может быть рассчитана на 2 учебных года. Поскольку занятия с младшими школьниками еще не получили повсеместного распространения, мы будем здесь рассматривать кружок общей астрономии как вновь образовавшийся коллектив. Руководитель самостоятельно внесет нужные коррективы, если основу записавшихся составят ребята, ранее окончившие кружок занимательной астрономии. В этом случае двухгодичную программу можно освоить за 1—1,5 года, а затем приступить к III этапу кружковых занятий.

В соответствии с положением о внешкольных учреждениях кружки научно-технического профиля второго и последующих годов занятий могут работать 6 ч в неделю. В школах занятия кружков организуются обычно раз в неделю и продолжаются 2 академических часа. Здесь мы сочли целесообразным изложить программу и методические указания из расчета 4 ч занятий в неделю. Это позволит руководителю скорректировать ее в большую или меньшую сторону.

Предлагаемая ниже программа соответствует разделу «Кружок общей астрономии». Вслед за ней приводятся методические рекомендации.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КРУЖКА ОБЩЕЙ АСТРОНОМИИ

(примерная разбивка часов)

№ п/п	Темы	Всего часов	Теория	Практика
<i>Первый год занятий</i>				
1	Введение	18	13	5
2	Как изучают Вселенную	34	25	9
3	Солнечная система	92	62	30
	Итого:	144	100	44
<i>Второй год занятий</i>				
1	Звезды	80	50	30
2	Наша Галактика	36	26	10
3	Другие галактики	16	12	4
4	Жизнь и разум во Вселенной	12	10	2
	Итого:	144	98	46

ПЕРВЫЙ ГОД ЗАНЯТИЙ

Объем пособия не позволяет изложить методику подготовки и проведения всех занятий кружка общей астрономии. Поэтому мы ограничимся рекомендациями, имеющими, на наш взгляд, наибольшее практическое значение для начинающего руководителя кружка. Приведена также примерная разбивка часов по темам с указанием распределения их между теоретическими и практическими занятиями.

1. Введение

(примерная разбивка часов)

№ п/п	Тема	Практические работы	Всего часов	Теория	Практика
1	Над нами звездное небо	Изготовление карты звездного неба	4	1	3
2	Строение Вселенной	Учебные наблюдения	2	2	—
3	Наблюдения в кружке		4	2	2
4	История астрономии		6	6	—
5	Астрономия в эпоху НТР		2	2	—
		Итого:	18	13	5

Мы рекомендуем начинать изложение курса не с традиционного рассказа об астрономии как науке и ее истории. Об этом речь пойдет позже.

Первое занятие может быть подготовлено в двух вариантах: на случай ясной и пасмурной погоды.

При ясной погоде первое занятие проводится в форме «экскурсии» по звездному небу, при пасмурной — в виде беседы «Строение и масштабы Вселенной». Даже первые занятия надо постараться построить с учетом интересов и эрудиции ребят. Если руководителю не удалось побеседовать со школьниками при записи в кружок, то в начале занятия можно провести экспресс-анкетирование или викторину «Раз, два, три». Это позволит скорректировать начатое занятие.

Занятие на астрономической площадке можно построить по плану:

1. Сколько звезд на небе?
2. Видимая звездная величина, цветовые оттенки некоторых звезд.
3. Понятие созвездия. Демонстрация нескольких созвездий.
4. Легенды о звездном небе.
5. Явления, наблюдаемые на небосводе.
6. Демонстрация объектов в телескоп.
7. Заключительная беседа о кружке (может быть проведена в помещении).

Экскурсию по небосводу можно начать словами древнеримского философа А. Сенеки, который утверждал, что если бы на Земле было только одно место, откуда видны звезды, то к нему стекались бы люди со всего света, чтобы насладиться торжественной красотой ночного небосвода.

Яркие звезды и наиболее характерные созвездия лучше демонстрировать с помощью большой подвижной карты звездного неба. В первой части занятия рассказ в основном ведет руководитель. Он должен оставить наибольшее эмоциональное впечатление. В дальнейшем, в зависимости от эрудиции и активности ребят, можно его строить в виде беседы.

При наблюдении с помощью телескопов наиболее интересных из видимых в данный вечер астрономических объектов могут оказать помощь старшие кружковцы или другие любители астрономии. Каждый инструмент должен быть наведен на один из объектов, а ребята будут переходить от инструмента к инструменту. При этом руководитель старается сообщить о наблюдаемых явлениях наиболее интересную и характерную информацию.

В конце занятия следует ответить на вопросы ребят, возникшие в процессе наблюдений, провести беседу по организационным вопросам.

Большое впечатление произведет на школьников первое занятие, проведенное в виде беседы «Строение и масштабы Вселенной».

Рассказ лучше начать с характеристики системы «Земля—Луна», а затем, опираясь на параметры этой системы как на масштаб, увести воображение слушателей в глубины мироздания. Через цепь сравнений и образов надо постараться связать известные ребятам представления и масштабы с ранее неизвестными, космическими.

На пути к Метагалактике можно наметить два «марша ступеней» — в Солнечной системе и за ее пределами.

I «марш»

Земля—Луна — 30 земных диаметров.

Земля—Солнце — 400 расстояний от Земли до Луны, 1 а. е.

Солнце—Сатурн — 10 а. е.

Солнце—Плутон — 40 а. е.

II «марш»

Солнце—Проксима Центавра — 270 000 а. е., 4 св. года.

Солнце—Полярная звезда — 472 св. года.

Солнце—центр Галактики — 30 000 св. лет (диаметр Галактики — 100 000 св. лет).

Галактика — Туманность Андромеды — 2 млн. св. лет.

Галактика—радиогалактика 3С — 123 — 12 млрд. св. лет.

Подобную «лестницу» целесообразно подготовить и для сравнения размеров небесных тел и их систем: Луна—Земля—Солнце—Солнечная система—звезда-сверхгигант—звездное скопление—Галактика—Местная группа.

Расстояния в Солнечной системе школьники смогут лучше представлять, если осознают величину астрономической единицы. О том, как это осуществить, руководитель может прочитать в главе 4.

За пределами Солнечной системы в начале курса лучше пользоваться понятием «световой год», которое школьникам известно по научной фантастике и научно-популярной литературе.

Переход от межпланетных к межзвездным расстояниям станет нагляднее, если сообщить, что свет, который даже от ближайших звезд доходит к нам через годы и десятилетия, от Солнца приходит уже через 8 мин, а от Луны — через 1,25 с. Помогут и другие сравнения. Поезд, мчащийся со скоростью 100 км/ч, покрыв бы расстояние до Проксимы Центавра лишь за 100 млн. лет. Даже современные космические аппараты, скорость которых все еще кажется фантастической, улетев с Земли с третьей космической скоростью, достигнут окрестностей ближайшей звезды через 100 000 лет.

Подобные примеры, способные помочь образному восприятию астрономических величин, рассыпаны во многих научно-популярных книгах. Руководитель, прочитывая их, должен заблаговременно выписать нужные образы и сравнения в свою картотеку.

Путем несложных расчетов руководитель самостоятельно сможет связать неизвестное с известным.

В астрономии часто приходится иметь дело с большими числами. Уже на первом занятии можно попытаться дать юным астрономам представление о миллионе. Для этого следует сравнить тысячу и миллион шагов. Ведь для многих подростков оба эти числа символизируют огромную величину. Расстояние в 1000 шагов ребята способны легко себе представить. Они будут поражены, когда узнают, что миллион шагов — расстояние от Москвы до Ленинграда (размер детского шага мы приняли за 60 см). Некоторые расчеты стоит выполнить вместе с ребятами прямо на занятии на доске и в тетрадях.

В завершение беседы советуем предложить кружковцам записать в тетрадях наш «адрес» во Вселенной: Метагалактика, Местная группа галактик, Млечный Путь, Солнечная система, планета № 3 — Земля, северное полушарие, Евразия, Советский Союз, город ..., школа № ..., астрономический кружок

Беседу «Строение и масштабы Вселенной» необходимо иллюстрировать показом цветных слайдов, фотоснимков, кинофрагментов. Это занятие можно украсить чтением стихов о Вселенной. Многие из них в разное время публиковались в журнале «Земля и Вселенная».

На первом занятии при обсуждении организационных вопросов следует сформулировать основные требования к кружковцам: правила поведения, отношение к имуществу кружка, соблюдение традиций коллектива, перечень вещей, необходимых каждому на занятиях кружка.

На одной из первых встреч новички должны получить достаточное представление о плане предстоящих занятий, ночных наблюдений, о перспективах развития коллектива. Все рекомендации и тре-

бования, касающиеся предстоящих наблюдений, должны быть зафиксированы кружковцами в тетрадах. Ребята должны узнать о трудностях, неудобствах, связанных, например, с участием в ночных наблюдениях. Одним словом, новички должны получить по возможности адекватное представление о своем будущем в кружке юных астрономов. В противном случае будни кружковых занятий могут разочаровать ребят.

Возможный план занятия:

1. Роль наблюдений в астрономии.
2. Место наблюдений в программе кружка.
3. Требования к наблюдателю: правила поведения на площадке для наблюдений, данные, регистрируемые наблюдателем, черты характера, необходимые наблюдателю.
4. Принятая форма регистрации результатов наблюдений.
5. Служба времени.
6. Наблюдения невооруженным глазом: объекты, задачи, методические рекомендации, возможности самостоятельных наблюдений.
7. Инструментальные наблюдения: объекты, задачи, инвентарий кружка, правила работы с оптикой, техника безопасности, методические рекомендации, возможности самостоятельных наблюдений.
8. Возможности научно-любительских наблюдений в кружке.

В зависимости от возраста и качественного состава контингента кружка, руководитель определит целесообразность рассмотрения на данном занятии пункта № 8 настоящего плана. Пункту № 7 может быть посвящено специальное занятие. Занятие, посвященное инструментальным учебным и научно-любительским наблюдениям, можно запланировать при изучении темы «Как изучают Вселенную». Тогда школьники лучше поймут роль научно-любительских наблюдений, суть используемых при этом средств и методов.

Познакомив кружковцев с видимой и истинной картинами мира, естественно перейти к рассмотрению вопроса о том, как в течение веков складывалась современная картина мира. В задачу руководителя не входит (да это и невозможно из-за ограниченности времени) изложение истории астрономии со всеми событиями и именами. Скорее, следует обозначить этапы, которые прошла в своем развитии астрономия с древнейших времен до наших дней. Надо разъяснить на примерах, что астрономия возникла из практических потребностей человечества.

Особое внимание уделяется поворотным моментам в истории познания мира, которые, как известно, в средние века связаны с именами Н. Коперника, Д. Бруно, Г. Галилея, И. Кеплера, И. Ньютона (законы Кеплера и закон всемирного тяготения рассматриваются отдельно в главе 3). Надо подчеркнуть также на примерах, что технические достижения, успехи физики, химии, математики использовались плодотворно в астрономических исследованиях, способствовали качественным сдвигам в познании Вселенной (рождение телескопической астрономии, спектроскопии, астрофотографии, радиоастрономии и т. д.).

По истории астрономии кружковцы в состоянии подготовить и свои сообщения. Руководитель должен при этом остановить внимание на самых важных моментах рассматриваемого материала. История астрономии дает много примеров борьбы науки и религии, материализма с идеализмом. Их можно использовать в интересах атеистического воспитания. (Указания к изучению исторического материала см. в разделе 3.2.)

Завершает введение лекция-беседа «Астрономия в эпоху НТР». На этом занятии акцент делается не на методы современной астрономии, чему будет посвящена следующая тема, а на ее место в современном мире. На конкретных примерах надо показать, как астрономические наблюдения питают фактическим материалом физику, космологию, космохимию. Практическое значение астрономии сегодня определяется прогнозом солнечной активности, результатами сравнительной планетологии, вкладом в космонавтику. Следует подчеркнуть, что и в современную эпоху астрономические исследования не утратили своего мировоззренческого значения.

Что же касается использования астрономией достижений научно-технической революции, то прекрасным примером этого может послужить создание крупнейшего в мире оптического телескопа БТА. При его постройке были использованы новейшие методы и средства вычислительной техники, химической технологии, механики, оптики, электроники, машиностроения.

Сравнение шестиметрового рефлектора с астрономической трубой Галилея наглядно продемонстрирует прогресс астрономической техники с XVII в.

Другим ярким примером влияния научно-технической революции на астрономическую науку станет рассказ об открытиях, совершенных в последние годы с помощью космонавтики.

При подготовке этого занятия и темы в целом рекомендуем использовать дополнительную литературу [53].

2. Как изучают Вселенную (примерная разбивка часов)

№ п/п	Тема	Практические работы	Всего часов	Теория	Практика
1	Элементы сферической астрономии	Изготовление угломерных инструментов, модели небесной сферы, работа с атласами, решение задач	8	3	5
2	Источники информации о Вселенной: а) видимый свет, его волновые свойства; спектр видимого света;		2	2	—
	б) невидимые излучения; диапазоны электромагнитных волн;		2	2	—

№ п/п	Тема	Практические работы	Всего часов	Теория	Прак- тика
3	в) модель атома; квантовые свойства излучения;		2	2	—
	г) космические лучи; нейтрино;		2	2	—
	д) метеориты;				
	Методы регистрации и анализа астрономической информации:				
	а) обзор средств и методов регистрации в зависимости от диапазона;		2	2	
	б) телескопы;	Учебные наблюдения, лабораторная работа с элементами оптики	6	3	3
	в) астрофотография, фотометрия;		2	2	—
	г) спектральный анализ;	Лабораторная работа со спектроскопом	4	2	2
	д) радиоастрономия;		2	2	—
	е) космические исследования;		1	1	—
	ж) роль теоретических исследований		1	1	
		Итого:	34	24	10

Достаточно подробное рассмотрение темы «Как изучают Вселенную» уже в начале кружковых занятий имеет принципиальное значение. Предварительное ознакомление с физическими и техническими основами методов исследования Вселенной позволит в дальнейшем не ограничиваться изложением только суммы знаний, но показывать школьникам пути и средства, которые приходилось использовать, чтобы получить информацию. Это открывает также возможность широко использовать на занятиях проблемный и исследовательский методы.

Тема «Как изучают Вселенную» — одна из наиболее сложных для подростков. Особенно труден для их восприятия материал сферической астрономии, отличающийся, как известно, абстрактностью. Если кружок сформирован заново, то изучение элементов сферической астрономии может отпугнуть ребят от занятий. И все-таки начинать тему надо именно с этого раздела, на «пике» интереса, разбуженного во время первых занятий.

При знакомстве с трудным разделом поможет максимальная наглядность — использование армиллярной сферы, черного глобуса, слайдов, таблиц, доски (см. главу 5).

Как спланировать этот раздел программы?

Представляется нецелесообразным на одном занятии знакомить школьников среднего возраста со всеми основными точками и линиями небесной сферы. Более предпочтителен следующий план изучения элементов сферической астрономии.

1. Представление о небесной сфере как о необходимом условии угловых измерений в астрономии. Центр небесной сферы. Отвесная линия, зенит, надир. Горизонтальная плоскость, видимый и истинный горизонт. Полуденная линия, точки Севера и Юга. Небесный меридиан. Зенитное расстояние. Горизонтальные координаты: высота и азимут светил. Изготовление универсального угломера и работа с ним.

2. Вращение небесной сферы, ось мира, полюсы мира, небесный экватор. Экваториальные координаты: склонение и прямое восхождение. Работа с атласами и картами.

3. Кульминация светил. Вид звездного неба на разных широтах. Изготовление модели армиллярной сферы. Решение задач.

Приведем несколько практических рекомендаций, которые помогут освоению школьниками данного материала.

При указанной последовательности изложения материала формирование понятия «небесная сфера» происходит поэтапно.

На первом занятии руководитель кружка ассоциирует новое понятие с привычным представлением о небосводе. Ведь небо с раннего детства воспринимается как полусфера. Более наглядными в этом случае станут понятия «произвольный радиус сферы», «центр в глазу наблюдателя». Еще в начальной школе ребята узнают, что с противоположной от нас стороны земного шара может спокойно стоять человек-антипод, над которым также раскинулось небесное полушарие. Соединив в воображении оба небесных полушария, кружковцы легче представят себе небесную сферу. На этом этапе речь о суточном вращении небесной сферы еще не ведется. Опираясь на жизненный опыт, а также на знания, почерпнутые из курсов природоведения и географии (3—5 классы), руководитель рассказывает о горизонтальной плоскости и линии горизонта, об отвесной линии и зените, о полуденной линии и о сторонах горизонта. Только после этого стоит обратиться к построению чертежа на доске и в тетрадах. Параллельно используется черный глобус. Это позволяет завершить формирование представлений о тех элементах сферической астрономии, которые можно рассматривать, не говоря пока о вращении небесной сферы.

Горизонтальные координаты перестанут быть абстракцией, если с помощью самодельного универсального угломера определить зенитное расстояние и азимут Солнца или Луны, яркой звезды или планеты.

Второй этап — формирование представления о вращающейся небесной сфере. Здесь также необходимо опираться на школьные знания и на жизненные наблюдения кружковцев (суточное вращение Земли, перемещение Солнца по небосводу в течение дня, изменение положения «ковша» Большой Медведицы и т. п.). Такие понятия, как ось мира, полюс мира, небесный экватор, небесный меридиан, будет легче воспринять по аналогии с соответствующими географическими терминами. Лучше соотнести эти понятия поможет самодельная демонстрационная установка: армиллярная сфера с помещенной в центре на общей оси небольшой моделью земного ша-

ра. Землю может символизировать шарик для настольного тенниса с нанесенными линиями экватора и меридианов.

Решать задачи, применяя системы координат, армиллярную сферу, черный глобус, атласы и карты, рекомендуется не только на данных занятиях, но и в дальнейшем при подготовке и проведении астрономических наблюдений.

Изменение вида звездного неба на разных широтах проще всего объяснить под куполом планетария. Если такой возможности нет, то рекомендуется использовать в качестве модели небесной сферы шаровидную колбу, наполовину заполненную подкрашенной водой. На колбу следует нанести линию экватора, несколько параллелей и 3—5 условных звезд. Колба закрепляется на химическом штативе с шарнирным держателем. Методика использования такой модели многократно описана в литературе.

Закрепить в памяти, сделать более конкретными изученные понятия поможет практическая работа по изготовлению модели небесной сферы из гибкой проволоки в разноцветной оболочке. Для изготовления моделей кружок целесообразно разделить на группы по 2—3 человека. В процессе изготовления моделей руководитель переходит от группы к группе, чтобы убедиться в полной ясности для ребят воспроизводимых понятий. Лучшие из выполненных работ пополнят набор наглядных пособий. Новые возможности для восприятия этого сложного материала дает применение персонального компьютера с цветным графическим дисплеем.

При изучении данного раздела рекомендуется осуществлять краткие экскурсии в историю астрономии. Следует также показать практическое значение сферической астрономии и в наши дни.

Знакомство с электромагнитным излучением следует начать с беседы о видимом свете. Ребята знают, что главным источником света на Земле является Солнце, что именно поэтому только днем в отраженных солнечных лучах мы можем воспринимать мир окружающих нас вещей во всем разнообразии форм, размеров и цветов. Благодаря восприятию света, мы можем также получить первое представление и о других свойствах предметов: дерево на ветру качается, а дом — нет, лед блестит на солнце, а пашня — нет. Глядя на предметы, мы можем судить и о сравнительных расстояниях до них. Теперь юные астрономы вполне смогут представить себе, что подобным же образом отраженный солнечный свет может нам принести информацию о небесных телах в Солнечной системе.

Звезды светятся сами. Может ли приходящее от них излучение поведать нам что-либо? Этот вопрос следует поставить перед ребятами и предложить им найти ответ по аналогии с наблюдаемым земным миром. Ребята, вероятно, вспомнят, что свет различных земных источников могут отличить на глаз. Они назовут такие различные источники света, как бытовая лампочка накаливания, люминесцентная лампа дневного света, разноцветные трубки рекламы, уличные светильники фиолетового и оранжевого оттенков, разноцветные огни фейерверка, красные угольки костра. Эти и многие другие источники света сами рассказывают о себе. Ребятам сле-

дует напомнить, что и звезды отличаются светимостью, цветовыми оттенками.

В заключение этой части беседы надо сообщить ребятам, что приходящий на Землю свет несет на себе отпечатки свойств не только пославших его объектов, но и среды, через которую он проходил во время своего путешествия.

Затем можно переходить к описанию волновой природы света. Здесь поможет опыт с волнами на поверхности воды. Ребята увидят движение волн, отражение их от стенок кюветы, прохождение двух систем волн, идущих навстречу друг другу, постепенное затухание волн. Можно продемонстрировать также механические волны, бегущие вдоль куска бельевого шнура длиной 3—4 м (один конец шнура закрепляется неподвижно, а другой колеблется от руки экспериментатора). Этот опыт помогает нагляднее представить, что такое амплитуда и длина волны, связь их с частотой и силой колебания конца шнура.

Далее логично рассмотреть спектральное разложение белого света на составляющие его цвета (радуга, пятна нефтепродуктов на мокром асфальте, игра света в гранях стекла), попытаться в связи с этим дать первое представление о рефракции и дифракции световых лучей в зависимости от длины волны.

Познакомив юных астрономов с некоторыми волновыми свойствами, которыми обладает весь спектр электромагнитного излучения (в большей или меньшей степени), можно коротко сообщить о квантовых свойствах, в особенности проявляющихся у коротковолнового излучения. Последнее можно продемонстрировать на примере фотоэффекта.

Квантовые свойства, понятия о космических лучах станут доступнее, если прежде дать элементарное представление о модели атома водорода. (О молекулярном строении вещества школьники узнают в начале 6 класса, о строении атомов — в первом полугодии 7.)

Говоря о космических лучах, надо не только сообщить об их составе, интенсивности, но коротко — об их природе: галактическое излучение, частицы солнечного происхождения, радиационные пояса Земли. Здесь рекомендуется показать действие демонстрационного счетчика Гейгера (со звуковой или люминесцентной индикацией).

О нейтрино как о перспективном источнике астрономической информации следует рассказать отдельно. Пристальное внимание астрономов к этим частицам, как известно, объясняется тем, что они обладают уникальной проникающей способностью. Юные астрономы с удивлением узнают, что нейтрино могут, например, пролететь сквозь плиту из стали толщиной в миллион астрономических единиц. Именно благодаря этому своему свойству нейтрино могут существовать во Вселенной многие миллиарды лет, неся на себе «отпечатки» тех условий, в которых они родились. С помощью этих частиц ученые надеются «заглянуть» в глубины прошлого Метагалактики и в непрозрачные для электромагнитного излучения недра звезд и ядра галактик. Следует вместе с тем подчеркнуть принципиальную

трудность регистрации нейтрино, рассказать о строительстве в СССР и за рубежом упрямых под землю телескопов.

О метеоритах как о носителях информации в данной теме говорится лишь в ознакомительном порядке, так как этот материал подробно рассматривается в главе 3.

Следующий раздел — «Методы регистрации и анализа астрономической информации» — рекомендуется начать с повторного обращения к схеме шкалы электромагнитных волн, на которой теперь надо выделить три диапазона, в зависимости от способа регистрации: 1) радиоизлучение, 2) оптическое излучение, 3) рентгеновское и гамма-излучение. Следует указать на характерные особенности этих областей излучения: убывание волновых и возрастание квантовых свойств от радио- к гамма-лучам и, как следствие этого, необходимость различных приемников излучения для каждого диапазона. Далее следует краткий рассказ о характере взаимодействия с веществом излучений разной длины волны. Это сделает понятным, в частности, наличие «окон прозрачности» в земной атмосфере. Эффектным примером взаимодействия коротковолнового излучения с веществом станет демонстрация люминесценции многих предметов под воздействием ультрафиолетовых лучей. Опыт проводится в темной комнате. В качестве источника ультрафиолетового излучения используется лабораторная ртутная лампа, видимый свет от которой отсекается специальным темным стеклянным фильтром. Если лампу направить на сидящих в аудитории, то начнет светиться кожный покров, но особенно ногти и зубы. Ярко засветятся многие предметы одежды из синтетических тканей, некоторые природные кристаллы, флюорит например. Опыт станет еще более впечатляющим, если внести в лучи ртутной лампы пробирки с так называемыми люминофорами (наиболее распространен кристаллический фосфор).

На следующих занятиях руководитель приступает к более подробному ознакомлению кружковцев с методами и средствами регистрации и анализа астрономической информации.

Прежде всего и наиболее подробно изучается телескоп, как основное средство наземных астрономических наблюдений. Это поможет вместе с тем уже с начала учебного года более квалифицированно вести в кружке телескопические наблюдения. Первый этап — изучение малых телескопов. При этом имеется в виду не только изучение оптической части, но и подробное ознакомление с механическим устройством, включая выяснение назначения и конструктивных особенностей даже самых мелких деталей. Второй этап — изучение более мощных телескопов, имеющих в кружке. Эти приборы изучаются еще более скрупулезно. В практике кружков Планетария, а также Московского городского и Фрунзенского районного дворцов пионеров до сих пор используется программа изучения телескопов, разработанная в свое время руководителем астрономических кружков, сотрудником ГАИШ К. В. Куимовым. По системе К. В. Куимова каждый этап изучения астрономической оптики завершается зачетом по индивидуальному графику на право пользования имеющимися инструментами самостоятельно. После зачета, сданного

успешно, юный астроном получает удостоверение наблюдателя первого, а в дальнейшем — второго разряда. Именно из числа сдавших зачет формируется бригада дежурных по обсерватории.

Описанная система обеспечивает воспитание уважительного отношения к материальной базе кружка, в частности к точным приборам, стимулирует глубокое изучение теории и практики астрономических наблюдений.

Занятие по изучению телескопов, которое проводится в теме «Как изучают Вселенную», — лишь начало всей описанной выше системы. Одна из его задач — дать верное направление этой серьезной работе. На данном занятии рекомендуется использовать демонстрационный школьный набор линз и зеркал и имеющиеся в кружке телескопы. Особое внимание следует уделить общим принципам и правилам работы с оптическими инструментами.

Рассказывая об астрофотографии, следует подчеркнуть, что в настоящее время с помощью специальных эмульсий можно вести астрономическую съемку не только в видимых, но и в инфракрасных, а также в ультрафиолетовых лучах. Здесь следует сообщить о преимуществах фотографических наблюдений перед визуальными, об отличии астрофотографии от бытовых съемок, о разнообразной технике, применяемой в современных исследованиях. Вместе с тем надо указать на недостатки этого метода наблюдения: появление вуали при длительных экспозициях, необходимость длительного и точного гидирования астрографа, влияние аберраций. Весь ход занятия необходимо сопровождать демонстрацией соответствующих снимков. Юные астрономы должны получить первые рекомендации относительно самостоятельных опытов в этом направлении.

Понятие о фотометрии станет более конкретным, если в план включить выполнение практической работы со школьными физическими приборами по данной теме. Если для этого приборов не хватает, то можно ограничиться демонстрационным экспериментом на столе преподавателя. Демонстрационную установку можно собрать, используя фотоспротивление и чувствительный электроизмерительный прибор. В теоретической части занятия интересно рассказать о поистине фантастической чувствительности современных астрофотометров, использующих фотоэлектронные умножители (ФЭУ), в которых поток первоначально возникших электронов возрастает в 10 миллионов раз. Но и этот сигнал может быть еще усилен электрически.

Об электронно-оптических преобразователях (ЭОП) можно рассказать непосредственно после ознакомления ребят с устройством ФЭУ, так как оба типа приемников основаны на фотоэлектронике. Кружковцы должны узнать и о самом замечательном свойстве этих приборов — превращать невидимое инфракрасное излучение в изображение, видимое на экране или на фотопластинке. Следует привести примеры получения новой ценной астрономической информации при использовании ЭОП. Рассказать, например, что для инфракрасных лучей, принятых и усиленных ЭОП, оказались прозрачными межзвездные скопления пыли и газа, поглощающие, как

известно, видимый свет. Это позволило, в частности, заглянуть в центральные области нашей Галактики.

Занятия, посвященные спектральному анализу небесных объектов, могут стать самыми интересными в данной теме. Успешное ознакомление с физическими и техническими основами спектрального анализа в значительной степени зависит от возможности проведения лабораторных работ и демонстрационных экспериментов. Прежде всего рекомендуется поставить фронтальную лабораторную работу с использованием однотрубных или двухтрубных школьных спектроскопов. Для этой работы достаточно иметь хотя бы по одному спектроскопу на 2—3 человека.

Суть работы достаточно проста: последовательно рассматривая с помощью этого прибора спектры солнечного света, лампочки накаливания и лампы дневного света (люминесцентной), установить, что в них общее, а что различное. Увиденное необходимо зарисовать в тетради с использованием цветных карандашей. После нескольких повторных рассмотрений при достаточно хорошем качестве щели спектроскопов кружковцы видят, что, в отличие от спектра лампочки накаливания, в спектре солнечных лучей заметны темные линии, а в спектре люминесцентной лампы — яркие эмиссионные линии.

Для проведения данной работы можно использовать и другие источники: ртутную лампу, пламя газовой горелки, если в него в момент наблюдения вносить кристаллики поваренной соли.

После завершения практической работы следует вместе с ребятами рассмотреть два вопроса: 1. Как устроены и работают спектроскоп и спектрограф? 2. Какую информацию можно извлечь из анализа спектров небесных объектов?

Выполнение описанной выше работы помогает кружковцам представить образнее, что такое непрерывный и линейчатый спектры, а возвращение к механизму поглощения и излучения квантов атомом позволит узнать природу линий эмиссии и поглощения в спектрах.

Связь цвета излучения с температурой излучающего тела ребята представляют из жизненного опыта: «раскаленный докрасна» и «раскаленный добела».

Эффект Доплера, который, как известно, позволяет получать ценную астрономическую информацию, станет понятнее школьникам после простого, но наглядного опыта с упоминавшимся ранее бельевым шнуром. Горизонтально натянутый шнур держат два кружковца. Один стоит неподвижно. Второй сообщает шнуру колебания движением руки. Если этот кружковец, сохраняя ритм колебаний, начнет приближаться к первому, то длина каждой из бегущих по шнуру волн сократится. Если же экспериментатор удалится от первоначального положения, то длина волны, напротив, увеличится. В этом опыте кружковец, стоящий неподвижно, — наблюдатель, а второй — символизирует движущийся объект наблюдения. Разумеется, описанная выше аналогия в достаточной степени приближительна, но еще раз подчеркнем — наглядна и убедительна.

Радиоастрономия также заинтересует ребят.

Руководитель начинает занятие с истории открытия космического радиоизлучения. После этого, показав кружковцам несколько снимков радиотелескопов различной конструкции, многие из которых напоминают циклопические сооружения, можно предложить для размышления и совместного решения следующие задачи: 1. Почему необходимо сооружать столь грандиозные концентраторы радиоизлучения? 2. Почему поверхности чашеобразных зеркал радиотелескопов не обработаны с той же точностью, с какой полируют зеркала оптических инструментов? 3. Почему многие антенны вообще не имеют сплошной поверхности, а представляют собой ажурные конструкции?

О средствах и методах регистрации приходящего радиоизлучения следует сказать лишь вкратце. Углубляться в техническую сторону устройства приемников излучения вряд ли имеет смысл ввиду сложности материала и недостатка времени.

Трудность решаемых радиоастрономами задач и значимость достигнутых результатов станет яснее, если школьники узнают, что чувствительность радиотелескопов в миллиарды раз выше, чем у домашних радиоприемников высокого класса. Это позволяет радиотелескопам принимать фантастически слабые по земным меркам сигналы. Кембриджский радиоинтерферометр, например, может почувствовать излучение меньше 10^{-25} Вт на 1 м^2 . Если бы излучение такой интенсивности пришло на всю земную поверхность, то и тогда его суммарная мощность равнялась бы всего $5 \cdot 10^{-12}$ Вт.

Школьники много слышали, видели и читали о космических полетах и космических исследованиях. Поэтому задача руководителя — в процессе короткой беседы обобщить знания кружковцев по обсуждаемым на занятии проблемам. В итоге юные астрономы должны иметь представление о двух основных направлениях получения астрономической информации с борта космических аппаратов. Во-первых, о наблюдениях Солнца, звезд, внегалактических источников во всех областях спектра; во-вторых, о прямых исследованиях тел Солнечной системы. Руководитель должен иметь в виду, что именно об астрономических исследованиях далеких объектов меньше всего известно нашим воспитанникам. На занятии рекомендуется рассказать о последних космических экспериментах и о перспективных проектах, таких, как создание радиотелескопов космических масштабов, мощных орбитальных оптических телескопов.

Разговор о всеволновой астрономии можно завершить рассказом о том, как менялась бы картина небосвода, будь у нас возможность переключать зрение на восприятие волн различной длины. Здесь следует подчеркнуть удивительную силу человеческого разума, которая позволила с помощью разнообразных сложных приборов и устройств фактически сделать нас всевидящими.

Программа занятий по теме «Как изучают Вселенную», приведенные методические указания свидетельствуют, что освоение этого материала школьниками среднего возраста представит большую трудность. В связи с этим хотелось бы сделать некоторые замечания.

Известно, что многие учащиеся 6—7 классов с желанием пытаются разобраться в довольно сложных для них понятиях и проблемах. Причем дополнительным стимулом является то обстоятельство, что этот материал изучается в школе лишь в старших классах. Некоторые ребята с удовольствием ходят на выступления ученых, даже если далеко не все из услышанного им ясно.

Так что на занятиях астрономического кружка, где есть возможность выяснить непонятное, тем более не следует бояться иногда давать материал так сказать «на грани возможного понимания». Думается, нет большой беды, если пока не все кружковцы до конца усвоят весь материал этого раздела. Пусть каждый усвоит то, что ему сегодня оказалось по силам.

В заключение надо показать роль теории в астрономии, которая, с одной стороны, интерпретирует наблюдаемые результаты, а с другой,— исходя из теоретических расчетов, гипотез и моделей, предлагает новые задачи астрономам-наблюдателям.

Было бы крайне желательно организовать в качестве итогового занятия по двум первым темам экскурсию на астрономическую обсерваторию или посещение физического факультета университета, педагогического института.

3. Солнечная система (примерная разбивка часов)

№ п/п	Тема	Практические работы	Всего часов	Теория	Практика
1	Общая характеристика Солнечной системы	Решение задач, наблюдение собственного движения планет	14	8	6
2	Земля — планета	Изготовление солнечных часов	6	4	2
3	Луна	Наблюдение собственного движения, решение задач, наблюдение рельефа	10	6	4
4	Меркурий	—	2	2	—
5	Венера	Наблюдение фаз	5	4	1
6	Марс	Наблюдение планеты	5	4	1
7	Юпитер	Наблюдение и зарисовка диска и спутников Юпитера	8	4	4
8	Сатурн	Наблюдение и зарисовка	4	2	2
9	Уран, Нептун	—	2	2	—
10	Плутон	—	2	2	—
11	Астероиды	—	2	2	—
12	Кометы	Наблюдение видимых комет	4	4	—
13	Метеоры, метеориты	Наблюдение потоков и спорадических метеоров	12	4	8
14	Межпланетная среда	—	2	2	—
15	Солнце	Наблюдение в телескоп, зарисовка пятен	10	6	4
16	Происхождение Солнечной системы	—	4	4	—
		Итого:	92	61	31

Прежде чем изложить рекомендации к отдельным разделам, приведем соображения, касающиеся изучения темы в целом.

По всей вероятности, с содержанием темы «Солнечная система» школьники должны быть знакомы сравнительно хорошо. Во-первых, по курсам природоведения, географии, физики. Во-вторых, по материалам, публикуемым массовыми средствами информации. В-третьих, наиболее любознательные кружковцы наверняка знакомы с научно-популярной литературой по этой теме. Однако уровень информированности отдельных ребят весьма различен и неидентичен по содержанию. Если в этих условиях не найти оптимальной методики, занятия могут оказаться недостаточно насыщенными и станут неинтересны для большинства кружковцев. При освоении данной темы необходимо:

1. Сократить до минимума применение лекционного метода.
2. Большинство занятий строить в виде проблемной беседы, используя, где возможно, исследовательский метод.
3. На отдельных занятиях проводить самостоятельную работу со справочной и научно-популярной литературой с целью поиска дополнительной информации по изученному разделу программы.
4. На каждом втором или третьем занятии следует делать доклады и реферативные сообщения кружковцев.
5. Максимально насытить изучение темы астрономическими наблюдениями.
6. Давать информацию не как сумму известных данных, а как итог трудной работы специалистов; показывать причинную зависимость наблюдаемых процессов и явлений.
7. На одном-двух занятиях сделать сообщение творческих групп по теме «Перспективы исследования Солнечной системы средствами космонавтики, задачи, техника, сроки реализации». После прослушивания сообщений проводится дискуссия. Отдельные проблемы решаются методом мозговой атаки.

Приступая к рассмотрению раздела «Общая характеристика Солнечной системы», следует подчеркнуть практическую значимость ее исследования для понимания геологической и геофизической природы нашей планеты.

О масштабах Солнечной системы кружковцы уже получили представление на одном из первых занятий. Теперь руководитель может предложить юным астрономам самим рассчитать образную модель Солнечной системы. На первом занятии по данной теме школьники должны получить представление о подавляющем превосходстве Солнца по массе над остальными «членами его семьи». И это несмотря на то, что число «членов» Солнечной системы колоссально. В солнечном шаре заключено 99,87% массы всей системы, и, следовательно, на 9 планет, 34 спутника, 100 тыс. астероидов, 100 млрд. комет, несметное число метеорных тел приходится лишь 0,003 доли общей массы. Простые вычисления, выполненные на занятии кружка, покажут юным астрономам, что из этой малой доли более 99% приходится на массу четырех планет-гигантов. Что же остается всем остальным членам Солнечной системы?

В таблице или на диапозитиве следует показать характерные орбиты планет Солнечной системы. Рекомендуется обратить внимание на те свойства нашей системы (компланарность орбит, направление движения и осевого вращения, распределение момента количества движения, наличие двух групп планет), которые имеют космогоническое значение.

Представляется целесообразным предложить кружковцам зафиксировать основные данные о планетах в рабочих тетрадах в виде таблиц. К ним не раз придется обращаться в дальнейшем.

Определенную трудность могут представить для понимания законы Кеплера и закон всемирного тяготения Ньютона. Для того чтобы повысить интерес к этому материалу, рекомендуется излагать его в историческом контексте. Поучительной и интересной станет история создания книги И. Кеплера «Новая астрономия», в основе которой, как известно, лежат жизнь и деятельность Н. Коперника и Т. Браге. Советуем показать ребятам параллель этой истории с работой И. Ньютона, который смог сформулировать свой знаменитый закон всемирного тяготения, опираясь на открытия Галилея и Кеплера.

Хотелось бы подчеркнуть, что учащиеся 6—7 классов без особых затруднений понимают закон всемирного тяготения, если руководитель рассмотрит его действие на нескольких конкретных примерах. Сложнее ими воспринимаются законы Кеплера и понятие об элементах орбит.

Приведем рекомендации, касающиеся изучения этого материала.

Прежде всего, советуем привлекать для объяснения законов Кеплера и для описания небесных орбит примеры из космонавтики, что облегчит понимание абстрактных для ребят понятий, покажет практическую применимость и универсальность изучаемых положений. Характер движения по эллиптической орбите станет нагляднее при рассмотрении, например, сильно вытянутой траектории спутников серии «Молния». Ведь именно благодаря «работе» второго закона Кеплера удалось выбрать такую траекторию спутнику-ретранслятору, что из 12 ч, составляющих период обращения, 10 ч он виден с территории нашей страны. С большой скоростью он «проскакивает» в перигее южное полушарие и очень медленно с большой высоты «рассматривает» северное полушарие планеты. (Апогей спутника связи около 40000 км.) Здесь можно воспользоваться аналогией с правилом рычага, как это делает при рассмотрении второго закона Кеплера корифей космонавтики А. А. Штернфельд.

Третий закон также может быть рассмотрен не только на примере сопоставления двух планетных орбит, скажем Земли и Марса, но и при сравнении двух спутников. Нам кажется удобным для этого случай запуска одной ракетой нескольких пар спутников серии «Электрон»: спутники были выведены на существенно разные эллиптические орбиты.

Представление об элементах орбит удобно дать с помощью заранее выполненных проволочных моделей эллиптических орбит. Каждая модель должна быть сделана из проволоки иного цвета и

отличаться параметрами. Располагая модели таким образом, чтобы в одном из фокусов находился шар на подставке, символизирующий Землю или Солнце, можно дать наиболее образное представление о таких элементах орбит, как большая полуось, эксцентриситет, афелий (апогей), перигелий (перигей). Параллельно следует выполнять соответствующие чертежи на доске, пользуясь цветными мелками. Это позволит лучше представить понятия «наклонение орбиты», «линия узлов», «точки узлов». Для большей наглядности не представит труда изготовить из картона или фанеры модель плоскостей двух-трех орбит.

Сформированное представление об эксцентриситете позволит без особого труда объяснить суть параболических и гиперболических траекторий. Понятие о разомкнутых орбитах вначале лучше дать на примере запуска космических аппаратов со второй и третьей космическими скоростями.

Более полному пониманию третьего закона Кеплера и закона всемирного тяготения поможет решение задач. Можно предложить, например, кружковцам определить путем вычислений период обращения Урана или Нептуна. Для этого, правда, придется научить ребят извлечению квадратных корней. Но, как показывает опыт, это вполне реально сделать в кружке общей астрономии.

Новые возможности для формирования образного представления и ясного понимания темы открываются при использовании персональных компьютеров, в особенности если они имеют цветной графический дисплей. Если руководитель кружка не имеет соответствующих навыков работы с компьютером, он может прибегнуть к помощи специалистов. Помимо того, среди старших кружковцев обычно находится несколько энтузиастов, которые самостоятельно сумеют написать ряд несложных программ, позволяющих на экране дисплея демонстрировать различные орбиты, их эволюции, а также движение небесных тел в центральном поле тяготения. Соответствующее программное обеспечение позволит, например, продемонстрировать юным астрономам, как с изменением исходных данных (скорость в апоцентре и перицентре, масса центрального тела, расстояние до него в моменты изменения скорости) меняются параметры орбит небесных тел.

Прежде чем приступить к решению задач по определению масс небесных тел, рекомендуется рассказать, как удалось «взвесить» нашу планету (по углу отклонения подвешенного грузика под действием притяжения горы с известной массой, а дальше с помощью опыта Кавендиша).

Вычисленную массу Земли стоит записать на доске в виде:

6 000 000 000 000 000 000 000 тонн.

Это поможет лучше «прочувствовать» массу нашей планеты. Ведь в дальнейшем другие небесные тела Солнечной системы мы будем сравнивать именно с Землей.

В данной теме можно прежде всего предложить юным астрономам вычислить массу Луны, Солнца и одной из планет. Первую из

этих задач следует выполнить общими усилиями с помощью руководителя.

Для приобретения соответствующих навыков и ради экономии времени рекомендуется производить все расчеты с помощью калькуляторов.

Раздел «Земля — планета», на первый взгляд, не может вызвать у ребят особого интереса. Ведь изучению природы нашей планеты целиком посвящен курс географии 5 класса.

В астрономическом кружке Землю мы будем рассматривать как небесное тело, как одну из планет Солнечной системы. Приступая к изучению Земли, следует подчеркнуть, что геофизика и ее методы все шире применяются в исследовании планет и спутников.

В том, что земной шар имеет суточное вращение, сегодня можно убедиться путем прямых наблюдений из космоса. И тем не менее, ребята с интересом станут участниками эксперимента с маятником Фуко. Модель эксперимента Фуко может быть поставлена в каждом кружке. Для этого надо установить штатив с подвешенным на нити грузом на медленно вращающейся подставке. Подставку можно поворачивать от руки или при помощи мотора.

Говоря о годовом движении Земли, можно вычислить по формуле закона всемирного тяготения силу, удерживающую Землю на орбите.

В обсуждаемой теме следует уделить серьезное внимание связи истинного орбитального движения Земли с кажущимся годовым движением Солнца, формированию понятия «эклиптика».

Интерес ребят вызовет беседа о физической природе околоземных поясов повышенной радиации, степени опасности этих зон для космонавтов, связи солнечной активности с магнитосферой Земли, поясами и атмосферными процессами. К этому материалу еще раз придется вернуться при изучении Солнца.

Говоря об астроклимате, можно привести много примеров удачного и неудачного выбора места для строительства обсерваторий. Следует также дать представление об основных методах исследования астроклимата.

На занятиях астрономического кружка советуем вернуться также к рассмотрению картины общей циркуляции земной атмосферы. Здесь уместно использовать снимки планет, полученные из космоса. Данная работа пригодится впоследствии при знакомстве с атмосферными процессами на Венере, Марсе, Юпитере и Сатурне.

Связь систем измерения времени с астрономическими явлениями неоднократно описывались в популярной литературе [42]. Вряд ли целесообразно здесь повторять широко известный материал, доступный каждому руководителю кружка.

При изучении планет следует, в частности, уделить внимание связи некоторых параметров с физическими условиями на планетах. Это их масса, средняя плотность вещества, удаленность от Солнца, наклон оси, период осевого вращения. Такой подход сделает для ребят естественным сходство природы Луны и Меркурия, идентич-

ность многих процессов и явлений на планетах-гигантах. Здесь совершенно необходимо широко использовать новейшую информацию о планетах, получаемую средствами космонавтики.

В процессе изучения природы Марса рекомендуется провести конкурс «Экспедиция на оранжевую планету». По условиям конкурса его участники, разбившись на экипажи, должны будут создать научную программу своей экспедиции, предложить технические средства для ее осуществления, определить место посадки и экспедиционные маршруты на поверхности планеты. Разумеется, все предложения должны иметь достаточно глубокое научно-техническое обоснование.

На итоговом занятии по Венере рекомендуется провести мозговую атаку по проблеме создания нового поколения автоматических аппаратов для исследования поверхности и атмосферы «дьявольской» планеты.

Полученная за последние годы информация многократно увеличила объем наших знаний о Юпитере и его спутниках. Это обстоятельство, а также возможность наблюдать эти объекты с помощью несложных приборов обусловили необходимость и возможность отвести для изучения Юпитера наибольшее, по сравнению с другими планетами, число часов. Но и рекомендованных 8 ч может оказаться недостаточно, так как половина из них предназначается для наблюдений. Из оставшихся двухчасовых занятий первое следует посвящать беседе о процессах, наблюдаемых с Земли и борта космических аппаратов, а второе — рассмотрению современных моделей внутреннего строения Юпитера. На этом же втором занятии рекомендуется провести проблемную беседу «Юпитер — звезда или планета?». В процессе этой беседы кружковцы должны обратить внимание на особенности планеты, которые «роднят» ее с Солнцем: характер наблюдаемого вращения, изменение вида поверхностного слоя, мощное радиоизлучение, низкая средняя плотность, водородно-гелиевый состав, собственное излучение тепла. Юные астрономы должны самостоятельно показать исходное отличие Юпитера от звезд (его меньшую массу). Это — яркий пример проявления зависимости: «количество — качество».

При знакомстве с природой Сатурна наибольший интерес вызовет рассказ о новых открытиях и загадках, которые принесла астрономам космонавтика. Достаточно вспомнить о явлениях в системе колец и спутников планеты.

Рассказывая об Уране, можно предложить кружковцам интересное проблемное задание. Масса Урана в 14,5 раза превышает земную, а сила тяжести на той и другой планетах практически одинакова. Как это можно объяснить? Опыт показал, что юные астрономы хоть и не сразу, но справляются с этим заданием. В этом им помогает недавнее знакомство с законом всемирного тяготения.

Об астероидах обычно кружковцы имеют самое смутное представление. Поэтому можно начать беседу кратким обзором. Наибольший интерес несомненно вызовет история открытия малых планет и гипотезы об их происхождении. Наряду с рассказом, руководи-

тель должен и здесь прибегать к активным формам работы. Советуем предложить ребятам самостоятельно описать условия, в которых окажутся космонавты, прилетев на крупный астероид. Такое описание кружковцы смогут сделать, зная массу, среднюю плотность и удаленность от Солнца выбранного астероида. Можно поставить другую задачу: «Какой характерной особенностью должен обладать рельеф малых планет?» Зная по изученному ранее материалу программы, что следы метеоритной бомбардировки — кратеры являются нормальным явлением для всех планет земной группы и многих спутников планет, ребята по аналогии должны сделать верное заключение относительно поверхности астероидов, лишенных атмосферной защиты. Руководитель должен подчеркнуть и то обстоятельство, что большинство астероидов движется в области Солнечной системы с наибольшей концентрацией метеорных тел. В завершение проблемной беседы на эту тему руководитель должен сообщить ее участникам, что «изрытость» поверхности астероидов по данным радиолокации значительно превышает наблюдаемые неровности рельефа планет земной группы.

В заключительной части занятия можно подчеркнуть, что если до настоящего времени космические аппараты не исследовали астероиды, то сами астероиды сумели «позаботиться» о доставке своего вещества в окрестности нашей планеты. Генетическую связь выпадающих на поверхность Земли метеоритов с астероидами можно считать установленной.

О кометах юные астрономы должны получить представление как о самых замечательных и, если можно так сказать, экзотических «членах» Солнечной системы. Повышение интереса к изучению природы комет в последние годы связано с очередным «свиданием» со знаменитой кометой Галлея.

Необычность многих параметров комет станет еще более наглядной при сравнении их с астероидами. Можно предложить кружковцам представить в виде таблицы основные параметры, характеризующие движение и природу тех и других. В таблицу войдут характерные массы, средние плотности, химический состав, периоды обращения, эксцентриситеты и наклонения орбит.

Сравнение химического состава, структуры комет и астероидов также покажет принципиальное различие. (Астероиды состоят из тугоплавких веществ и имеют среднюю плотность 3 г/см^3 ; ядра комет — снежно-ледяные глыбы чрезвычайно низкой плотности, в которых преобладают летучие вещества: вода, двуокись углерода и некоторые другие.) Школьники, вероятно, сами смогут сделать заключение о различном происхождении комет и астероидов.

Говоря о происхождении комет, следует познакомить кружковцев со всеми обсуждающимися гипотезами: извержением, захватом, кометным облаком.

Все гипотезы могут быть изложены на кружке самими кружковцами, что вызовет живое обсуждение всего услышанного. Подводя итог дискуссии, руководитель должен подчеркнуть, что вне зависимости от справедливости той или иной гипотезы 100 млрд.

комет Солнечной системы непременно образуют за ее пределами облако Оорта. А кружковцы должны сами попытаться обосновать это утверждение. Обращение ко второму закону Кеплера приведет к выводу об огромной разнице скоростей движения долгопериодических комет в афелии и перигелии. Если вблизи Солнца комета разгоняется его притяжением до фантастической даже в наш космический век скорости свыше 100 км/с, то в афелии она перемещается со скоростью земного транспорта. Такая разница в скорости и должна обеспечить образование облака Оорта (90% времени своего обращения долгопериодические кометы находятся далеко за пределами орбиты Плутона).

Излагая материал, руководитель подчеркнет выдающийся вклад русских и советских ученых Ф. А. Бредихина, П. Н. Лебедева, С. В. Орлова, С. К. Всехсвятского в исследование природы комет.

Беседу о необычных по земным меркам свойствах комет можно с успехом построить, воспользовавшись интересной образной информацией [38].

По данному разделу программы нетрудно провести викторину. Приведем для примера несколько вопросов:

1. Когда и почему кометы движутся хвостом вперед?
2. Изменится ли орбита Земли при столкновении с ядром кометы?
3. Что произойдет на нашей планете, если она пройдет сквозь кометный хвост?

4. Почему французский ученый Бабине назвал кометы «видимое ничто»?

5. Насколько справедливо относить кометы к малым телам Солнечной системы?

6. Солнечный свет может достичь ядра кометы, находящейся в перигелии, за считанные секунды. В каких единицах будет измеряться время, необходимое свету Солнца, чтобы достичь кометы (долгопериодической), находящейся в афелии?

7. Какая знаменитая комета названа именем известного ученого, не являющегося ее открывателем?

Планом занятий следует предусмотреть инструктивно-методическую беседу «Поиск комет любительскими средствами». Лучшей агитацией за поиск комет станут приведенные руководителем примеры их открытия любителями астрономии.

Раздел «Метеоры и метеориты» может и должен рассматриваться как продолжение двух предыдущих.

Именно поэтому целесообразно начать занятие с рассмотрения генетической связи метеорных потоков с кометами, объяснить, почему люди наблюдают их регулярно, от чего зависит изменение интенсивности наблюдаемого метеорного потока. Определение возможных скоростей метеорных частиц относительно Земли юные астрономы могут выполнить самостоятельно, если руководитель предварительно выполнит на доске несложный рисунок, демонстрирующий варианты встречного и догоняющего метеоров.

Лишь после этого следует перейти к рассмотрению метеоров как явлений в атмосфере. Для объяснения явления метеорного

дождя советуем предложить желающим изготовить для кружка простую демонстрационную модель. Для этого на кусок прозрачного оргстекла наносят по эллипсу множество точек, символизирующих растянувшийся по орбите метеорный поток. Орбиту Земли может моделировать кольцо из жесткой проволоки, пересекающее под некоторым углом плоскость метеорного потока. Теперь не представит труда объяснить, что всякий раз, когда земной шар пересекает траекторию метеорного потока, он встречается с иной его частью, имеющей большую или меньшую концентрацию метеорных частиц.

Из 4 ч, отведенных на теоретические занятия, только 1 ч рекомендуется посвятить беседе о метеоритах. Это связано с тем, что много времени придется уделить подготовке наблюдения метеорного потока. Приведенная выше программа составлена таким образом, что изучение в кружке данной теме должно приходиться на вторую половину апреля, когда можно пронаблюдать метеорный поток Лириды (максимум — 21—22 апреля).

Разговор о метеоритах следует начать с рассмотрения процесса постепенного дробления астероидов на все более мелкие фрагменты — метеорные тела. Именно с ними встречается на своем пути наша планета — так рождаются болиды и падающие на земную поверхность метеориты. Рассказав о тех и других, о типах метеоритов, о научном значении их исследования, следует посвятить несколько минут наиболее замечательным «пришельцам».

Юные любители астрономии наверняка много слышали и читали о знаменитом Тунгусском метеорите. Об этом явлении может интересно рассказать один из увлеченных этой проблемой кружковцев. Руководитель обязан снять налет сенсационности с истории исследования этого уникального явления природы, сообщив о действительных трудностях, связанных, в частности, с давностью события. Поучительной для ребят станет информация о многолетней работе Комплексной самостоятельной экспедиции (КСЭ). Именно благодаря бескорыстной и самоотверженной деятельности ее членов выполнен огромный объем исследований на месте катастрофы и получена большая часть имеющихся научных результатов.

Заключительная часть занятия должна быть посвящена изложению инструкций по наблюдению болидов, по опросу населения и сбору выпавших метеоритов.

Для проверки степени усвоения изложенного материала можно предложить несколько контрольных вопросов:

1. Почему метеорные потоки ежегодно повторяются в одни и те же дни?
2. Почему интенсивность наблюдаемого метеорного потока может меняться из года в год?
3. Почему встречные метеоры начинают светиться в атмосфере на большей высоте и в среднем более ярки, чем догоняющие?
4. Можно ли будет наблюдать метеоры на Луне, Меркурии, Марсе?

Выделять для рассказа о межпланетной среде специальное за-

нятие вряд ли уместно. О взаимодействии солнечного ветра с магнитосферой, поясами радиации, кометными хвостами уже говорилось прежде, о потоках электромагнитных волн и космических лучей ребята также узнали еще при изучении 2-й темы, о солнечной составляющей межпланетной среды — речь еще впереди.

Раздел «Солнце» изучается в конце учебного года, когда кружковцы уже успели получить достаточный объем знаний и навыков, чтобы максимально включиться в серьезную самостоятельную работу. Вот почему ниже мы будем рекомендовать проведение наблюдений с поставленными задачами, самостоятельное выполнение практических работ, решение задач расчетного характера, постоянное обращение к физической сути рассматриваемых процессов и явлений. Здесь самым широким образом целесообразно будет применить проблемный и исследовательский методы.

Материал данного раздела позволяет руководителю на новом качественном уровне вернуться к комплексному и конкретному рассмотрению темы «Как изучают Вселенную». Таким образом начальная тема сомкнется с последней и логично завершится цикл первого года занятий кружка общей астрономии.

В излагаемых ниже методических указаниях наряду с опытом авторов использованы другие материалы [25, 26, 76].

До начала аудиторных занятий по данной теме рекомендуется организовать телескопические наблюдения Солнца.

Достаточно подробное рассмотрение природы нашего дневного светила необходимо по трем причинам.

Во-первых, вследствие относительной близости Солнце является



Рис. 6. Сотрудник Института астрономии АН УзССР В. Умаров обсуждает с кружковцами результаты наблюдений Солнца.

единственным представителем звездного мира, природа которого исследована столь подробно. Знакомство с Солнцем поможет ребятам легче усвоить материал второго учебного года.

Во-вторых, Солнце играет исключительную роль для всего живого на Земле.

В-третьих, Солнце является наиболее доступным для любительских наблюдений астрономическим объектом.

Именно с изложения этих обстоятельств и следует начать занятие по теме.

Материал можно распределить на три аудиторных занятия:

1. Основные характеристики Солнца как звезды. Модель внутреннего строения. Источники солнечной энергии. Перенос энергии из недр во внешние слои.

2. Солнечные обсерватории. Мировая служба Солнца. Методы исследования. Строение атмосферы. Явления и процессы в фотосфере, хромосфере и короне. Солнечная активность, история обнаружения ее цикличности. Природа вспышек.

3. Солнечно-земные связи. Солнечная активность и геофизические процессы. А. Л. Чижевский — основоположник гелиобиологии. Гелиобиология сегодня. Гелиотехника и гелиоэнергетика. Перспективы развития их на Земле и в космосе.

На первом теоретическом занятии можно предложить кружковцам выполнить некоторые расчеты. Начать следует с определения линейных размеров Солнца. Для этого прежде всего выполняется практическая работа с целью выяснения отношения линейного диаметра Солнца к расстоянию до него. В работе используются два экрана: первый с небольшим круговым отверстием устанавливают у окна, обращенного к Солнцу, второй ставят так, чтобы на него падали лучи, прошедшие сквозь отверстие первого экрана. Затем измеряют изображение Солнца на экране и расстояние между двумя экранами. Отношение измеренных величин должно быть около 100 (107, если говорить точнее). Пользуясь полученным соотношением (1:107) и зная расстояние до Солнца, кружковцы без труда вычислят диаметр солнечного шара. Это позволит с помощью простых геометрических формул определить его площадь и объем.

Рассказывая о температуре Солнца, следует опираться на знания, почерпнутые кружковцами в школьном курсе физики: еще на одном из первых уроков в 6 классе ребята знакомятся с понятием температуры, величина которой связана со скоростью движения молекул; на первых уроках физики в 7 классе это понятие дополняется и развивается. Первое представление о раскаленности солнечного шара советуем проиллюстрировать рассказом о том, как в свое время В. К. Церасский на крыше Политехнического музея с помощью зеркального концентратора солнечных лучей плавил образцы металлов, имеющих температуру плавления выше 2000°C. (Здесь кружковцы вспомнят, конечно, свои опыты с «прожигательными стеклами», легенду об Архимеде.)

Об агрегатном состоянии солнечного шара кружковцам известно из курса природоведения. Первые представления о свойствах

газа они получили на уроках физики в 6 классе. В кружке следует хотя бы коротко рассказать о солнечной плазме. Ведь именно это состояние вещества, как известно, наиболее характерно для Вселенной.

Прежде чем перейти к внутреннему строению Солнца, рекомендуется продемонстрировать цветной снимок солнечного спектра, который приведен в учебнике астрономии, на учебных таблицах и в диафильмах. Руководитель может предложить кружковцам, чтобы они, опираясь на сведения, почерпнутые в теме «Как изучают Вселенную», попытались самостоятельно охарактеризовать источник излучения. Анализ спектра должен привести юных астрономов к выводам о высоких значениях плотности и температуры объекта (сплошной спектр излучения), о падении плотности с высотой (наличие темных фраунгоферовых линий). Далее следует рассказать об определении химического состава Солнца и процентного содержания элементов в нем (на основе отождествления и измерения интенсивности линий поглощения).

Внутреннее строение Солнца, источники его энергии, процессы переноса энергии из недр к внешним слоям — наиболее трудный для школьников 6–7 классов материал. Настрой на преодоление сложного материала поможет создать короткий, но образный рассказ о мощности и длительной стабильности посылаемой Солнцем энергии, о тщетности первых попыток объяснить природу солнечного излучения. Стоит также задать кружковцам вопрос: «Как вы думаете, надолго ли хватит Солнцу энергетических ресурсов?»

Говоря об интенсивности посылаемой Солнцем энергии, можно привести множество наглядных примеров. На кружковцев, уже получивших представление о колоссальной площади солнечной поверхности, произведет сильное впечатление сообщение, например, о том, что каждый квадратный метр ее сравним по энергетике с электростанцией мощностью 10^5 кВт.

Пример популярного, но строго научного изложения вопросов внутреннего строения Солнца и источников его энергии руководитель найдет в прекрасной книге Г. Мензела «Наше Солнце». Книга вышла в свет около двух десятилетий тому назад. Поэтому изложенные в ней сведения следует дополнить современной информацией [3, 81, 76, 78].

Школьники много слышали о термоядерном синтезе в связи с ядерным оружием и работами по созданию термоядерных электростанций. Вот почему им интересно будет узнать о ядерных реакциях, протекающих в недрах Солнца.

При рассказе о «путешествии» энергии, рожденной в недрах Солнца, к его поверхности стоит вернуться к механизму переизлучения квантов атомами. По расчетам специалистов на пути к поверхности излучение взаимодействует с атомами $7 \cdot 10^{10}$ раз. (В среднем один акт взаимодействия на каждом сантиметре пути.) Возникшее в глубине излучение, претерпев превращение из гамма-квантов в видимый свет, «вырвется» на поверхность лишь через 10^6 лет.

Закончить занятие следует описанием конвективного переноса

энергии в верхнем слое Солнца толщиной 0,25—0,35 его радиуса.

Второе занятие рекомендуется проводить с привлечением результатов предварительных наблюдений Солнца, а также с использованием достаточного числа разнообразных снимков по теме. Значительная часть занятия может пройти в форме проблемной беседы, в процессе которой, в частности, следует предложить ребятам проанализировать несколько фотоснимков. При этом могут быть заданы вопросы:

1. Какие наблюдения подтверждают, что Солнце не является твердым телом?

2. В целом фотосфера Солнца имеет одну температуру. Почему краевые зоны, как это хорошо видно при наблюдении в телескоп, заметно темнее?

3. Почему пятна, имеющие температуру около 5000°C , выглядят такими темными образованиями?

4. Почему хромосфера и корона, имеющие температуру значительно более высокую, чем фотосфера, видны лишь во время полного солнечного затмения?

5. Почему их нельзя увидеть, если заслонить пальцем солнечный диск?

6. Почему снимки Солнца, выполненные в лучах различной длины волны, отличаются друг от друга?

Целесообразно также выполнить небольшую лабораторную работу по определению размеров солнечных пятен и протуберанцев по фотоснимкам. Для этого необходимо соотнести их линейные размеры с величиной на снимках всего солнечного диска. Если в распоряжении имеются несколько снимков, демонстрирующих развитие измеряемых образований на Солнце, то можно вычислить скорость наблюдаемых изменений. Разумеется, для этого необходимо иметь снимки с отметкой моментов наблюдений.

Рассказывая о видимых проявлениях солнечной активности, следует постараться сформировать о них представление как о комплексе явлений, охватывающих и фотосферу, и хромосферу, и корону. Если большинство кружка составляют семиклассники, то обусловленность появления и развития активных образований локальными изменениями в магнитном поле Солнца объяснить будет легче, опираясь на школьный курс физики. Как раз во втором полугодии ученики 7 класса изучают электромагнитные явления.

Интересно обратить внимание ребят на то, что одно явление — местное усиление магнитного поля — может породить и факел, и темное пятно, и солнечную вспышку. Здесь мы можем продемонстрировать переход количества в качество.

Следует подчеркнуть, что именно вспышки, развивающиеся всегда в области солнечных пятен, а не сами пятна, быстро эволюционирующие в этот период, являются причиной земных проявлений солнечной активности.

Что же касается природы взрыва, то в настоящее время ученые полагают, что в данном случае мы имеем дело с освобождением энергии магнитных полей. Говоря о мощности вспышек, можно

сообщить, что во время наиболее крупных из них высвобождается энергия 10^{21} — 10^{25} Дж. Целесообразно для образности сравнить эту колоссальную энергию с энергией водородной бомбы.

Кружковцы должны знать, что в изучение природы Солнца внесли выдающийся вклад советские астрономы во главе с академиком А. Б. Северным, которые в последние годы сделали новое открытие — установили короткопериодические пульсации дневного светила. Рекомендуется упомянуть также о гипотезе С. Б. Пикельнера, объясняющей аннигиляцией магнитных полей противоположного направления наблюдаемые в рентгене яркие точки.

В процессе рассказа о цикличности солнечной деятельности рекомендуется сообщить о фазе, в которой находится Солнце в данный период, соотнести это с результатами собственных наблюдений.

История открытия циклов солнечной активности — пример вклада любителей астрономии в науку. Он демонстрирует также большое значение в астрономии длительных наблюдений.

Здесь уместно познакомить кружковцев с формулой определения чисел Вольфа, выражением которых и является график солнечной активности. В качестве упражнения рекомендуется на занятии кружка произвести вычисление этого показателя по 2—3 различным снимкам, предварительно размноженным. Расчет чисел Вольфа достаточно прост:

$$W = k \cdot (10g \cdot f),$$

где g — число групп пятен, f — число всех наблюдаемых пятен, k — личный коэффициент, зависящий от мощности инструмента и от качества наблюдения (в данном случае учитывать не придется, но объяснить его суть следует).

В качестве проблемного задания можно предложить на основе анализа нескольких датированных снимков солнечной короны и графика солнечной активности попытаться установить корреляцию между формой короны и эпохой активности.

Как подчеркивалось выше, значительное место рекомендуется отвести ознакомлению юных астрономов с методами и средствами исследования Солнца. С целью демонстрации преимуществ изучения природы светила в монохроматических лучах рекомендуется поставить простой опыт: показать, как меняется на экране проекция цветного слайда, если перекрыть объектив фонаря красным светофильтром. Ребята убедятся, что монохроматическое изображение позволяет выявить целый ряд деталей проецируемого снимка.

Третье занятие следует начать с напоминания о том, что Солнце посылает излучение во всех диапазонах (здесь уместно будет продемонстрировать схему спектра электромагнитных волн). Надо отметить, что наша планета постоянно «омывается» этим излучением и потоками солнечного ветра. Словосочетание «поток солнечного ветра» будет понятнее, если разъяснить, что Земля находится внутри самых внешних растекающихся от Солнца лучей короны. Интенсивность и состав излучения, концентрация частиц в солнеч-

ном ветре зависят от фазы активности Солнца и от мощности солнечных вспышек. Именно во время вспышек рождаются пучки солнечных космических лучей и жесткого излучения. В это же время резко возрастает концентрация протонов в солнечном ветре — от $1-10 \text{ см}^{-3}$ до нескольких десятков частиц в 1 см^3 . В процессе беседы рекомендуется на доске и в тетрадах изобразить, в чем проявляются последствия солнечной вспышки на Земле. Схема продемонстрирует все виды генерируемых при этом излучений и частиц, способы их регистрации, влияние на геофизические и биологические процессы. При этом придется напомнить о характере взаимодействия электромагнитных волн и космических лучей с веществом, об окнах прозрачности в земной атмосфере.

Говоря о влиянии солнечной активности на биосферу планеты, следует рассказать о роли в создании гелиобиологии А. Л. Чижевского. Можно заслушать на занятии специальный доклад о научном и жизненном подвиге ученого. Рекомендуем научно-популярные книги А. Л. Чижевского и Ю. Г. Шишиной «В ритме Солнца» (М.: Наука, 1969), Ф. Ю. Зигеля «Виновато Солнце» (М.: Детская литература, 1972).

Интересно затронуть вопрос о важности прогнозирования солнечных вспышек, о трудностях и достижениях в решении этой проблемы, об успехах советских астрономов. Надежность предсказания солнечных бурь особенно важна для космических полетов.

На этом или предыдущем занятии следует подчеркнуть факт стабильности солнечного излучения. Ведь на радиоволны и коротковолновое излучение приходится ничтожная доля посылаемой Солнцем энергии, а видимый свет и тепло идут от нашего дневного светила миллионы лет с надежным постоянством.

О природе Солнца существует много научно-популярной литературы [3, 7, 9, 36, 76—79].

На второй части занятия рассматриваются вопросы гелиоэнергетики. Представляется наиболее целесообразным сделать 3—4 коротких реферативных сообщения. Учитывая, что научно-популярных обзоров на эту тему в последнее время не издавалось, а необходимая информация «рассыпана» лишь в периодической печати, следует выдать кружковцам соответствующие задания хотя бы за месяц. К занятию можно подготовить доклады: «Использование низкотемпературных установок», «Применение зеркальных концентраторов солнечной энергии», «Использование солнечных батарей на Земле и в космосе», «Солнечные электростанции будущего».

Важно, чтобы на занятии юные астрономы уяснили положения принципиального характера:

1) К Земле от Солнца ежегодно приходит энергии больше, чем заключено во всех предполагаемых топливных ресурсах планеты. Величина этой энергии (580 000 млрд. кВт·ч) сопоставима с общими запасами источников внутриатомной энергии. Причем, в отличие от тех и других, солнечная энергия возобновляема и экологически чиста, что особенно важно в наше время.

2) Перспективы гелиоэнергетики следует рассматривать не

столько с точки зрения ее сегодняшних достижений, проблем, сколько с позиции непрерывно возрастающих потребностей в энергии, а также увеличивающихся возможностей техники и технологии.

ВТОРОЙ ГОД ЗАНЯТИЙ ¹

1. Звезды

(примерная разбивка часов)

№ п/п	Тема	Всего часов	Теория	Практика
1	Звездные каталоги. Прецессия. Собственное движение, лучевая скорость, абберация	12	8	4
2	Годичный параллакс и другие методы определения расстояний до звезд. Абсолютная звездная величина и светимость. Модуль расстояния	16	8	8
3	Внутреннее строение и источники энергии звезд	4	4	
4	Спектры звезд, диаграмма Герцшпрунга — Рессела	14	8	6
5	Эволюция звезд. Конечные стадии звезд	12	12	
6	Двойные звезды	8	4	4
7	Физические переменные звезды	14	6	8
	Итого:	80	50	30

Готовясь к изложению темы «Звезды» — первой темы второго года занятий, руководитель должен учитывать, что определенное представление о звездном мире ребята уже имеют. Еще на первых занятиях в предыдущем учебном году, а также в процессе астрономических наблюдений они получили общее представление о строении Вселенной, познакомились с понятиями видимой звездной величины, изучили рисунок созвездий и, главное, сравнительно недавно познакомились с физикой Солнца. Кроме того, как показывает практика, большинство кружковцев, решивших продолжить занятия в астрономическом кружке, многое узнают о космосе путем самостоятельного чтения, особенно в свободные летние месяцы. Надо иметь в виду и то, что теперь мы имеем дело со школьниками более старшего возраста. Вспомним, что старший подростковый возраст — период быстрого интеллектуального развития. С учетом всего вышесказанного надо предусмотреть на первом в новом учебном году занятии беседу, которая позволит руководителю возобновить знакомство со своими воспитанниками. Это может быть, например, свободный разговор за чашкой чая. Ребята расскажут о летних занятиях астрономией, о других каникулярных впечатле-

¹ Этот раздел (с. 96—112) написан канд. физ.-мат. наук В. Г. Сурдиным.

ниях, познакомятся с планом работы кружка на новый учебный год. Лучше повести этот разговор вечером перед первыми ночными наблюдениями. Приступая к непосредственному изучению первой темы, следует прежде всего подчеркнуть, что звезды, по выражению И. С. Шкловского, являются «самыми главными» объектами Вселенной хотя бы потому, что именно в них сосредоточено от 97 до 99,9% вещества галактик. Мы бы рекомендовали здесь процитировать соответствующие строки из вводного раздела замечательной книги И. С. Шкловского «Звезды: их рождение, жизнь и смерть», где ученый говорит об исключительной роли звезд в химической и физической эволюции вещества во Вселенной, в результате которой, как известно, рождаются тяжелые элементы, вырожденный газ, «нейтронизированная» материя и, возможно, «черные дыры» [93].

Программой предусматривается исторический подход к изложению данного материала. Ребятам интересно будет узнать, как с помощью простых по конструкции, но зачастую огромных по размерам инструментов ученые древности научились точно измерять на небосводе положение светил, как создавались первые звездные каталоги. О Гиппархе, о работах других астрономов прошлого, об инструментах, использовавшихся в старинных обсерваториях, рекомендуется подготовить доклады кружковцев.

Во время знакомства с астрономическими и, в частности, звездными каталогами необходимо обратить внимание кружковцев на важность точной фиксации всех явлений, наблюдаемых на небе. Даже если не известна физическая природа явления, важно точно и грамотно зафиксировать событие. Например, древние звездные каталоги позволили за многие столетия до создания современной теории движения Земли обнаружить явление прецессии, отражающее поворот земной оси в пространстве. А чрезвычайно точные угломерные наблюдения Т. Браге и составленные на их основе таблицы движения планет привели к открытию законов Кеплера, послуживших фундаментом теории тяготения И. Ньютона. Зафиксированные древними астрономами вспышки сверхновых звезд помогают нам сейчас правильно понять происхождение некоторых радиотуманностей и пульсаров. В отличие от большинства научных работ, которые со временем устаревают и, как правило, через несколько десятилетий имеют лишь исторический интерес, звездные каталоги со временем только увеличивают свою ценность.

Важно обратить внимание кружковцев на то, что угловые перемещения звезд на небе отражают, в первую очередь, движение Земли: явления прецессии и нутации связаны с изменением оси вращения, а годичная абберация — с собственным движением Земли в пространстве. И лишь тщательное изучение этих явлений позволило обнаружить собственное движение звезд и их годичный параллакс, отражающий не только движение Земли, но и положение звезды в пространстве. Большое внимание в 1-й и 2-й темах отводится практическим занятиям: знакомству со звездными каталогами и картами, наблюдениям звездного неба, решению задач на определение

расстояний до звезд и их углового смещения, связанного с различными движениями Земли и самой звезды. Задачи по этим темам можно брать из многочисленных пособий, изданных в разные годы [17, 18, 20, 23].

При решении задач, связанных с угловым перемещением звезд, нужно обратить внимание кружковцев на понятие «астрономическая точность». Именно при измерении малых угловых перемещений звезд астрономы добиваются высочайшей точности и оправдывают смысл этого понятия. При измерении параллаксов оптическими методами точность составляет сотые доли угловой секунды, а радиоастрометрия оперирует уже с десятитысячными долями угловой секунды. Велика также в астрономии точность измерения больших промежутков времени, светового потока слабых источников, положения спектральных линий. Вообще важно подчеркнуть, что понятие «астрономическая точность» характеризует точность измерений, но не точность конечных результатов исследования. Например, как бы точно мы не измерили видимое излучение звезды, трудно определить истинное значение ее светимости, пока существует неопределенность в оценке расстояния и законе межзвездного поглощения света.

При решении задач по данным темам желательно научить кружковцев оценивать ошибки (точность) полученного результата. Используя проблемный подход, можно подбирать задачи, не только связанные с применением известных формул, но и требующие нестандартных (или неизвестных в данный момент кружковцам) методов и способов наблюдения. Например, можно сформулировать задачу так: «Можно ли измерить угловое расстояние между звездами, если оно меньше $0,1''$?» Решая подобную задачу, кружковцы могут предложить новые для них методы, например, наблюдения из космоса, метод лунно-планетных покрытий и другие. Или, узнав от руководителя кружка об этих методах, лучше оценить их достоинства и возможности.

Во время практических занятий по теме «Звезды» важно правильно распределить время между решением задач, лабораторными работами и наблюдениями. Конкретные рекомендации зависят от режима работы кружка, климата и географического положения района. Желательно использовать хорошую погоду в темное время суток для наблюдений, особенно в начале учебного года, когда как бы заново происходит формирование коллектива в кружке.

Для того чтобы использовать для наблюдений благоприятное в промежутках между занятиями время, полезно сформировать несколько групп, в которых кружковцы, живущие рядом, могли бы заниматься самостоятельными наблюдениями.

Поскольку явления прецессии и нутации отражают достаточно сложные движения Земли, связанные с тонкими механическими эффектами, при объяснении сущности этих явлений школьникам среднего возраста можно ограничиться модельными опытами. Например, продемонстрировав прецессионное покачивание тяжелого волчка, можно сказать, что волчок играет роль Земли, а сила тя-

жести — притяжение со стороны Солнца и Луны. При этом нужно подчеркнуть, что если бы Земля имела форму идеального шара, то явления вынужденной прецессии не существовало бы. Экваториальный выступ как бы играет роль рычага, к которому приложены силы, разворачивающие ось вращения Земли.

Простые аналогии из механики также очень удобны при объяснении явления годичной аберрации. Можно изобразить путь капли, падающей на окно движущегося вагона, показав, что сложение скоростей капли (фотона) и вагона (Земли) приводит к кажущемуся изменению направления на источник. Но, чтобы избежать закрепления у ребят неправильных представлений о свойствах света, следует сразу же отметить, что подобная аналогия иллюстрирует изменение направления движения фотона, но не его скорости. Скорость света не складывается по правилу параллелограмма со скоростью наблюдателя, а всегда остается постоянной относительно него. Тем не менее, при малых скоростях правило параллелограмма вполне можно использовать для оптических явлений. Так, например, измерив постоянную аберрации ($20,5''$), астрономы смогли независимым способом определить скорость орбитального движения Земли:

$$v = \frac{20,5''}{206265''} \cdot c = 30 \text{ км/с.}$$

В теме «Годичный параллакс и другие методы определения расстояний до звезд» важно подчеркнуть, что, вообще говоря, существует много независимых методов оценки расстояний до звезд и других космических объектов, но все они основаны на некоторых предположениях. Единственным прямым методом определения межзвездных расстояний был и остается метод параллаксов, являющийся поэтому фундаментальным методом определения всей шкалы расстояний во Вселенной. Можно предложить ребятам в качестве домашнего задания подумать о том, как можно было бы расширить возможности метода параллаксов. Полезно даже сформировать из кружковцев две временных «проблемных группы». Задачей одной из них будет разработка предложений по увеличению точности определения положения звезд на небе (как определить направление на звезду, относительно каких опорных объектов его измерить и т. д.), а вторая группа кружковцев могла бы подготовить рекомендации по увеличению параллактического базиса (обсерватории на далеких планетах, их спутниках, ядрах комет — техническое и научное обоснование).

Поскольку практиковать работу проблемных групп целесообразно лишь на втором году занятий, уместно здесь сказать о них особо.

Разумеется, возможности подобных форм работы (домашние задания, проблемные группы и т. п.) зависят от уровня развития кружковцев, от того, насколько часто они могут встречаться в промежутках между занятиями кружка и многих других причин. Поэтому вопрос о введении этой формы занятий решается каждым руководителем кружка с учетом конкретной обстановки. Можно рекомендовать создание «проблемных групп» теоретического направле-

ния в достаточно сильных кружках, особенно в случае, когда члены близко учатся или живут.

Первые два раздела темы «Звезды», по-видимому, наиболее сложные. Важно, чтобы каждое новое понятие иллюстрировалось примером и контрольными вопросами, а каждая новая формула — решением примеров и задач. Полезно также, чтобы вопросы или неясности, возникающие при изучении нового материала, ребята сами формулировали в виде задач. Таким образом, в кружке может быть составлен сборник «своих» оригинальных задач, полезный как для руководителя кружка, так и для самих кружковцев при проведении астрономического КВНа, при работе в пионерском лагере и т. д.

Тема «Внутреннее строение и источники энергии звезд» носит обзорный характер. В ней важно правильно сориентировать ребят в отношении существенного различия между прямыми наблюдательными характеристиками объектов и характеристиками, полученными путем расчета. Например, светимость, массу, температуру поверхности звезды можно измерить с помощью существующих приборов, а такие характеристики, как возраст, распределение плотностей, центральная температура звезды, пока можно лишь рассчитать в рамках определенных, иногда довольно произвольных предположений. В качестве контрольного задания можно предложить кружковцам разделить все данные о Солнце на две категории: «наблюдательные» и «теоретические». Можно усложнить задание, если попросить ребят придумать (хотя бы в принципе) приборы, способные сделать некоторые «теоретические» характеристики Солнца «наблюдательными». Кружковцы могут предложить различные зонды, проникающие внутрь звезды, детекторы нейтринного и гравитационного излучения, а возможно и что-то совсем неожиданное.

По темам «Внутреннее строение» и «Эволюция звезд» существует много хороших книг [36, 55, 85, 86, 88, 93]. Книгу И. А. Климишина «Астрономия наших дней» рекомендуем руководителям кружков как своеобразный конспект-справочник для проведения занятий по всем темам.

Напомним слова А. Эддингтона из его книги «Внутреннее строение звезд» (1926 г.): «Мы начали исследовать внутреннее строение звезд; вскоре мы обнаружили, что исследуем внутреннее строение атома». Действительно, какого бы вопроса, связанного со строением и эволюцией звезд мы ни коснулись, решение его зависит от свойств атомов, описываемых квантовой механикой. Затрагивать математический аппарат этой науки на занятиях астрономического кружка нам кажется совершенно недопустимым. Тем не менее познакомить школьников с основными свойствами атомов и элементарных частиц вполне возможно на некотором феноменологическом уровне, глубина которого диктуется прежде всего составом кружка и степенью заинтересованности ребят данными вопросами.

С подобной же трудностью руководитель кружка встретится при объяснении конечных стадий эволюции звезд и элементов космо-

логии, где нельзя обойти молчанием общую теорию относительности А. Эйнштейна. Здесь, как и в случае с квантовой механикой, придется «балансировать» между желанием объяснить основные выводы этих теорий и невозможностью «честно» сделать это без привлечения сложного математического аппарата. Как преодолеть указанные трудности? Прежде всего, популяризируя содержание сложных теорий, не следует создавать у школьников иллюзии излишней простоты и полного их понимания. Напротив, следует с самого начала объяснить ребятам, что многие выводы квантовой механики и теории относительности не могут быть поняты на интуитивном уровне, так как наш повседневный опыт никогда прямо не сталкивает нас с этими закономерностями.

От руководителя астрономического кружка требуется определенный такт в тот момент, когда школьники впервые соприкасаются с миром сложных современных физических теорий, т. е. переходя к знакомству с теорией внутреннего строения и эволюции звезд. Именно на этом этапе важно привить ребятам определенное уважение к серьезной науке так, чтобы, с одной стороны, не создать впечатления ее всеобщей доступности, а с другой — не оттолкнуть от ее изучения излишним подчеркиванием трудностей.

В теме «Внутреннее строение и источники энергии звезд» выделим три ключевых момента:

1) Относительная простота теории внутреннего строения звезд («Нет ничего проще звезды». А. Эддингтон) связана с тем, что это газовый шар. Связь между основными физическими параметрами газа (плотность, температура и давление) хорошо известна и действительно очень проста по сравнению со свойствами твердых и жидких тел. Поэтому создать теоретическую модель звезды значительно проще, чем модель планеты, состоящей из твердого и жидкого вещества со сложным химическим составом.

2) Главные источники энергии звезд — ядерные реакции и гравитационное сжатие. На разных этапах эволюции звезды один из этих двух источников становится основным: в период формирования звезды (на стадии гравитационного сжатия), в момент катастрофического сжатия центральной части звезды (при вспышке сверхновой), а также в процессе аккреции вещества на звезду главный источник ее энергии — гравитационное поле; в течение всех остальных этапов эволюции звезды ее светимость поддерживается ядерными реакциями.

3) Существенно, что на Солнце основная термоядерная реакция связана с силами слабого взаимодействия и протекает с характерным временем 10^{10} лет. А процессы, происходящие в водородной бомбе, связаны с силами сильного взаимодействия и поэтому длятся миллионные доли секунды.

Тема «Спектры звезд» возвращает кружковцев к материалу, который они узнали год назад, знакомясь с приборами и методами спектрального анализа.

Изучение оптических спектров звезд — наиболее разработанный раздел астрофизики. Чрезвычайно богат материал, накопленный в

этой области к настоящему моменту. Важно правильно отобрать сведения, необходимые членам кружка общей астрономии, для того, чтобы в дальнейшем легко ориентироваться в оптических методах исследования небесных тел. Полезно посвятить первое занятие по данной теме целиком спектральным методам, не выделяя специально исследование звезд. Спектральные методы определения температуры, химического состава, плотности и кинематики газа имеют универсальный характер и годятся для изучения как отдельных звезд, так и звездных систем (скоплений, галактик) и межзвездной среды. Обсудив, как по положению, интенсивности и контуру спектральных линий астрофизики узнают температуру, химический состав, напряженность магнитного поля и скорость вращения небесного тела, можно будет в дальнейшем уже полностью отвлечься от методики наблюдений и сконцентрировать внимание кружковцев на физических свойствах конкретных объектов.

Спектральную классификацию звезд легче всего излагать в исторической последовательности. Тогда школьникам станет понятно, почему последовательность букв, обозначающих спектральные классы, имеет столь странный вид. Кстати, чтобы запомнить эту последовательность, полезно предложить ребятам известное мнемоническое правило (один бритый англичанин финики жевал, как морковь). Будет еще интереснее, если сами ребята придумают фразу для запоминания спектральной последовательности.

Главное, что должны понять кружковцы в данной теме,— спектральная последовательность есть последовательность температур поверхностей звезд. После этого можно перейти к более тонким спектральным эффектам, связанным с профилями линий в спектре звезд. Отметив, что в спектрах звезд одного и того же класса линии могут быть узкими или широкими, и объяснив, что это связано с плотностью газа в атмосфере звезд, можно перейти к рассмотрению классов светимости. Во второй теме этого раздела школьники уже познакомились с понятиями звезд-карликов и звезд-гигантов. Поэтому легко можно связать спектральные и фотометрические признаки звезд разного размера, но с близкой температурой поверхности.

Теперь можно переходить к диаграмме Герцшпрунга—Рессела (ГР-диаграмме). Роль этой диаграммы в исследовании звездной эволюции чрезвычайно велика. Образно говоря, это шахматная доска, на которой разыгрывается вся жизнь звезды — от начала до конца. Нет таких изменений во внутренней структуре звезды, которые не отражали бы ее положение на ГР-диаграмме. В процессе знакомства с этой диаграммой необходимо будет коснуться вопросов, связанных со звездными скоплениями. Ведь именно тот факт, что звезды, находящиеся в каждом скоплении, одинаково удалены от нас и имеют примерно одинаковый химический состав и возраст, помог астрономам с помощью диаграммы Герцшпрунга—Рессела разгадать пути эволюции звезд. В этой теме, говоря о звездных скоплениях, нужно сконцентрировать внимание на эволюции в них отдельных звезд.

До сих пор знакомство со звездами происходило путем обсуждения их индивидуальных характеристик: размеров, температур, скоростей, расстояний. Диаграмма Герцшпрунга—Рессела впервые показывает школьникам пример звездно-статистических методов. Это важный момент, и на нем нужно остановиться. Изучая внутреннее строение и источники энергии звезд, кружковцы узнают, что запасы ядерной энергии звезд очень велики, поэтому звезды, почти не изменяясь, живут миллиарды лет. Даже если вдруг иссякнет запас термоядерного горючего, пройдет несколько миллионов лет, прежде чем звезда «почувствует» изменение запасенной внутри нее тепловой энергии и начнет перестраиваться. Поэтому практически нет надежды проследить эволюцию отдельно взятой звезды. Разгадать жизненный путь звезд ученым помогло изучение большого их числа разного возраста, находящихся в данный момент на разных этапах своей эволюции. ГР-диаграмма дает представление о том, какие состояния для звезд являются устойчивыми (главная последовательность, ветвь гигантов, область белых карликов), а где звезды не задерживаются (пробел Герцшпрунга) или испытывают механическую неустойчивость (полоса неустойчивости цефеид). Так изучение ГР-диаграммы вплотную подводит нас к современным представлениям об эволюции звезд.

Темой «Эволюция звезд» не заканчивается раздел «Звезды». В конце этого раздела кружковцы еще будут подробно знакомиться с двойными и физически переменными звездами. Поэтому тема «Эволюция звезд» должна оставить у кружковцев цельное, законченное представление о жизненном пути одиночных звезд без особой детализации отдельных эпизодов. Основное внимание в этой теме нужно уделить двум важнейшим моментам в жизни звезды: ее образованию и заключительной фазе ее эволюции. Промежуточные стадии жизни звезды уже частично обсуждались в темах «Солнце» и «Источники энергии звезд» и будут еще обсуждаться далее.

Пожалуй, ни одна тема в астрономии не требует сейчас столь тактичного подхода, как проблема образования звезд. Дело в том, что наблюдать процесс рождения звезды — задача безумно трудная. Известно, что звезды рождаются внутри плотных газопылевых облаков. Поэтому изучать процесс их рождения с помощью оптических приборов совершенно невозможно. Лишь в последние годы радио- и ИК-техника позволили заглянуть в звездную «колыбель». Звезды в нашей Галактике рождаются не часто (3—5 звезд в год) и, как правило, далеко от Солнца. Поэтому фактов для создания законченной теории звездообразования накопилось еще недостаточно. Тем не менее общую картину формирования звезд астрономы представляют достаточно хорошо. Почти все специалисты сейчас сходятся на том, что наблюдения подтверждают гипотезу образования звезд из разреженной газопылевой материи путем гравитационного сжатия и фрагментации. Эта гипотеза была выдвинута еще И. Ньютоном и развита Дж. Джинсом и другими астрофизиками прошлых лет задолго до получения первых наблюдательных

данных о процессе звездообразования. Под влиянием некоторых наблюдательных данных в конце 40-х — начале 50-х годов академиком В. А. Амбарцумяном была предложена гипотеза о рождении звезд из гипотетических сверхплотных тел. Сейчас большинство астрономов считает, что гипотеза Амбарцумяна не подтвердилась и что теория гравитационной конденсации звезд из газа хорошо объясняет наблюдательные данные. Однако дебаты по этому поводу еще продолжаются и это требует определенной чуткости в изложении данной темы. Основное внимание в ней нужно обратить на изложение фактической стороны проблемы и в меньшей степени — на теоретическую интерпретацию фактов.

При обсуждении вопроса о происхождении звезд не следует стремиться к чересчур подробному изложению темы. Ведь процесс звездообразования связан с взаимодействием звездной и газовой составляющих Галактики, с галактическим магнитным полем, со спиральными волнами плотности в рукавах Галактики. Со всеми этими понятиями кружковцы встретятся только в разделе «Наша Галактика», тогда же уместно будет обсудить названные явления более подробно.

Вопрос о конечных стадиях эволюции звезд разработан значительно глубже, чем вопрос об их происхождении. Эти стадии, как правило, легко наблюдаемы (будь то планетарная туманность, белый карлик, взрыв сверхновой или нейтронная звезда-пульсар) и физические процессы в них изучены достаточно полно. Теория поздних стадий звездной эволюции разработана весьма подробно, наблюдательный материал в этой области богат и эффективен. Поэтому кружковцы с интересом изучают эту тему. Порой они даже чересчур увлекаются игрой в слова «черные дыры», «нейтронные звезды», забывая, что до сих пор еще окончательно не доказано существование в природе черных дыр.

Важно подчеркнуть, что именно в случае поздних стадий звездной эволюции астрономические объекты становятся «физической лабораторией», где ученые исследуют свойства вещества в условиях, совершенно недоступных на Земле. Чудовищные плотности и давления, колоссальная напряженность магнитного поля позволяют проверить существующие теории и получить новые данные для их улучшения. В исследовании поздних стадий звездной эволюции, как и в изучении рождения звезд, решающая роль принадлежит новым методам наблюдения: рентгеновской, ультрафиолетовой, радиоастрономии.

По данной теме существует много хорошей литературы, [55, 82, 83, 88, 89, 93].

Две последние темы раздела «Звезды» наполовину состоят из практических занятий. В первую очередь это наблюдения двойных и кратных звезд, определение периодов изменения блеска известных переменных звезд. Как пособие для этих наблюдений можно использовать «Школьный астрономический календарь», а также другую литературу по этой теме [1, 5, 6, 9, 119, 136, 137]. Важно, чтобы ребята не просто собирались «посмотреть на небо», а заранее гото-

вили программу наблюдений, составляли карты окрестностей двойных и переменных звезд, изучали методы оценки блеска переменных, т. е. вспоминали и еще раз закрепляли навыки практической астрономии (об этом будет сказано отдельно).

В теме «Двойные звезды» 1,5—2 ч отводится решению задач. Существуют стандартные задачи на движение и затмения звезд [17, 18] и более сложные задачи [15]. Наиболее сильным ребятам можно предложить решить задачи, связанные с перетеканием вещества с одной звезды на другую или с потерей массы системы. При некоторых простых предположениях школьники 8 класса вполне могут исследовать движение звезд, теряющих вещество в виде звездного ветра или из-за приливного взаимодействия со вторым компонентом. Вообще вопрос о приливном взаимодействии космических тел естественнее всего рассмотреть в теме «Двойные звезды».

Физическая переменность звезд — явление интереснейшее и во многом еще загадочное. Блеск и другие характеристики звезд, как правило, начинают изменяться в критические периоды их эволюции, когда звезда переходит из одного устойчивого состояния в другое. Именно в такие периоды своей жизни звезда эволюционирует буквально у нас на глазах. Заметить эволюцию индивидуальных звезд астрономы надеются, изучая, прежде всего, характеристики физических переменных. В этом им большую помощь могут оказать любители астрономии. В мире существуют вполне солидные ассоциации любителей астрономии по изучению переменных звезд. Скромными средствами — с помощью бинокля или самодельного телескопа — некоторые любители открывают новые и изучают известные переменные звезды. Ведь астрономам известны сейчас десятки тысяч переменных звезд, а важно не только обнаружить сам факт переменности блеска, но и проследить его изменения на возможно более длинном отрезке времени. Именно тогда появится возможность заметить эволюционные изменения параметров звезды.

В Москве, Новосибирске, Одессе, Симферополе и некоторых других городах школьники под руководством профессиональных астрономов вполне грамотно наблюдают переменные звезды и публикуют свои результаты в научных изданиях.

Изучением переменности вполне логично закончить раздел «Звезды». Это явление сложное, не до конца исследованное. Изучению звездной переменности в последние годы посвящается все больше научных работ. Чем точнее становятся методы фотометрии, тем большее число звезд оказываются переменными. Астрономы даже шутят, что скоро придется составлять каталоги постоянных звезд, так как именно это явление в мире звезд оказалось чрезвычайно редким, тогда как переменность — вполне обычным и распространенным. Правда, большинство звезд изменяют свой блеск слабо, всего лишь на доли процента.

2. Наша Галактика

Этот раздел состоит из трех равных по объему тем (примерную разбивку часов см. в табл. на с. 106). Первая тема носит исто-

№ п/п	Тема	Всего часов	Теория	Практика \\
1	Ранние представления о Галактике. Состав Галактики. Форма, размеры, вращение	12	8	4
2	Межзвездная среда: состав, взаимодействие со звездами	12	10	2
3	Типы звездного населения. Скопления. Спиральная структура Галактики. Звездообразование	12	8	4
	Итого:	36	26	10

рический характер. Она знакомит кружковцев с формированием представлений о Галактике и вообще об «островных Вселенных». Эту часть первой темы можно организовать в форме небольших докладов, в которых кружковцы расскажут об исследованиях В. Гершеля и теории И. Канта, о «великом споре» между Х. Шепли и Х. Кертисом по поводу размеров нашей Галактики и природы спиральных туманностей [82, 146, 147].

На практических занятиях кружковцы познакомятся с фотографиями галактик и Млечного Пути, с помощью бинокля или телескопа найдут на небе туманность Андромеды и спиральную галактику в созвездии Треугольника (М 33), познакомятся с системой галактических координат. Параллельно с обсуждением формы, размеров и массы Галактики полезно решить несколько задач на нахождение скорости вращения звезд на разных расстояниях от центра звездной системы.

Основным объектом изучения в данном разделе является межзвездная среда, ей посвящена 2-я и, частично, 3-я темы. Следует обратить внимание кружковцев на то, что, несмотря на незначительную массу газа и пыли по сравнению с массой звезд, роль межзвездной среды в Галактике очень велика. В то время как звезды, удаленные друг от друга на огромные расстояния, практически никогда не встречаются и не обмениваются энергией, межзвездная среда эффективно взаимодействует со звездами — с их излучением, магнитными полями, космическими частицами. В конце концов, сами звезды рождаются из газа, всю свою жизнь обмениваются с межзвездной средой веществом, а в конце жизни значительную долю своей массы возвращают в межзвездное пространство.

В теме «Межзвездная среда» кружковцы познакомятся с разнообразными физическими явлениями, которые будут им еще неизвестны по школьной программе. Тем не менее вполне возможно популярно, но строго научно познакомить ребят с процессами ионизации и рекомбинации атомов, с поведением плазмы в магнитном поле и некоторыми элементами газодинамики [3, 55, 83].

Значительный прогресс в изучении межзвездной и околозвезд-

ной среды произошел в последние годы после выведения в космическое пространство автоматических ультрафиолетовых и рентгеновских обсерваторий. Результаты этих исследований опубликованы в работах [47, 55, 86].

Нужно подчеркнуть, что тема «Межзвездная среда» — трудная тема, особенно для учащихся 7 классов. Рассказы о физике межзвездной среды полезно разнообразить демонстрацией слайдов или иллюстраций с изображением эмиссионных газовых туманностей, «угольных мешков», пылевых отражательных туманностей (например, в скоплении Плеяды). Желательно пронаблюдать некоторые из этих объектов на небе: Большую туманность в Орионе (М 42), Тройную туманность в Стрельце (М 20), Кольцевую планетарную туманность в Лире (М 57) и по возможности другие.

В 3-й теме этого раздела речь пойдет о различных звездных подсистемах Галактики: о шаровых и рассеянных звездных скоплениях, об ассоциациях молодых звезд, о звездном населении диска и гало Галактики. Новым для школьников здесь будет знакомство с элементами звездной динамики. Хотя взаимодействие звезд со своими ближайшими соседями по Галактике в целом не имеет большого значения, в некоторых случаях результаты такого взаимодействия бывают существенными. Обычно это происходит там, где относительно небольшое количество звезд сосредоточено в малой области пространства, т. е. в звездных скоплениях и в ядре Галактики. Часы, отведенные на практические занятия по этой теме, должны быть использованы как для наблюдения звездных скоплений (Плеяды, Гиады, η и χ Персея, Ясли, М 13 в Геркулесе, М 5 в Змее и другие зимние и весенние скопления), так и на решение задач по определению массы, возраста и времени существования звездных скоплений.

Решение задач можно заменить (или совместить) с небольшой лабораторной работой по обработке диаграмм Герцшпрунга—Рессела для звездных скоплений. В зависимости от возраста и уровня подготовки кружковцев работу можно усложнять различными дополнительными заданиями: определить по ГР-диаграмме расстояние до скопления и его возраст, найти межзвездное поглощение по двухцветной диаграмме и т. д. Существует много материала о звездных скоплениях [10, 38, 82, 87, 90, 93].

От изучения шаровых и рассеянных звездных скоплений естественно перейти к изучению крупномасштабного строения Галактики двух типов ее населения, спиральной структуры. В этой теме ребята встретятся еще раз, и уже более основательно, с проблемой звездообразования. Вне всяких сомнений, в спиральных галактиках вообще волна плотности играет решающее значение в процессе превращения межзвездного газа в звезды. Ударная волна, возникающая на внутренней границе спиральных рукавов, уплотняет облака межзвездного газа и «включает» в них процесс звездообразования, — это доказывают наблюдения соседних спиральных галактик. Однако в нашей собственной звездной системе исследование этого вопроса встречаются с рядом трудностей. Оптическому изучению

спиральной структуры Галактики мешает поглощение света межзвездной пылью, а в радиоастрономии нет точных методов определения расстояния до источников излучения. Поэтому до сих пор не существует надежной карты спирального узора Галактики и неизвестно точно, какая доля звезд рождается в спиральных рукавах. В то же время, некоторые области звездообразования в Галактике расположены от нас достаточно близко (например, звездно-газовый комплекс в Орионе) и доступны для детального изучения. Методами радио- и ИК-астрономии изучаются удивительные процессы последовательного звездообразования, когда излучение и звездный ветер недавно родившихся звезд становятся причиной сжатия газа в соседних областях холодного облака, что приводит к распространению в нем своеобразной волны вынужденного звездообразования. В последние годы было обнаружено, что значительная доля межзвездного газа собрана в нескольких тысячах очень массивных облаков, состоящих в основном из молекулярного водорода. Именно в них при температуре всего в несколько десятков кельвинов происходит зарождение звезд. Исследование этого процесса сейчас активно развивается, и можно надеяться, что в ближайшие годы тайна рождения звезд будет окончательно разгадана. Познакомиться с современными данными по этой проблеме, к сожалению, пока можно только по разрозненным статьям в журналах «Земля и Вселенная», «Природа», и в брошюрах серии «Космонавтика, астрономия» издательства «Знание».

О теории спиральной структуры можно прочесть в книге Р. Дж. Тейлера «Галактики: строение и эволюция» (М.: Мир, 1981).

3. Другие галактики

(примерная разбивка часов)

№ п/п	Тема	Всего часов	Теория	Практика
1	Открытие галактик. Ближайшие галактики, их типы. Классификация галактик	6	4	2
2	Физические характеристики и системы галактик	3	3	—
3	Шкала внегалактических расстояний. Закон Хаббла. Эволюция Вселенной и происхождение галактик	5	3	2
4	Активные галактики, квазары	2	2	—
	Итого:	16	12	4

Знакомство с миром галактик кружковцы уже начали в предыдущем разделе. Теперь они должны познакомиться с разнообразием типов звездных систем, с их классификацией, физическими свойствами, распределением и движением в пространстве. «Их никто не знал до 1900 г. Мало кто знал в 1920 г. Все астрономы знали после 1924 г. Галактики — это наибольшие единичные агрегаты

звезд, которые очерчивают гранулированную структуру Вселенной» — эти слова принадлежат американскому астроному А. Сэнди-джу.

Много нового и интересного найдут школьники в книгах о строении и современных взглядах на эволюцию галактик [82, 94, 95, 96, 98].

Познакомиться почти со всеми основными типами галактик можно на примере наших соседей — спутников Галактики и членов Местной группы. Среди них есть и спиральные галактики разных размеров и масс (крупная туманность Андромеды и небольшая М 33), и неправильной формы Магеллановы Облака, и карликовые эллиптические галактики в созвездиях Скульптора и Печи. Нет рядом с нами только крупной эллиптической галактики. До ближайшей из них, в созвездии Центавра, около 5 Мпк. Нужно подчеркнуть, что мир галактик не менее разнообразен, чем мир звезд. Диапазон масс галактик охватывает 4 порядка (10^8 — 10^{12} М). Галактики отличаются друг от друга по скорости вращения, по химическому составу, по относительному содержанию звезд и газа и просто по внешнему виду. Опытные астрономы говорят, что нет двух одинаковых галактик. Поэтому первая тема этого раздела знакомит кружковцев с разнообразием форм галактик, а вторая тема — с разнообразием их физических характеристик.

На практическом занятии кружковцам интереснее всего было бы самостоятельно получить фотографии галактик. К сожалению, весной, когда изучается эта тема, яркие галактики в Андромеде и Треугольнике не видны. Но если в распоряжении кружка имеется небольшой астрограф, то можно получить фотографии интересной пары галактик М 81 — М 82 в созвездии Большой Медведицы, а также нескольких галактик в созвездии Гончих Псов, в том числе знаменитой взаимодействующей галактики Водоворот (М 51). Если инструменты для наблюдения или фотографирования галактик отсутствуют, то на практическом занятии можно подробно изучить классификацию типов галактик по Хабблу, воспользовавшись для этого воспроизведенными в книгах фотографиями.

Знакомство с физическими характеристиками галактик с самого начала должно быть основано на том, что не все эти характеристики являются независимыми. Так, от массы галактики в значительной степени зависит ее химический состав, размер, скорость движения в ней звезд [98]. Правда, эти закономерности только начинают выясняться, а понять их происхождение пока не удастся.

Третья тема посвящена закону Хаббла и эволюции Вселенной. В этом месте кружковцы должны подробнее познакомиться с методами определения межгалактических расстояний и с теми основами и предположениями, на которых покоится современная школа внегалактических расстояний. Чтобы ребята почувствовали всю трудность проблемы определения расстояний до галактик, можно привести такой пример: взяв привычный для человека размер (~ 1 м), мы видим, что в глубь атома ученые «погрузились» до расстояний $\sim 10^{-15}$ м, а в просторы Вселенной проникли до расстояний $\sim 10^{26}$ м,

т. е. астрономические масштабы в миллиард раз сильнее отличаются от размеров человека, чем атомные. Отсюда — все трудности определения этих расстояний. В данной теме около половины времени отводится на решение задач по определению с помощью закона Хаббла расстояний до галактик, их светимости и размера. Мы не советуем в этом разделе вообще и в работе данного кружка особенно подробно останавливаться на вопросах космологии и происхождения галактик. Многие проблемы в этом направлении еще не до конца решены, а разобраться в тонкостях конкурирующих теорий учащимся 7—8 классов будет сложно. Впрочем, по этой теме существуют хорошие книги для дополнительного чтения [99, 100].

Лучше всего преподнести ребятам материал последних тем раздела «Галактики» на чисто феноменологическом уровне, оставив более углубленное его изучение на будущие годы. Поэтому и последняя тема этого раздела «Активные галактики и квазары» занимает всего 2 ч и не рассчитана на глубокое изучение. Она в основном посвящена истории открытия и изучения этих объектов и описанию их основных типов [96, 97].

Темой «Активные галактики» заканчивается систематическое изучение в кружке общей астрономии второго года. Желательно, чтобы руководитель кружка в конце последнего по этой теме занятия сказал несколько слов о перспективах астрономических исследований последних лет, которые показали, что число астрономических открытий не уменьшается, что каждый новый метод наблюдения, каждый крупный астрономический инструмент, каждый новый космический аппарат приносит неожиданные данные о небесных телах и это часто приводит к открытию новых классов астрономических объектов и явлений.

4. Жизнь и разум во Вселенной

(примерная разбивка часов)

№ п/п	Тема	Всего часов	Теория	Практика
1	Эволюция жизни на Земле. Поиски жизни на планетах	4	4	
2	Планеты у других звезд. Межзвездные перелеты. Глобальные проблемы человечества	4	4	
3	Следы «пришельцев» на Земле. Межзвездная связь	4	2	2
	Итого:	12	10	2

По-видимому, многим руководителям кружков тема последнего раздела покажется несколько претенциозной и даже вредной: «Ну сколько можно говорить о «пришельцах»?!. Вообще, это проблема не астрономическая, и не стоит забивать голову ребятам всякими сказками!» Тем не менее мы считаем, что коснуться этой проблемы

в кружке общей астрономии так или иначе придется. В 6—8 классах школьники читают много фантастической литературы, в этом возрасте у них складывается мнение о том, что такое наука, а что — фантазия. К сожалению, проблема «пришельцев» и близкие к ней псевдонаучные проблемы (парапсихология, снежный человек, Бермудский треугольник, телекинез и т. д.) играют не последнюю роль в формировании познавательного интереса у школьников. Серьезный анализ хотя бы одной из этих проблем создаст у ребят своеобразный иммунитет против разной сенсационной чепухи, выдаваемой иногда за настоящую науку.

Впрочем, тематика последнего раздела сформулирована достаточно широко и не ограничивается только проблемой внеземного разума. Напротив, этот раздел охватывает, по существу, весь пройденный за два года материал. В первой теме кружковцы еще раз вспомнят строение Солнечной системы, условия на различных планетах, эксперименты по поиску на планетах жизни.

Здесь же необходимо в самых общих чертах познакомить ребят с основными понятиями молекулярной биологии, касающимися наследственного аппарата живых существ, с теорией эволюции и естественного отбора. Происхождение жизни — сложная и интересная проблема. Знакомство с ней расширяет кругозор кружковцев и помогает им понять место астрономии в ряду других, не менее увлекательных наук [64, 103, 107, 110].

Стремительный рост населения Земли, истощение ее ресурсов, да и просто общий ход развития человеческой цивилизации заставляет нас смотреть на космос как на будущую арену жизни. Но, почувствовав всю сложность задачи расселения в космическом пространстве, ребята внимательнее начнут относиться к проблемам жизни на Земле, к ее изучению и защите.

Для знакомства с глобальными проблемами человечества можно рекомендовать книги [55, 108], а также статью Е. К. Федорова «От описания к проектированию природы» (Вопросы философии. — 1980. — № 1).

Прикосновение к сложному комплексу экономических, демографических, экологических и социальных проблем сегодняшнего мира будет полезно кружковцам, поможет формированию у них сознательного отношения к действительности.

Рассматривая далее вопрос о жизни и разуме во Вселенной, мы вплотную сталкиваемся с проблемой контакта между двумя цивилизациями. Во-первых, здесь нужно рассмотреть возможность прямого контакта с «пришельцами». Полезно критически проанализировать так называемые следы «пришельцев» на Земле. К сожалению, до сих пор не существует книги, в которой бы это было сделано грамотно. Поэтому руководителям кружков (а еще лучше — самим кружковцам) нужно будет собрать отрывочные сведения о циклопических сооружениях древних людей, о странных наскальных рисунках, о «железной колонне» в Дели и письменных «упоминаниях» о пришельцах, о загадочных рисунках в пустыне Наски и странных археологических находках. Разумеется, глубина этого поиска все-

цело будет зависеть от степени заинтересованности ребят в данном вопросе. Это, так сказать, необязательная программа.

А вот коснуться вопроса о «летающих тарелках» мы настоятельно советуем. Члены астрономического кружка должны сами хорошо знать атмосферные и космические явления (в том числе и антропогенного происхождения) и уметь объяснять эти явления окружающим. В борьбе с мифом о «летающих тарелках» кружковцы должны занять активную позицию. В этом им помогут книги: Миннарт М. Свет и цвет в природе. — М.: Наука, 1969; Грегг Дж. Опыты со зрением. — М.: Мир, 1970; Толанский С. А. Оптические иллюзии. — М.: Мир, 1967.

Возвращаясь к проблеме контакта между цивилизациями, отметим, что вторая и главная сторона этой проблемы — установление межзвездной связи. В этом направлении уже четверть века работают многие ученые: радиоастрономы, лингвисты и представители других специальностей. Проблема эта чисто научная, и сделано для ее решения уже немало. Результаты работ ученых опубликованы в статьях журнала «Земля — Вселенная» и в книгах [103, 104, 105, 106].

В последней теме по проблеме межзвездной связи запланирована практическая работа. Она может заключаться в составлении, обмене и расшифровке посланий между группами кружковцев, представляющих две вступивших в контакт цивилизации. Эта работа может носить как шуточный, так и серьезный характер, в зависимости от настроения членов кружка. В любом случае она будет полезна.

3.4. ТРЕТИЙ ЭТАП РАБОТЫ АСТРОНОМИЧЕСКИХ КРУЖКОВ

Третий, завершающий период деятельности астрономического коллектива обычно продолжается от 1 до 3 лет. На этом этапе в наибольшей мере должны проявиться возможности развитого коллектива старшеклассников, объединенных общими целями и интересами.

Теоретические занятия теперь в основном принимают форму самостоятельной работы с литературой, «общекружковых» и тематических семинаров; реже — старшеклассники слушают лекции руководителя или выступления приглашенных специалистов.

Однако большинство занятий старшего кружка уже к концу I полугодия носит практический характер.

Основными направлениями практической деятельности старших кружковцев являются:

1. Выполнение лабораторных экспериментов.
2. Научно-любительские наблюдения.
3. Опытно-конструкторская работа.
4. Инструкторская работа, пропаганда астрономических знаний.

В I-й главе были названы причины, определяющие своеобразие каждого астрономического коллектива (интересы руководителя и кружковцев, географические условия, особенности материальной базы и другие).

На III этапе развития астрономического кружка все большее зна-

чение приобретают интересы коллектива, малых групп и отдельных кружковцев. С этим не может не считаться руководитель. Он должен позаботиться о разумном сочетании интересов всего кружка и отдельных его членов.

В большей, чем прежде, мере на организацию работы кружка теперь влияет и численный состав коллектива. Одно дело, если к III этапу в коллективе осталось 10—15 человек. Другое — если число заканчивающих кружки общей астрономии исчисляется десятками.

Рассмотрим оба названных варианта.

В первом варианте чаще всего в рамках кружка создаются 2—3 творческие группы, каждая из которых ведет самостоятельную тему или выполняет часть общей работы. Именно в малых бригадах численностью от 2 до 6 человек старшеклассник в наибольшей мере получает возможность проявить свои знания и навыки в самостоятельной деятельности.

Распределение по бригадам происходит с учетом интересов ребят, их взаимных симпатий. Вместе с тем руководитель, актив кружка ненавязчиво должны проследить за тем, чтобы состав бригады соответствовал стоящим перед ней задачам.

В рамках кружка могут быть сформированы 1—2 группы наблюдателей (метеоров и переменных звезд), бригада юных конструкторов, которая по заказу наблюдателей и при их участии ведет разработку и изготовление необходимой аппаратуры.

Весь кружок может быть занят выполнением общей задачи, например изучением метеоров. Тогда одна бригада ведет визуальные наблюдения метеорных потоков, другая — организует фотографирование метеоров, третья, в которой объединились радиолюбители, — пытается приспособить списанный радар для локаций ионизированных метеорных следов, четвертая — конструирует установку для электрофотометрии метеоров.

Во втором варианте, если в коллективе есть достаточное число старшеклассников, формируется два или более специализированных кружка, в каждом из которых по 10—12 человек. Это могут быть кружки: практической астрофизики, астрономов-наблюдателей, астротехники, телескопостроения, радиоастрономии и другие. Возможно существование кружков, отличающихся по объектам исследования: звездной астрономии, исследователей метеоров, юных геофизиков (исследователей серебристых облаков) и т. п. В большом астрономическом коллективе порой успешно работают и теоретические кружки. Это не значит, что они не участвуют в наблюдениях, но основу программы все-таки составляют теоретические занятия: решение задач, подготовка докладов и рефератов, семинарские занятия, диспуты. Нам известны случаи успешной работы в рамках астрономического коллектива кружков: истории астрономии, теоретической астрофизики, философских вопросов астрономии, научного атеизма. Такое вполне возможно и целесообразно. Лишь бы нашелся интересный руководитель и группа старшеклассников, обладающих соответствующими склонностями.

В коллективах, где действует несколько кружков старшеклассников, работающих по своим планам и программам, также возможно и желательно объединение их для решения общей большой задачи. Причем к реализации намеченного в ряде случаев целесообразно привлекать кружки и коллективы не только астрономического профиля.

III этап работы любительского астрономического коллектива обычно характеризуется значительной общественно полезной направленностью. Наступает пора, когда кружковцы не столько получают от коллектива, сколько отдают накопленное.

Это касается и пропаганды астрономических знаний, и участия в совершенствовании материальной базы кружка, и выполнения научно-исследовательской работы. Специально следует обращать внимание старших кружковцев на их ответственность за работу всего коллектива, на необходимость постоянного и всестороннего шефства над младшими товарищами по увлечению.

Задачи, которые берет на себя коллектив старшеклассников, должны быть посильны, но достаточно сложны и общественно значимы. Только в этом случае процесс их реализации окажется значимым и для каждого в отдельности, а значит, явится действенным средством воспитания и самовоспитания.

Именно такой, наиболее важной для большинства кружковцев, задачей станет выполнение научно-исследовательской работы по заданию института, обсерватории, ВАГО. Ребятам особенно приятно сознавать, что они привлекаются к выполнению части плановой работы профессионального (взрослого) исследовательского учреждения. Их жизнь наполняется особым содержанием. Научно-исследовательская работа становится вершиной пирамиды, в основе которой заложены результаты всей предшествующей работы коллектива.

Ниже рассматриваются основные виды этой работы.

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ

Экспериментальный практикум может послужить переходом от учебных наблюдений и стандартных лабораторных работ к опытно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности коллектива. В отличие от практических занятий в кружках занимательной и общей астрономии, основная цель которых — иллюстрация и усвоение теоретического материала программы, экспериментальные работы по своему содержанию и постановке должны носить исследовательский, творческий характер. В процессе выполнения задач экспериментального практикума старшеклассники овладевают техникой и методами астрофизических исследований.

Набор задач практикума определит руководитель в зависимости от предполагаемой программы научно-исследовательской работы и инструментальной базы.

В качестве примера приведем перечень задач практикума из программы кружка «Астрофизика» [34]:

1. Изучение спектров свечения водорода, гелия, неона. Построение дисперсионной кривой. Оценка интенсивности линий спектра при изменении тока генератора.

Оборудование: двухтрубный школьный спектроскоп, набор нейтральных фильтров, набор газонаполненных трубок, таблицы спектральных линий или цветные фотоснимки (слайды) участков спектра, школьный генератор высокого напряжения.

2. Исследование спектральных и люксаметрических характеристик фотоэлектрических приемников излучения.

Оборудование: монохроматор, стандартный источник света (лампа накаливания), стабилизированный источник энергопитания для фотоприемников и лампы накаливания, регистрирующий прибор (самописец или микроамперметр), исследуемые приемники излучения.

3. Измерения интенсивности космического излучения в зависимости от атмосферной толщи.

Оборудование: телескоп из двух газозарядных счетчиков, закрепленных на шарнире, электрическая схема регистрации одноименных импульсов в счетчиках, высоковольтный выпрямитель, секундомер.

4. Предварительное астроклиматическое обследование пункта для установки любительского телескопа. (Работа рекомендуется для выполнения в период весенних или летних школьных каникул.)

Оборудование: комплект метеоприборов, использующихся без метеобудки, анемограф, телескоп для оценки дрожания звезд, простейший электрофотометр, фотогелиограф.

5. Моделирование малых ударных и взрывных кратеров на поверхности образцов покрытий с различными механическими свойствами.

Оборудование: образцы глинистого, песчаного и каменистого грунтов, ванны для приготовления силикатных взвесей, пружинный пистолет с шариками различных размеров, микрозаряды, термометр, лабораторный микроскоп, схемы и фотографии земных и планетных кратеров.

6. Исследование турбуленций и теплового режима приземного слоя атмосферы.

Оборудование: стандартная метеобудка с комплектом метеоприборов, самодельный привязной аэростат или воздушный змей, актинометр, термометр сопротивления со стрелочным индикатором.

7. Исследование свечения дневного и ночного неба (работа рекомендуется для выполнения во время летних школьных каникул):

- измерение яркости дневного безоблачного неба;
- изучение цветовых переходов сумерек;
- наблюдения поляризации света участков неба в зависимости от высоты Солнца;
- регистрация появления серебристых облаков;
- измерения интенсивности сумеречной вспышки атмосферного натрия.

Оборудование: фотообъективы и калиброванные фотоэлектри-

ческие приемники излучения, азимутальная установка с микровинтами, светофильтры и поляроиды, зеркальный гальванометр или самописец с усилителем постоянного тока.

8. Обработка на микрофотометре любительских или профессиональных негативов с фотоснимками планет.

Оборудование: микрофотометр, стабилизированный источник постоянного тока, фотоснимки планет в различных спектральных интервалах с впечатанной шкалой фотометрического ступенчатого ослабителя, измерительный микроскоп, спектропроектор, фотоувеличитель.

9. Измерение количества водяного пара в земной атмосфере по поглощению спектра Солнца в полосе 1,4 мк.

Оборудование: простейший самодельный спектрометр с дифракционной решеткой порядка 300 штрихов на миллиметр, германиевый фотодиод с фильтром — тонкой пластинкой кремния, экваториальная установка с микроключами, зеркальный гальванометр, сводки радиозондирования ближайшей аэрологической станции.

10. Патрульное фотографирование ярких планет в синих и фиолетовых лучах. Интегральная фотографическая фотометрия планет в коротковолновой части видимого спектра. (Работа рекомендуется для выполнения в период летних и зимних каникул.)

Оборудование: школьный телескоп или самодельный рефлектор с исследованным полем объектива, насадки окулярного увеличения с переходными кольцами для фотоаппарата, ступенчатый ослабитель, светофильтры, простейший спектрометр (см. предыдущую работу) с фотоаппаратом на выходной щели, используемый в сочетании с телескопом или с целостатом и дополнительным объективом.

11. Патрульное фотографирование Солнца в различных лучах. Изучение активных областей по полученным фотонегативам.

Оборудование: стандартный фотогелиограф или школьный телескоп с окулярным увеличителем на параллактической установке, стеклянные светофильтры, ступенчатый ослабитель, микрофотометр, спектропроектор.

12. Фотографирование спектров ярких метеоров и звезд с объективной призмой и в бесщелевой схеме.

Оборудование: астрограф или самодельная астрокамера с объективной призмой, простейший спектрограф (см. работы 3,4 практикума в предыдущем разделе программы), дополненный объективом согласованной светосилы, ступенчатый ослабитель.

13. Фокусировка и юстировка стандартного и самодельного спектрографов и спектрометра. Определение спектральных характеристик стеклянной оптики самодельных приборов по фотографиям спектра Солнца.

Оборудование: спектрографы лабораторные (призменный и дифракционный), самодельные приборы, телескоп-рефлектор с зеркальной камерой в прямом фокусе, универсальный монохроматор, спектропроектор, микрофотометр, ступенчатый ослабитель, калиброванные приемники излучения.

14. Получение спектров железа, углерода, гелия и других элементов на лабораторном спектрографе. Идентификация линий на лабораторных и звездных спектрограммах. Определение относительного содержания различных веществ по спектрограммам.

Оборудование: лабораторный спектрограф с комплектом для изучения спектров, комплект приборов для фотометрической обработки негативов: ступенчатый ослабитель, измерительный микроскоп, спектропроектор, микрофотометр; фотография звездных спектров.

15. Получение спектров звезд с объективной призмой, определение звездных величин тех же звезд в системе *UBV*. Сравнение спектрального класса звезд, определенного по полученным спектрограммам и по цветовому показателю.

Оборудование: астрограф с объективной призмой, светофильтры, комплект приборов для фотометрической обработки негативов.

16. Измерение абсолютного числа частиц космических лучей. Изучение вариаций интенсивности потока в зависимости от активности Солнца. Изучение каскадных ливней в свинце.

Оборудование: круговая установка из газоразрядных счетчиков, блок из трех счетчиков, включенных в схему тройных совпадений, электрическая схема регистрации одновременных импульсов, высоковольтный выпрямитель, свинцовые пластины, секундомер и декатронный счетчик-накопитель импульсов, сводки данных службы наблюдения Солнца.

В приведенном перечне содержатся экспериментальные задачи широкой тематики и различного уровня сложности. Цикл задач практикума является сердцевиной работы кружка астрофизики. Отдельные экспериментальные работы мы рекомендуем включить в план занятий любого старшего кружка астрономического профиля. В процессе занятий все кружковцы выполняют несколько экспериментальных задач возрастающей сложности. Они отбираются с учетом пожеланий и возможностей членов кружка, но таким образом, чтобы обеспечить практическое ознакомление с основными методами практической астрофизики.

Руководитель кружка обязан с особой ответственностью отнестись к распределению тем и к выбору методик их выполнения.

Как показывает практика, для некоторых старшеклассников эксперименты и исследования, начатые в кружке, могут стать делом всей жизни.

В процессе выполнения задач практикума, как и в дальнейшей исследовательской и конструкторской работе, школьники не только приобретают опыт работы с приборами и инструментами, но в первую очередь овладевают основными, общими принципами постановки и самостоятельного решения различного рода наблюдений и экспериментов.

Этому будет способствовать рациональная организация работы коллектива.

Для выполнения экспериментальных работ кружковцы объединяются в группы по 2—4 человека.

Каждая группа решает свою задачу. По ее завершении, а также при выполнении сложных и объемных задач и в процессе работы проводят обсуждение сделанного всем составом кружка. Анализ выбранных путей и средств решения задачи приобщает к ней остальных членов коллектива.

Цель решаемых задач должна быть составлена таким образом, чтобы усложнение каждой из них просматривалось по всем основным параметрам:

- усложнение самой задачи;
- использование все более сложных технических средств, необходимых для ее решения;
- применение все более сложного математического аппарата;
- возрастание степени самостоятельности (самоорганизованности) в процессе планирования и реализации поставленной задачи.

Руководитель кружка планирует вместе с каждым кружковцем и со звеном тот результат, который должен быть достигнут на каждом этапе по всем названным направлениям. В дальнейшем он организует контроль за ходом реализации намеченного плана. Контроль этот не должен осуществляться непрерывно, но его необходимо проводить на определенных этапах и в определенные, предусмотренные графиком работы сроки. В противном случае контроль может выродиться в мелочную опеку, что лишит ребят самостоятельности и снизит воспитательный эффект деятельности звеньев. Только сочетание требовательности с верой в возможности микроколлектива и его лидера позволит ставить и решать все более сложные задачи.

Применение технических средств следует начать с использования несложных приборов, не требующих специальной подготовки для работы с ними. В следующий раз придется овладевать навыками оперирования более сложной аппаратурой. Иногда потребуются изготовить отдельные элементы экспериментальной аппаратуры или установку в целом.

Специальное внимание необходимо уделить вопросам постепенного повышения уровня самоорганизованности в работе. Повышение этого уровня определяется, во-первых, увеличением времени, отводимого на выполнение работы (от нескольких часов до нескольких недель и месяцев), во-вторых, необходимость решать все более сложные вопросы организационного обеспечения выполнения поставленных задач. Если на первом этапе руководитель сам планирует содержание и ход практических работ, на втором — помогает составить план и график работы, то в дальнейшем степень самоорганизованности должна настолько возрасти, чтобы каждый кружковец и звено в целом могли самостоятельно решать все организационные вопросы. В конечном счете большинство участников практикума должно научиться самостоятельно формулировать задачу, оценивать и выбирать комплекс средств для ее решения, планировать работу, предусмотрев возможные отклонения от графика, находить консультантов (в других кружках или вне учреждения), подбирать из числа товарищей группу исполнителей и обеспечивать их работу над темой. Рекомендуются организовать работу таким

образом, чтобы за время занятий в кружке каждый мог испытать себя в роли ответственного, и в роли исполнителя, чтобы на практике каждый познакомился со всеми этапами и видами деятельности. Наши воспитанники должны научиться в кружке критически оценивать свою деятельность и успехи товарищей не по словам, а по конкретным конечным результатам, по вкладу каждого в общее дело.

В заключение подчеркнем необходимость достаточной теоретической подготовки при выполнении практических работ. В противном случае они могут стать чисто формальными, без глубокого понимания сути выполняемой работы.

2. НАУЧНО-ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Научно-любительские наблюдения характеризуются не только усложнением программы теоретических занятий и практической деятельности, но и новым подходом к самой организации работы, новыми требованиями к участникам наблюдений, увеличением нагрузки на руководителя коллектива. Переходя к любительским астрономическим наблюдениям, руководитель кружка должен обеспечить следующие элементы организации научно-исследовательской работы коллектива школьников.

Подготовка материальной базы. Любые астрономические наблюдения требуют наличия в кружке тех или иных приборов и приспособлений, обеспечивающих решение поставленной астрономической задачи. Здесь существует два пути: определять тему научных наблюдений, объект наблюдений с учетом имеющихся возможностей или выбирать тему с последующим изготовлением либо приобретением необходимых приборов и приспособлений (в этом случае важно трезво оценить реальные возможности коллектива). Эти два пути не являются взаимоисключающими: можно начинать научные наблюдения на базе той техники, которая имеется в распоряжении кружковцев и параллельно готовить аппаратуру для усложнения задач по данной теме или для новой научной темы.

Создание библиотеки научной литературы. Внутри библиотеки должен быть выделен раздел по темам научных наблюдений коллектива. Это должны быть книги инструктивно-методического характера, а также литература, отражающая итоги наблюдений (научные журналы, труды обсерваторий, материалы тематических совещаний).

Связь с учеными. В определении темы научных астрономических наблюдений, в составлении программы наблюдений, особенно в тех случаях, когда наблюдения будут проводиться методами фотографической или фотоэлектрической фотометрии, спектрометрии и т. п., большую помощь руководителю кружка окажут сотрудники профессиональных обсерваторий, астрономическая секция ВАГО, опытные руководители ученических астрономических коллективов. Они подскажут, что можно наблюдать в условиях данного коллектива, как наблюдать и обрабатывать результаты наблюдений. Без

подобной связи, опираясь лишь на прочитанные инструкции и свой опыт, зачастую трудно сориентироваться в выборе темы, быть до конца уверенным в правильности методики проводимых наблюдений. Особенно большие сложности, порой неразрешимые на протяжении длительного времени, появляются, когда наступает пора обрабатывать результаты наблюдений. Здесь и помогут советом шефы-ученые.

3. ПРОЦЕСС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Процесс научно-исследовательской работы состоит из следующих этапов:

1. Выбор темы.
2. Постановка научной задачи.
3. Подготовка к наблюдениям.
4. Проведение наблюдений.
5. Обработка результатов наблюдений.
6. Обобщение материала наблюдений.
7. Интерпретация.
8. Подготовка материалов наблюдений для отчета.

Выбор коллективной темы представляет собой обсуждение и решение вопроса, какие объекты или явления наблюдать: переменные звезды, метеоры и т. д.

Для того чтобы решить этот вопрос, руководитель кружка должен знать по каждой любительской теме:

- а) методику наблюдений;
- б) требования к пункту наблюдения;
- в) потребность в справочной литературе, вспомогательных картах, атласах и т. п.;
- г) требования к оптическим и иным инструментам для наблюдений;
- д) потребность во вспомогательных приборах и инструментах.

Наиболее распространенными и доступными для любителей астрономии коллективными научными темами являются наблюдения метеоров (особенно для пунктов, расположенных южнее 55° с. ш.), наблюдения серебристых облаков (для пунктов, расположенных севернее 55° с. ш.), наблюдения переменных звезд. К коллективным научным темам можно отнести поиски комет и патрулирование нестационарных явлений на Луне. Особенность этих двух тем заключается в малой вероятности положительного результата наблюдений — крайне редки появления ярких комет (ярче $9,0^m$) и нестационарных явлений на Луне. Это как раз тот случай, когда отрицательный результат наблюдений имеет научную ценность. Однако эти последние темы в качестве основных для коллектива не подходят: школьникам гораздо интереснее видеть положительный результат своей деятельности. Эти темы (или любую из них) можно рекомендовать как дополнительные для патрульных наблюдений.

По солнечной тематике научную значимость может иметь изучение динамики солнечных пятен.

Именно с названных тем начинается научная деятельность астрономического коллектива. Если в распоряжении кружка имеется 2—3 школьных телескопа, 2—3 бинокля, то на базе этих инструментов можно ставить тему «Переменные звезды». Наличие в коллективе биноклей, а тем более труб АТ-1, ТЗК, БМТ-110 и другой широкоугольной оптики для визуальных наблюдений позволит организовать поиски комет. На базе школьного телескопа реализуется тема «Нестационарные явления на Луне». Изготовив к школьному телескопу фотокамеру с окулярным увеличением, можно организовать наблюдения динамики солнечных пятен. Наблюдения метеоров и серебристых облаков на первом этапе не требуют оптических инструментов и поэтому являются более доступными для юных астрономов.

Постановка научной задачи включает в себя решение вопроса, с какой целью проводить астрономические наблюдения по данной теме и какими астрофизическими методами пользоваться при этом. К астрофизическим методам относятся, в частности, визуальные безынструментальные наблюдения, визуальные телескопические наблюдения, наблюдения фотографические и фотоэлектрические. В последние годы в практику любительской астрономии начинают входить радиоастрономические наблюдения.

На первом этапе научной деятельности астрономического кружка следует остановиться на безынструментальных наблюдениях (например, метеоров, серебристых облаков) и на визуальных телескопических наблюдениях переменных звезд, нестационарных явлений на Луне.

Необходимость постановки коллективной научной темы объясняется тем обстоятельством, что, с одной стороны, эти темы требуют массовых (по числу участников) наблюдений, а с другой стороны, они способствуют дальнейшему сплочению коллектива, учат школьника методике коллективного решения научной задачи.

Так, например, научная задача при наблюдении метеоров может заключаться в изучении:

- а) численности метеоров;
- б) метеорных радиантов;
- в) телескопических метеоров;
- г) динамики метеоров;
- д) физической природы метеоров.

Первые две задачи решаются методами визуальных безынструментальных наблюдений, третья задача требует для своей реализации визуальных телескопических (бинокулярных) наблюдений, четвертая задача решается методом фотографирования метеорных следов с использованием так называемого метеорного патруля и, наконец, изучение физической природы метеоров осуществляется путем фотографирования спектров метеоров. Очевидно, что начинать научные наблюдения метеоров следует с одной из первых тем (можно в основу коллективных наблюдений положить обе темы), затем, при наличии биноклей, осваивать третью тему. Две последние темы доступны опытному в проведении научных наблю-

дений коллективу, но потребуют изготовления достаточно сложных приборов для их реализации.

Научные наблюдения переменных звезд следует начинать с визуальных телескопических наблюдений с целью изучения изменения периода и формы кривой блеска переменной звезды. После того как наблюдатели продемонстрируют свои способности в оценке блеска переменных звезд, можно переходить к патрулированию вспыш- вающих переменных звезд и к уточнению (или изучению) типа переменности звезд, заподозренных в переменности. Так же как и в случае наблюдения метеоров, переходить к фотографическим, а тем более к фотоэлектрическим наблюдениям следует после того, как наблюдатели освоили методику визуальных наблюдений переменных звезд, приобрели прочные навыки и умения.

Такой подход к постановке научной задачи является оптимальным и для кружковцев, и для руководителя астрономического коллектива, особенно если руководитель впервые решает подобную задачу.

Несколько научных задач одновременно могут решать астрономические кружки, которые существуют многие годы и, следовательно, имеют опытного руководителя, хорошую инструментальную базу, преимущество в среде наблюдателей, устоявшиеся связи с профессиональными и любительскими астрономическими коллективами.

Так, например, в коллективе астрономической лаборатории клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР с 1966 года регулярно ведутся наблюдения астроклимата и серебристых облаков, с 1972 года начаты наблюдения переменных звезд, а несколько позже юные астрономы Новосибирска включились в решение некоторых частных задач, связанных с изучением обстоятельств падения Тунгусского метеорита. Все эти задачи решались параллельно и имели научный выход в виде публикаций в научных изданиях. Перспективным в практике научной деятельности юных астрономов является создание комплексных программ. Примером этого может служить программа ГЕОС, предназначенная для изучения солнечно-земных связей путем наблюдений непосредственно солнечной активности (регистрация чисел Вольфа), серебристых облаков как явления, обусловленного влиянием солнечной радиации на процессы в верхней атмосфере Земли, биологическими и другими экспериментами, с помощью которых можно обнаружить проявление солнечной активности в земной атмосфере. Эта программа создана в Московском городском дворце пионеров и школьников. Подобная программа дает возможность с различными кружками и лабораториями внешкольного учреждения или школы решать интересные научные задачи. С другой стороны, участие в такой программе позволяет на практике показать школьникам методологию современного решения многих научных задач.

Одна из важнейших проблем исследовательской работы — создание программы наблюдений. Если для примера обратиться к теме «Визуальные телескопические наблюдения переменных звезд», то программой наблюдений должно быть предусмотрено: создание

Рис. 7. Фотогелиограф, спаренный с рефрактором (изготовлен членами кружка школы № 5 Углича).



списка переменных звезд (так называемых программных звезд), которые подлежат исследованию, составление графика наблюдений (в каком месяце, какого числа, в какое время суток и с какой периодичностью будут проводиться наблюдения данной звезды), списка используемых инструментов. Далее на каждую программную звезду составляется так называемая поисковая карта и карта окрестностей данной звезды, заводится журнал (это может быть общая тетрадь) наблюдений. Поисковая карта представляет собой участок звездного неба с яркими (для данного оптического инструмента) звездами и характерными конфигурациями более слабых звезд, которые служат «путеводителем» к той области неба, где расположена переменная звезда. Карта окрестностей — это область неба, помещающаяся в поле зрения оптического прибора, где находится переменная звезда и звезды сравнения.

И наконец, подготовка кружковцев: каждый наблюдатель доводит до автоматизма процесс поиска и отождествления переменной звезды и звезд сравнения, в совершенстве знает программу наблюдений и, естественно, цель наблюдений, а также предполагаемый (качественно для периодической звезды) результат наблюдений.

Для другой, научной темы процесс подготовки программы наблюдений будет состоять из иных элементов, но суть остается одна — четкое расписание времен и наблюдений, описание процесса наблюдений, определение в этой программе места каждому наблюдателю как по времени, так и по функциональным обязанностям, подготовка необходимых карт, таблиц и других вспомогательных материалов.

Если коллективную научную тему в конечном счете определяет руководитель кружка, то в составлении программы наблюдений самое непосредственное и активное участие должны принимать члены коллектива. Процесс составления программы наблюдений является важным элементом учебно-воспитательной работы с юными астрономами. Составление программы наблюдений вызывает большой интерес и высокую творческую активность кружковцев. Импонирует

то, что они решают такую важную и интересную задачу, в которой есть возможность проявить свои знания и умения. Кроме того, ребятам интересен сам процесс составления программы. С точки зрения руководителя кружка, составление программы наблюдений есть испытание на «аттестат зрелости» кружковцев, способ демонстрации школьникам одного из основополагающих элементов научной деятельности.

В процессе наблюдений необходимо неукоснительно выполнять требования, зафиксированные инструкциями, строго придерживаться методики наблюдений, а также соблюдать правила заполнения журнала наблюдений. Ожидать научных результатов из наблюдений даже при наличии нужных инструментов, хороших астрономических и иных характеристик пункта наблюдения можно при условии, что наблюдатель в совершенстве знает методику, программу наблюдений и их вероятный результат, а техника наблюдений всеми доведена до автоматизма.

Особое внимание следует уделить заполнению журналов наблюдений. Все сокращения и условные обозначения оговариваются в начале журнала. При необходимости вносят исправления, неверную запись зачеркивают одной чертой, а сверху пишут необходимое. (Категорически запрещается что-либо стирать, затушевывать или переправлять.) Это позволит легко прочитать зачеркнутое. Все записи, производимые после наблюдений, в частности при обработке, делают ручкой. С журнала наблюдений, который единственно является первичным документом, можно снимать копии, заверенные наблюдателем или лицом, снимающим копию.

Первичная обработка результатов наблюдений проводится на следующий день или в ближайшие 2—3 дня. По крайней мере, безотлагательно проявляется фотопленка и производится отождествление кадров фотопленки с журналом наблюдений. Этот процесс обязательно и постоянно должен контролировать руководитель кружка: он проверяет правильность заполнения журнала наблюдений, своевременность проведения первичной обработки результатов наблюдений.

Следующий этап первичной обработки связан с выражением в количественной мере (таблицы, графики, числовые ряды) результатов наблюдений данной ночи. Для получения этих данных наблюдатели проводят математические вычисления, линейные измерения, геометрические построения на зарисовках наблюдаемого объекта и т. п. Суть этих измерений и построений сводится к определению (на момент наблюдений):

- а) блеска наблюдаемого объекта — переменной звезды, астероида, кометы;
- б) координат объекта или деталей объекта;
- в) площади объекта или детали объекта.

Так, например, при изучении динамики солнечных пятен первичная обработка наблюдений заключается в определении координат данного пятна или группы пятен (здесь присутствуют и геометрические построения, и математические вычисления), в определении

ориентации данной группы пятен относительно солнечного экватора, а также деталей внутри группы, в вычислении площади деталей данной группы и т. п.

Первичная обработка наблюдений переменных звезд сводится к переводу момента наблюдений в юлианскую систему счета времени, к выражению оценки блеска данной звезды в звездных величинах или в условных единицах блеска (в так называемой степенной шкале), к вычислению фазы блеска периодической переменной звезды.

Каждая научная тема и научная задача внутри этой темы требуют своей программы первичной обработки наблюдений. Эта программа составляется руководителем кружка и содержит в себе все элементы, определяющие данную программу.

Переход к окончательной обработке наблюдений связан с накоплением материала. Количество наблюдений, которое ляжет в основу окончательной обработки, зависит от:

- а) физической природы наблюдаемого объекта или явления;
- б) поставленной научной задачи.

Время, необходимое для набора этого количества материала, зависит, кроме того, еще от погодных условий, от астроклиматических характеристик пункта наблюдения в момент проведения наблюдений.

Как правило, единичные (или отрывочные, бессистемные) наблюдения не обладают научной ценностью в силу того, что на их основе невозможно сделать выводы о динамике наблюдаемого явления, построить рабочую гипотезу и т. д. Исключение составляют эпизодические явления или события, например регистрация локальной вспышки на Луне, открытие кометы, регистрации пролета болида, обнаружение полярного сияния в южных широтах и т. п. В большинстве случаев задача наблюдателей заключается в наборе достаточного с точки зрения статистики количества наблюдений, на основе которых можно делать научные выводы. Необходимый для этого ряд наблюдений зависит от физической природы наблюдаемого объекта или явления. Так, например, изменение кривой блеска переменной звезды бета Персея (Алголя) происходит за 2,87 сут. Опытный наблюдатель наберет за это время достаточное число оценок блеска звезды, чтобы построить кривую изменения ее блеска и определить момент блеска (в этом заключается научная задача для данной звезды).

Патрулирование сумеречного сегмента с целью регистрации появления серебристых облаков потребует не менее 5 лет для того, чтобы ряд наблюдений имел самостоятельную научную ценность. Поясним это на примере: в течение одного сезона (июнь — август) регистрируется, как правило, не более 10 появлений серебристых облаков. Некоторая часть этих появлений будет приходиться на то время, когда сумеречный сегмент затянут обычными облаками и серебристые облака будут наблюдаться в разрывах между ними. В этом случае остается открытым вопрос о моменте появления и исчезновения серебристых облаков, об их протяженности, яркости,

т. е. информация об этих появлениях будет неполной. В такой ситуации регистрируется только сам факт появления серебристых облаков. Таким образом, если перед наблюдателями стоят задачи определения преобладающих морфологических форм облаков, суточных вариации серебристых облаков (до полуночи, после полуночи), распределения морфологических структур и яркости в зависимости от суточной вариации и т. п., то эти несколько появлений (а часть из них в просветах обычных облаков) не имеют должного математического веса, т. е. выводы на их основе не будут являться достаточно достоверными. Отсюда и вытекает потребность в многолетних наблюдениях серебристых облаков.

По той же теме «Серебристые облака» при некоторых частных научных задачах можно в течение одной ночи получить негативы поля серебристых облаков для их последующей фотометрической или астрометрической обработки. В таком случае этих негативов будет достаточно, чтобы решить поставленную задачу.

Ускорить набор статистически обоснованного наблюдательного материала за счет увеличения частоты наблюдений не всегда удается. Так, например, частые оценки блеска долгопериодической цефеиды не принесут дополнительной информации, так как изменения ее блеска происходят медленно и прирост блеска за короткий срок будет лежать ниже точности, с которой производятся оценки блеска. Как уже говорилось, определяющую роль здесь будет играть период изменения блеска данной звезды.

После набора материала наблюдений или после окончания данной серии наблюдений кружковцы приступают к окончательной обработке полученных данных, которая состоит из ряда последовательных этапов:

- а) математическая обработка всего ряда наблюдений;
- б) выражение результатов математической обработки в виде графиков, таблиц или словесного описания;
- в) анализ результатов наблюдений;
- г) выводы из анализа;
- д) сравнение полученных результатов наблюдений с аналогичными наблюдениями, выполненными в другом коллективе (в том числе и в профессиональном учреждении);
- е) заключение.

Объем работы здесь зависит от методики, цели наблюдений и от самой темы. Например, визуальные телескопические наблюдения Юпитера сводятся к измерению широт и ширины полос, изучению их изменений, регистрации движений деталей по долготе. Результаты зарисовываются на специальных шаблонах. На каждом рисунке измеряются координаты деталей, вычисляются площади этих деталей, оцениваются их цвет и яркость. В данном случае результаты носят и описательный характер. Свою серию наблюдений и выводы из анализа кружковцы сравнивают с опубликованными тождественными наблюдениями, выполненными в других коллективах, и делают окончательный вывод-заключение.

Необходимо подчеркнуть, что методика наблюдений (как наблю-

дать и что регистрировать) составляется с учетом возможности последующей обработки их результатов. Приступая к исследованию, надо знать, какого рода информацию должен получить наблюдатель на выходе, что и с чем будет возможно сопоставлять при окончательной обработке данных. Зная программу обработки наблюдений, кружковцы выполняют их осознанно, так как они понимают необходимость и целесообразность всех своих действий, видят их место в конечном итоге. Параллельно с набором материала наблюдений они изучают статьи и обзоры по результатам подобных работ с тем, чтобы знать состояние наблюдаемого объекта (или явления) в предшествующие эпохи. Эти знания помогут наблюдателям сориентироваться в практически полученной ими информации — отсеять случайные (вызванные неточностями наблюдателя или инструментальными ошибками) данные, там, где есть возможность, — перепроверить отдельные наблюдения и т. п. Таким образом, к моменту окончательной обработки наблюдатели будут располагать более «чистой», более достоверной информацией.

С элементами обработки результатов наблюдений кружковцы встречались при проведении учебных астрономических наблюдений в кружке общей астрономии и тем не менее обучение технике и методике завершения исследовательской работы закладывается в учебную программу третьего этапа занятий. Основное внимание руководитель уделит при этом методам математической обработки наблюдений и требованиям к технике проведения обработки наблюдений. Руководителю коллектива можно порекомендовать следующую литературу [3, 111, 118, 122, 132].

В некоторых случаях обработка результатов наблюдений представляет собой длительный и утомительный процесс. Так, например, изучение переменных звезд в стеклотекке обсерватории в течение 10 дней может дать такой ряд наблюдений, что потребуется несколько месяцев для его обработки.

Задача руководителя коллектива заключается в мобилизации усилий кружковцев на обработку материала с использованием различных форм и приемов активизации этой деятельности ребят на основе развития и поддержания интереса к данному роду работы. По мере потери интереса наблюдателя к обработке материала руководитель коллектива подключается к этой работе, помогает выполнить наиболее утомительные расчеты, построить соответствующие графики, выразить полученные результаты в табличных данных, а затем оформить результаты обработки в виде отчета или статьи. При этом руководитель коллектива выступает в роли консультанта, помощника, оставляя основную долю работы юным астрономам.

Контроль за деятельностью и настроением юных астрономов должен постоянно осуществляться в форме бесед руководителя кружка с ребятами, самоотчетов кружковцев по отдельным этапам обработки, совместной перепроверки расчетов. Одним словом, должна быть создана обстановка для творческой и серьезной работы. Иначе не исключена возможность появления ложной информации.

По некоторым астрономическим темам наблюдатели должны быть морально подготовлены к получению так называемого «отрицательного результата». Например, группа школьников, занятая поисками комет, может не обнаружить их за время экспедиции. При обработке результатов поиска комет задачей наблюдателя (или группы) является составление отчета, в котором он должен описать тип инструмента и его характеристики (поле зрения, проникающая сила), программу поиска и ее выполнение, особенности наблюдений с данным инструментом, охарактеризовать свои способности узнавания каталожных объектов, условия наблюдений и т. п. На основании подобного отчета можно сделать вывод о степени достоверности результатов наблюдений и вероятности существования вблизи Солнца в изучаемый промежуток времени комет с яркостью больше проникающей силы инструмента. Подобный отрицательный результат также имеет определенное научное значение. Подобные рассуждения применимы к патрулированию вспыхивающих переменных звезд, серебристых облаков и к некоторым другим темам.

Интерпретация результатов наблюдений представляет собой самый сложный элемент научно-исследовательской работы вообще, и тем более в коллективе школьников. Здесь необходимо обладать знаниями теоретической астрофизики, владеть сложным аппаратом математической обработки результатов наблюдений, иметь достаточный объем фактического материала.

Такого рода деятельность школьников возможна и целесообразна только в том случае, если руководит работой высококвалифицированный специалист.

Закончив обработку результатов наблюдений, кружковцы приступают к их оформлению. Это может быть статья для научной публикации или для издания внутри коллектива (информационный бюллетень, дневник экспедиции и т. п.), отчет о проделанной работе для научной организации. Любая из этих форм подведения итога наблюдений докладывается и обсуждается на общем собрании (конференции) коллектива, а наиболее интересные результаты выносятся на собрание соответствующей секции НОУ, юношеской секции ВАГО, заявляются для доклада на областной, республиканской, всесоюзной конференции юных исследователей и т. п.

Статья, как и доклад, подводит итоги выполненной работы, делает их достоянием специалистов или юных любителей науки. Приступая к написанию статьи, наблюдатель (или группа наблюдателей) просматривает материал на подобную тему, чтобы понять стиль написания и методику изложения фактического материала. В общих чертах схема статьи (доклада) состоит из следующих элементов:

- а) цель, задача работы;
- б) характеристика пункта и места проведения наблюдений;
- в) название коллектива наблюдателей и перечисление тех, кто принимал участие в наблюдениях и их обработке;
- г) кто руководил наблюдениями и осуществлял шефскую помощь;

- д) период, охваченный наблюдениями;
- е) инструменты и их характеристики;
- ж) методика наблюдений;
- з) обзор полученного материала;
- и) методика обработки наблюдений;
- к) результаты обработки наблюдений в форме таблиц, графиков или описаний;
- л) анализ, выводы;
- м) описание результатов наблюдений, с которыми сравниваются данные наблюдения;
- н) заключение.

Эта схема не исчерпывает всех возможных вариантов написания статьи и не является для наблюдателей законом, но тем не менее она отражает общий принцип построения научной статьи.

В основу научной статьи, доклада ложится только фактически достоверный материал. Там, где автор сомневается в результатах, он делает соответствующее замечание. Стиль статьи должен быть лаконичным, конкретным и последовательным. Иллюстративный материал — графики, таблицы, чертежи, схемы — должен оформляться аккуратно, быть максимально информативным, содержать в себе только те индексы, которые совершенно необходимы для понимания сущности. Не стоит засорять статью иллюстративным материалом, сущность которого понятна из текста. В статье обязательно приводится список литературы, к которой обращался автор, в транскрипции, принятой для печатных научных работ.

Публикация научной статьи в ряде случаев может оказаться затруднительной. Не всегда можно найти издание, которое публикует материалы по данной теме, редакция издания может посчитать статью неактуальной в научном плане и т. п. Тем не менее, участие кружковцев во всех этапах научной работы абсолютно оправданно с точки зрения воспитательных и профориентационных задач. За 18 лет работы юные астрономы Новосибирска опубликовали в печати одну статью по теме «Астроклимат», одну — по теме «Серебристые облака», пять статей по теме «Переменные звезды».

Для школьников в значительной мере научная работа является игрой (хотя сами они этого не осознают) — их прельщает сам факт участия в научной работе и, как правило, меньше интересует конечный результат научных наблюдений. Ребята с большим удовольствием наблюдают, с меньшим — обрабатывают полученные результаты и без особого удовольствия вливаются в авторский коллектив для написания статьи. Руководитель коллектива должен постараться провести школьников через все этапы научной деятельности. Надо убедить ребят, что наблюдения не самоцель, а средство получения информации, извлекаемой при обработке результатов.

Несколько слов о хранении материалов наблюдений. К ним относятся журналы наблюдений, фотопленки и фотопластинки, записи на диаграммных лентах самопишущих приборов, магнитные носители информации, зарисовки. Материалы наблюдений могут быть текущими, когда не закончился цикл наблюдений, завершен-

ными, когда цикл наблюдений закончен, но требуется обработка материала, и, наконец, архивными, когда результаты наблюдений полностью обработаны, проанализированы и опубликованы. Руководитель кружка обращает особое внимание на оформление текущих материалов наблюдений — постоянно контролирует правильность заполнения журналов наблюдений, в которых отмечается год, дата и время проведения наблюдений, фамилия и имя наблюдавшего, место проведения наблюдений, тип инструмента и его характеристики, условия наблюдений.

После окончания цикла наблюдений и обработки журналы, диаграммные ленты, зарисовки, фотопленки получают принятое в коллективе обозначение и переходят в категорию архивного материала.

На обложке журнала наблюдений указывается год и дата начала и конца заполнения журнала, перечислены объекты наблюдений. То же самое относится к рулонам с диаграммной лентой, к подшивкам зарисовок и другому материалу.

Фотопластинки, фотопленки, отдельные кадры фотопленки имеют нумерацию, соответствующую нумерации в журнале наблюдений. Кроме номера, на них со стороны эмульсии чернилами записывается дата и момент получения снимка, название объекта. Фотоматериалы хранятся в отдельных пакетах, конвертах, на которых делаются те же надписи, что и на негативах. Отдельные кадры 35-миллиметровой фотопленки удобно хранить в рамках для слайдов. Хранение фотоматериалов в конвертах, рамках, пакетах предохраняет их от загрязнения, пыли, царапин. Хранить все архивные материалы, особенно фотопленку, необходимо в сухом месте и пользоваться ими следует только в случае необходимости. Доступ к архивным материалам имеет, кроме руководителя, ограниченное число кружковцев. Перечисленные правила хранения материалов наблюдений позволяют быстро и безошибочно найти нужные записи, зарисовки, негативы, увеличивают сохранность материалов.

Неотъемлемой частью наблюдений являются экспериментальные исследования инструментов и приспособлений, которые используются в процессе подготовки к работе, в проведении и обработке результатов наблюдений. Объем этого материала бывает различным. При визуальных оптических наблюдениях это будет ряд чисел, характеризующих проникающую силу и поле зрения инструмента, при фотографических наблюдениях переменных звезд с последующей обработкой на микрофотометре это будут данные исследования ступенчатого ослабителя и характеристические кривые на каждый негатив, при колориметрических наблюдениях — кривые пропускания светофильтров и т. д. Экспериментальные данные хранятся вместе с материалами наблюдений, и к ним предъявляются те же требования по части хранения, что и к основному материалу.

Можно найти много примеров того, как небрежное обращение с материалами наблюдений, легкомысленное отношение к записям в журналах приводит к путанице, к перемешиванию по датам рядов наблюдений, к потере отдельных наблюдений и в итоге сводит на нет длительную и кропотливую работу коллектива наблюдателей

При этом надо также иметь в виду отрицательный воспитательный эффект, который порождает подобная халатность руководителя.

4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ НАБЛЮДЕНИЙ

Научно-любительские наблюдения по форме их организации могут быть:

- а) индивидуальные;
- б) групповые;
- в) бригадные;
- г) коллективные.

Индивидуальные самостоятельные наблюдения по желанию ведут отдельные кружковцы. Объект и методику исследований они выбирают сами (консультируясь с руководителем и другими специалистами, советуясь друг с другом).

Групповыми мы называем наблюдения, если несколько человек самостоятельно наблюдают одни и те же или однотипные объекты по одной методике, скажем, группа кружковцев решила заниматься исследованием переменных звезд.

Бригадная организация наблюдений заключается в том, что несколько человек, имея каждый свои функции, сообща ведут исследования одного объекта. Такое необходимо, если используемая методика и технические средства требуют объединения усилий нескольких человек.

Коллективные наблюдения, в отличие от групповых и бригадных, объединяют для решения общей научной задачи весь состав кружка.

Расскажем о названных вариантах организации наблюдений более подробно. Ведь каждая из форм требует от руководителя особого педагогического приема.

Индивидуальные астрономические наблюдения

Индивидуальные астрономические наблюдения целесообразно практиковать по нескольким соображениям.

Во-первых, на III этапе кружковых занятий у некоторых школьников могут возникнуть научные цели и интересы, не совпадающие с тематикой исследовательской работы коллектива.

Во-вторых, не исключено желание кого-либо из членов кружка опробовать на практике собственную методику или техническое средство для решения задачи, выполняемой его товарищами.

В-третьих, инициатива проведения индивидуальных наблюдений может принадлежать руководителю. При этом он будет руководствоваться не только педагогическими, но и чисто практическими соображениями. Скажем, появилась необходимость исследовать и опробовать в работе новый инструмент. Условием такой индивидуальной работы является, с одной стороны, творческая активность кружковца и, с другой — безусловное доверие руководителя кружка к данному школьнику, основанное на многократной проверке его в

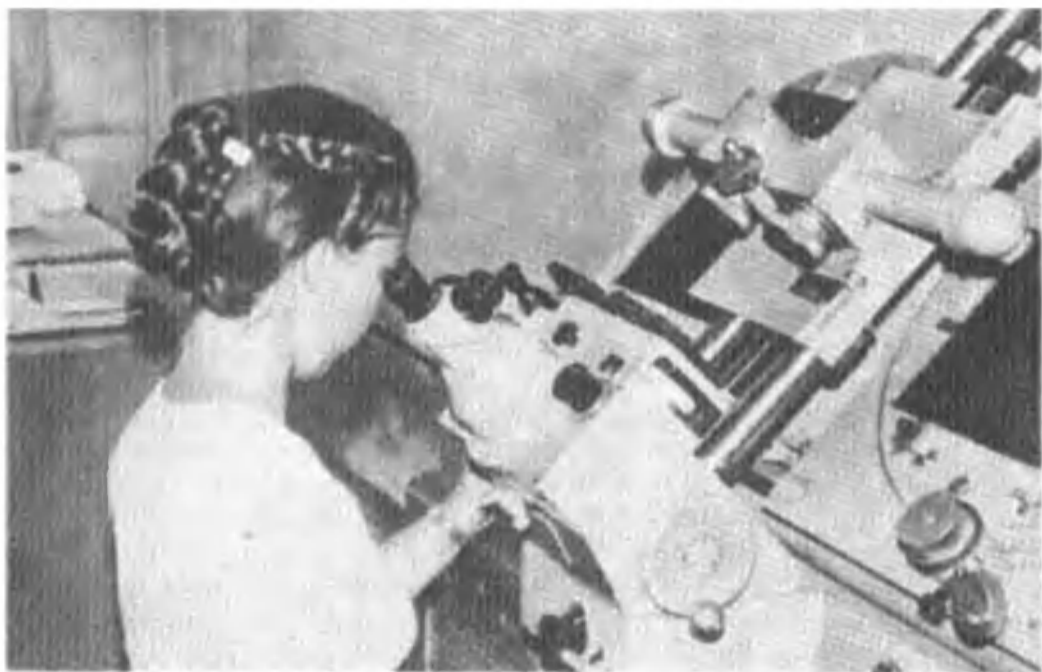


Рис. 8. За работой на блинккомпараторе во время летней стажировки юных астрономов Московского городского дворца пионеров в Крымской астрофизической обсерватории.

процессе практической деятельности в предшествующие годы.

Началом работы является обсуждение с руководителем кружка научной темы и специфики объекта наблюдения, программы и плана работы. Здесь определяется предварительный список литературы, которую должен изучить кружковец, ориентировочные темы реферативных сообщений, с которыми он выступит на общих собраниях коллектива, а также перечень умений и навыков, которые необходимо приобрести дополнительно к существующим. Планом работы предусматриваются:

а) расписание посещений кружка для участия в общих занятиях и для выполнения подготовительной работы (расшифровывается, какой именно);

б) расписание наблюдений, которое состоит из двух частей: месячной и долгосрочной программ наблюдений. Долгосрочная программа составляется с учетом сезонной видимости объекта наблюдения, а месячная программа конкретизирует дату и время проведения наблюдений в зависимости от видимости объекта на звездном небе и фазы Луны. Естественно, что в таком расписании могут быть сбои, обусловленные объективными причинами (например, погодными условиями);

в) перечень дат, когда наблюдатель выступает с реферативными сообщениями по своей теме и с докладом о результатах наблюдений;

г) перечень приборов и приспособлений, которые необходимо сделать, и сроки выполнения этой работы.

Индивидуальными научными темами могут быть:

— визуальные наблюдения переменных звезд;

- поиски комет;
- патрулирование нестационарных явлений на Луне;
- наблюдение динамики солнечных пятен;
- наблюдение явлений в системе спутников Юпитера.

Организуя самостоятельную научную работу старшеклассников, руководитель постоянно должен иметь в виду ее возможные педагогические последствия. Индивидуальная научная работа — отнюдь не работа, пущенная на самотек. Прежде всего школьник должен защитить выбранную тему и объект исследования, программу и план работы, методику наблюдений или ее специфические детали. Эта защита необходима для того, чтобы руководитель и члены кружка еще раз убедились в готовности юного астронома к самостоятельной работе, а тот в свою очередь получил уверенность, что все спланировано верно и достижение результатов теперь зависит только от него. В «предзащитный» период школьник консультируется с руководителем кружка или другими специалистами, обсуждает детали программы и плана работы с товарищами. Это серьезный творческий процесс, который в значительной мере определяет успех будущей самостоятельной деятельности юного астронома.

Руководитель дает свое согласие на индивидуальную научную тему в том случае, если есть предпосылки для ее реализации. К ним относятся разрешение родителей на регулярную работу в вечернее время, наличие у самого кружковца времени для систематических, как того требует программа, наблюдений. Помехой может быть, например, большая удаленность места жительства наблюдателя от места наблюдений. Хорошо, если можно организовать наблюдения на дому.

Проводя индивидуальные наблюдения, кружковец получает удовлетворение не только от процесса наблюдений и полученных результатов, но и от сознания того, что он реализует свою тему, свою программу наблюдений. Вместе с тем руководитель должен позаботиться о том, чтобы юный астроном воспринял возможность самостоятельной научной работы (в частности, с использованием оборудования кружка) как следствие доверия к нему руководителя и коллектива, основанного на его деловых и личностных качествах, доверия, которое во что бы то ни стало надо оправдать, подтвердить делом, достигнутым результатом. Очень важно, чтобы качества, необходимые для самостоятельной исследовательской работы (эрудированность, целеустремленность, деловитость, собранность, аккуратность, дисциплинированность, добропорядочность и другие), на этом этапе кружковых занятий все более бы закреплялись и развивались.

Вместе с тем нельзя исключить возможности проявления у работающих по индивидуальному плану таких негативных качеств, как самоуверенность, зазнайство, индивидуализм, эгоизм, а также пренебрежения к другим обязанностям члена астрономического коллектива.

Здесь очень важно предусмотреть поэтапный контроль со стороны руководителя и актива кружка, а также периодическую отчетность

в коллективе о проделанной работе, обязательность участия в общих занятиях и мероприятиях кружка. Желательно, кроме того, привлекать самостоятельно работающих кружковцев к реализации коллективной научной темы, к инструкторской работе с младшими товарищами. Надо постараться так ориентировать школьника, чтобы коллективная тема являлась для него столь же важной, как и личная. Именно коллективной работе следует, как правило, отдавать приоритет, за нее прежде всего спрашивать отчета. Что же касается самостоятельных исследований, то их юный астроном должен воспринимать как поручение кружка, как часть сверхплановой научной работы коллектива. Тогда свой личный успех он будет осознавать и как достижение всего астрономического кружка. Только при выполнении изложенных рекомендаций кружковец, работающий по индивидуальной программе, не перестанет ощущать себя частицей всего астрономического коллектива.

Правильная постановка самостоятельной исследовательской работы научит старшеклассников самоорганизованности, умению планировать свою работу и распределять время между различными видами деятельности, доводить начатое дело до конечного результата. Все это, несомненно, пригодится молодому человеку в последующие годы его жизни.

Групповые наблюдения

Как уже говорилось, это однотипные наблюдения, которые по единой методике ведет группа юных астрономов, объединенная общим интересом.

Темами таких наблюдений могут быть:

- изучение динамики солнечных пятен;
- исследования переменных звезд (визуальные);
- поиск комет;
- патрулирование нестационарных явлений на Луне;
- астроклиматические наблюдения;
- наблюдения явлений в системе спутников Юпитера.

Мы видим, что тематика групповых и индивидуальных наблюдений фактически едина. В значительной мере сходными являются и педагогические приемы. Ведь каждый участник группы ведет наблюдения самостоятельно. Вместе с тем в случае организации групповых наблюдений на этапах выработки плана и программы исследований, в процессе уточнения методики и обсуждения результатов работы действует микроколлектив.

Возьмем для примера группу наблюдателей переменных звезд (тематические группы часто называют секциями).

Секция наблюдателей переменных звезд ведет визуальные наблюдения. Каждый член секции имеет объектом изучения «свою» звезду (или «свои» звезды), свою программу наблюдений, свой план работы. Для того чтобы группа сформировалась в микроколлектив, целесообразно иметь обсужденный и утвержденный на секции сводный план работы, сводную программу наблюдений,



Рис. 9. Снимок туманности Андромеды, полученный на 50-сантиметровом астрографе юными астрономами Московского городского дворца пионеров во время стажировки в Крымской астрофизической обсерватории в 1984 г.

которые составляются с учетом личных интересов и инициативы каждого наблюдателя. Очевидно, что здесь будут иметь место общие собрания секции с изучением теоретических вопросов, представляющих интерес для всех членов секции, обсуждение хода наблюдений, результатов и т. п. С течением времени в процессе формирования секции и развития ее деятельности из среды наблюдателей выделится лидер, который с общего согласия членов секции будет руководить ее работой, став в некотором смысле посредником между руководителем кружка и наблюдателями. Организация такой секции как микроколлектива снимает ряд педагогических проблем, которые могут возникнуть в случае индивидуальной работы кружковца.

Бригадные наблюдения

Напомним, что бригадный метод необходим, когда члены группы выполняют различные функциональные обязанности при решении данной научной задачи. Примером этого могут служить фотоэлектрические наблюдения переменных звезд или серебристых облаков. В первом случае в состав бригады входят 2—3 наблюдателя. Один из них (для данной даты или момента наблюдения) выполняет функции наблюдателя, второй — оператора, в задачу которого входит работа с радиоэлектронной приемоусилительной и регистрирующей аппаратурой. Третьим членом группы является кружковец, который обеспечивает нормальное функционирование радиоэлект-

ронной аппаратуры, т. е. выполняет функции радиотехника. Наблюдатель и оператор по согласованию между собой меняются обязанностями. Для такой группы существует единая программа наблюдений, авторами и исполнителями которой являются оба представителя астрономического коллектива. Третий член группы — член кружка радиоэлектроники или секции конструирования астрономической техники. Он является исполнителем, а возможно и автором, радиоэлектронного тракта электрофотометра.

Бригадная форма наблюдений имеет место и при выполнении общей (коллективной) темы наблюдений. Так, например, наблюдения серебристых облаков выполняются группами по 4—5 человек. Каждый член такой бригады выполняет свою часть комплексной программы:

- патрулирование сумеречного сегмента с целью обнаружения серебристых облаков;

- фотографирование серебристых облаков;

- теодолитные измерения поля серебристых облаков;

- покадровая киносъемка серебристых облаков.

Бригадные формы работы помогут также реализовать следующие темы: фотографические (в том числе и фотометрические) наблюдения переменных звезд, серебристых облаков, метеоров и астроклимата по усложненным программам. Естественно, что перечисленными темами не исчерпываются возможности малых групп при решении научных задач.

Формирование групп идет путем объединения юных астрономов на основе личных интересов, но с учетом рекомендаций руководителя кружка. Возможны при этом осложнения, если речь идет о теме, рекомендованной коллективу научной организацией или другим любительским астрономическим коллективом. Задача руководителя кружка заключается в том, чтобы помочь кружковцам осознать необходимость и целесообразность проведения рекомендованных наблюдений, заинтересовать их. Из числа таких заинтересовавшихся кружковцев и формируется бригада.

Коллективные наблюдения

Коллективная научная тема реализуется всем коллективом наблюдателей. Это тема, к которой руководитель вел школьников на протяжении двух лет занятий в астрономическом кружке. Система предшествующего обучения должна быть поставлена таким образом, чтобы кружковцы к третьему году не мыслили для себя дальнейших занятий без реализации этой темы. Коллективная тема по методике наблюдений может быть одноплановой или комплексной. Наблюдения метеоров по программе «Многократный счет» или «Радянты» проводятся одновременно всеми членами коллектива. При этом все наблюдатели работают по единой методике.

Если в традиционную программу включены также телескопические наблюдения слабых метеоров и фотографирование метеоров, то такую программу можно назвать комплексной. Руководитель

кружка ведет распределение функциональных обязанностей среди наблюдателей с учетом их умений, навыков и интересов. Так, для визуальных наблюдений метеоров придется отбирать кружковцев, умеющих работать тщательно и терпеливо, а для фотографических — обладающих навыками астрфотографии и аккуратностью. Коллективные исследования могут выполняться сменными группами. Например, для наблюдения серебристых облаков создается несколько бригад по 4—5 человек, которые по определенному расписанию сменяют друг друга в течение сезона.

Отталкиваясь от приведенных выше рекомендаций, руководитель коллектива строит программу наблюдений на месяц, на сезон, на год. Особые осложнения с выполнением программы наблюдений возникают зимой в условиях города. Засветка от городских огней и смог резко снижают предельную звездную величину, приводят к быстрому появлению вуали на фотопленке при проведении наблюдений с длительной экспозицией. Все это резко ограничивает тематику научных наблюдений. Кроме того, при низкой температуре наблюдатели быстро замерзают, начинает отказывать аппаратура, особенно элементы телескопа, кремальеры и другие механические узлы, работающие на трении. При потеплении наступает, как правило, облачная погода. К этим явлениям руководитель кружка должен планировать основные коллективные наблюдения на период летних каникул. Если из-за погодных условий длительное время не проводятся наблюдения, следует переключить внимание кружковцев на другие формы занятий, наладить экспериментальный практикум, усилить подготовительные работы к летним наблюдениям, к экспедиции, заняться изготовлением необходимых в будущем приборов, приспособлений, учебно-наглядных пособий, более интенсивно вести обработку полученных в прошлом материалов наблюдений и т. п.

Чтобы кружковцы имели больше возможностей для наблюдений, руководителю кружка необходимы помощники (это могут быть наиболее подготовленные ребята старшего возраста, которые пользуются в коллективе авторитетом, бывшие кружковцы, другие любители астрономии). В качестве помощников могут привлекаться и родители кружковцев. Помощники руководителя могут возглавить отдельные направления в исследовательской или конструкторской работе, контролировать порядок во время наблюдений и в рабочем помещении. Сам факт проведения вечерних занятий, а также список помощников и график их дежурства согласуются с директором школы или внешкольного учреждения. Ночные наблюдения также проводятся по согласованию с администрацией.

Руководитель кружка с первых дней занятий встречается с родителями своих воспитанников и рассказывает им о задачах кружка, о программе, о расписании занятий. Особенно важно общение с родителями на третьем году занятий, когда основной деятельностью являются астрономические наблюдения и другие формы занятий в вечернее время. В общем режиме свободного времени школьника увеличивается доля времени, посвящаемого астрономии (семинары, наблюдения, обработка результатов наблюдений, само-

стоятельная работа с литературой и т. п.), возрастает значимость кружковца как члена коллектива наблюдателей. Совместно с родителями определяется нагрузка на кружковца так, чтобы она не мешала его школьным и другим занятиям, выполнению поручений по дому и т. д.

Глава 4.

РАБОТА АСТРОНОМИЧЕСКОГО КРУЖКА В ЭКСПЕДИЦИИ И ПИОНЕРСКОМ ЛАГЕРЕ

4.1. ЗАДАЧИ ЭКСПЕДИЦИИ

Среди видов деятельности, присущих любительской астрономии, особое место занимают экспедиции и профильные лагеря. При разумной организации они становятся эффективным средством сплочения коллектива, формирования личности школьника, совершенствования астрономической деятельности кружка.

В экспедиции учащиеся попадают в необычные условия: изменяется режим дня, питания и отдыха, обостряется чувство ответственности за порученное дело, появляются новые взаимоотношения личности и коллектива, зачастую по-новому складываются межличностные отношения, формируются умения преодолевать трудности.

Значительна роль экспедиций как средства дальнейшего общения ребят к астрономии.

По своему характеру экспедиции делятся на два типа: учебные и научные.

Учебные экспедиции ставят своей задачей изучение звездного неба, овладение методикой наблюдения метеоров, переменных звезд, серебристых облаков, фотографирования небесных объектов и явлений. К учебным относятся и такие экспедиции, когда ставится задача испытания самодельной аппаратуры в полевых условиях, отработка методики наблюдений на этой аппаратуре с тем, чтобы на следующий год организовать экспедицию с научной целью.

Научная экспедиция может ставить перед собой одну задачу, например наблюдения метеоров, или несколько задач. Научная астрономическая экспедиция — это вершина всей предыдущей подготовительной работы, своего рода экзамен на зрелость детского астрономического коллектива.

Как учебные, так и научные экспедиции могут быть организованы совместно несколькими астрономическими коллективами (иногда из разных областей). Приехавшие группы находятся в одном пункте и работают по своим программам. Не исключен и такой вариант, когда все коллективы решают одну задачу, но разными методами. Это позволяет получить более полную и глубокую информацию об изучаемом объекте или явлении.

Объединение юных астрономов из разных кружков в экспедиционных условиях взаимно обогащает каждый коллектив и каждого

члена экспедиции, так как происходит обмен опытом воспитательной, учебной, научной и конструкторской работы. При одинаковых программах осуществляется взаимопроверка результатов наблюдений.

Экспедиции могут быть как стационарными, так и поисковыми.

К астрономическим экспедициям, учебным и научным, можно отнести поездки юных астрономов в профессиональные и любительские астрономические обсерватории, где школьникам дается возможность под руководством сотрудников данного учреждения выполнять астрономические наблюдения и обрабатывать их на оборудовании этой обсерватории.

И наконец, астрономический коллектив может быть организатором (или участником) одновременно нескольких экспедиций. Например, организуется экспедиция по наблюдениям серебристых облаков, поездка группы юных астрономов в академическую обсерваторию, участие членов данного коллектива в экспедиции по наблюдениям метеоров, организуемой другим коллективом.

4.2. ПОДГОТОВКА ЭКСПЕДИЦИИ

ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИИ

В зависимости от поставленной задачи и типа экспедиции (учебная, научная), осуществляется выбор места ее расположения. Это может быть загородный пионерский лагерь или лагерь труда и отдыха, сельская школа, профессиональная или любительская астрономическая обсерватория, тематическая экспедиция АН СССР, т. е. те пункты, где сравнительно легко организуется питание школьников, оказание необходимой медицинской помощи, выполняются санитарно-гигиенические и эпидемиологические требования, существует возможность оперативной связи. Руководителю коллектива, организирующему экспедицию, необходимо создать условия, обеспечивающие безопасность учащихся в процессе организации и завершения работы, что и обуславливает размещение экспедиций в пунктах, отвечающих этим условиям.

В том случае, когда экспедиция ставит своей задачей научные наблюдения, требования к чистоте атмосферы и к подсветкам в значительной степени повышаются, а следовательно, становятся более жесткими требования к месту расположения экспедиции.

Наблюдение такого уникального явления, как полное солнечное затмение, требует выезда в полосу затмения. При этом желательно расположить экспедицию в населенном пункте.

Лишь при изучении метеоритных кратеров и при сборе вещества метеоритов место расположения экспедиции определяется однозначно.

ПОСТАНОВКА АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Тип экспедиции и астрономическая задача определяются руководителем коллектива с учетом возраста юных астрономов, их

интересов, уровня подготовки, инструментальной базы коллектива, финансовых возможностей организации, при которой существует данный коллектив. К этим астрономическим задачам относятся:

- учебные наблюдения (изучение) звездного неба;
- наблюдения переменных звезд;
- наблюдения метеоров;
- астрофотография отдельных участков звездного неба;
- наблюдения серебристых облаков;
- фотографическая служба неба в полевых условиях;
- поиски комет (или наблюдения кометы);
- поиски метеоритного вещества;
- изучение метеоритных кратеров;
- изучение астроклимата пункта расположения экспедиции.

Перечисленными темами практически исчерпываются возможности коллектива юных астрономов.

На какой же задаче должен остановить свое внимание руководитель коллектива? Если в коллективе еще не сформировались группы ребят со своими интересами по темам наблюдения, то с целью развития этих интересов целесообразно организовать учебную экспедицию, включив в ее программу изучение звездного неба, наблюдения метеоров, переменных звезд, астрофотографию. На протяжении работы экспедиции каждый юный астроном должен провести наблюдения по всем предложенным темам. Помимо развития интереса учащихся к какой-то конкретной теме, подобная программа позволит глубже познакомить их с классическими методами изучения небесных тел.

В том случае если в коллективе есть юные астрономы с устойчивым интересом к определенной теме, то эти ребята на протяжении всей экспедиции работают по «своей» теме. Это тоже учебная экспедиция, но ее цель — изучение методики наблюдений по «своей» теме, закрепление интереса к этой теме, приобретение соответствующих умений и навыков.

Постановка научной задачи — процесс более ответственный для руководителя коллектива, так как интересы и желания кружковцев должны подкрепляться наличием соответствующего оборудования и возможностью разместить экспедицию в пункте, отвечающем условиям решения данной задачи. Выбор научной задачи во многом определяется руководителем коллектива; он в большей степени, чем кружковцы, может оценить ее целесообразность, инструментальное обеспечение в коллективе и уровень подготовки ребят. В связи с этим руководитель должен уметь возбудить у кружковцев интерес к задаче, которая, по его мнению, является наиболее реальной и всесторонне обеспеченной.

План подготовки экспедиции создается с участием всех членов кружка, ребята обсуждают программу и план ее проведения, составляют перечень необходимого оборудования и имущества, распределяют между собой обязанности при подготовке к экспедиции и в реализации ее программы, предлагают варианты места проведения экспедиции. Руководитель кружка контролирует этот про-

цесс, вносит свои коррективы, следит за реализацией плана подготовки, проводит учебные занятия с членами кружка. На этом этапе все они — потенциальные участники экспедиции. Юные астрономы знакомятся с требованиями к участнику экспедиции, и их занятия в плане подготовки к экспедиции идут в духе соревнования за право стать ее участником.

Возглавить всю работу может штаб подготовки экспедиции.

УЧАСТНИКИ ЭКСПЕДИЦИИ

Участником учебной экспедиции может быть каждый член коллектива, который в процессе кружковых занятий показал заинтересованность астрономией, является активистом кружка.

При организации научной астрономической экспедиции формирование ее состава идет несколько иначе. Помимо требований, предъявляемых к членам учебной экспедиции, добавляется критерий астрономической подготовки по теме экспедиции, степень дисциплинированности, аккуратности, коммуникабельности, самостоятельности, заинтересованности данной работой. Особенно усиливаются эти требования к юным астрономам, если экспедиция имеет поисковый характер. В этом случае в план подготовки участников экспедиции войдут тренировочные походы ребят с целью овладения необходимыми туристическими навыками.

Будущие участники экспедиции должны четко представлять себе физическую природу тех астрономических объектов или явлений, наблюдение которых лежит в основе программы экспедиции, хорошо знать методику проведения наблюдений и обработки результатов, уметь работать с экспедиционной аппаратурой.

При формировании состава научной экспедиции руководитель коллектива должен помнить о преемственности и включать в число участников экспедиции не только «старичков», но и начинающих членов кружка. Общение в условиях экспедиции со старшими товарищами будет способствовать появлению у них интереса к данной астрономической теме, приобретению навыков наблюдений и экспедиционной жизни.

Помимо астрономических обязанностей, среди членов экспедиции распределяются такие, как физорг, библиотекарь, завхоз, повар, ответственный за научное оборудование, «летописец», фоторепортер экспедиции (он же заведует всей фототехникой и фотоматериалами), члены редколлегии стенгазеты или иного рукописного издания, лектор-демонстратор. Наличие подобных общественников, во-первых, усиливает воспитательные функции выезда, во-вторых, повышает роль ребят в организации и проведении экспедиции и, в-третьих, помогает руководителю более оперативно решать учебные (научные) и бытовые вопросы. При комплектовании оборудования и имущества экспедиции эти ребята после консультации с руководителем коллектива составляют перечень литературы, хозяйственного инвентаря, научного оборудования, фотопринадлежностей и фотоматериалов, канцелярских товаров и т. д. В период проведения

экспедиции они будут осуществлять и регистрировать выдачу и возвращение имущества, способствуя тем самым его сохранности.

Особое внимание следует уделить подготовке лекторов-демонстраторов, которые, помимо выполнения астрономических наблюдений, должны будут вести популяризаторскую работу по месту расположения экспедиции. Из числа участников выезда может быть подготовлена и агитбригада.

Окончательное формирование состава участников экспедиции происходит за 1—2 месяца до окончания учебного года с тем, чтобы можно было успеть выполнить соответствующие формальности для получения разрешения на выезд в экспедицию, провести тренировочные наблюдения согласно «штатного» расписания экспедиции, подготовить соответствующую документацию (например, сделать копии карт звездного неба, оформить журналы регистрации наблюдений и т. п.).

СОСТАВ ЭКСПЕДИЦИИ

Численный состав экспедиции определяется правилом: каждый участник экспедиции на весь период ее деятельности, на каждый момент наблюдений должен быть обеспечен работой в самой активной форме. Неполная занятость юного астронома деятельностью неизбежно приводит к расхлябанности, к падению дисциплины в коллективе, что совершенно недопустимо в условиях полевых работ. Каждому участнику экспедиции следует четко знать свою задачу: что, когда и как наблюдать. В связи с этим необходимо особо тщательно подойти к составлению программы астрономических наблюдений, к обеспечению экспедиции необходимым оборудованием, справочной литературой, вспомогательными приборами для наблюдений и т. п. По каждой конкретной теме наблюдений руководитель коллектива должен хорошо себе представлять занятость школьников на протяжении каждой ночи и всего периода работы экспедиции.

Приведем несколько примеров.

1. Научная экспедиция по наблюдению серебристых облаков (СО) по стандартной программе состоит из 6 человек: патрулирование сумеречного сегмента с целью обнаружения СО и регистрация их в журнале наблюдений — 1 человек; фотографирование СО — 2 человека (оператор и секретарь); измерения поля серебристых облаков — 2 человека (оператор и секретарь); покадровая киносъемка СО — 1 человек.

Так как серебристые облака патрулируются при возможности все лето, возникает вопрос сменности коллектива наблюдателей. Достаточно иметь 2—3 коллектива подготовленных наблюдателей, чтобы без особой физической нагрузки на школьников обеспечить наблюдениями весь летний период.

2. Научная экспедиция по наблюдениям серебристых облаков по нестандартной программе может состоять из перечисленных выше 6 человек и наблюдателей на дополнительных приборах. Так, на-

пример, экспедиция клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР 1973 года состояла из 10 наблюдателей и в ее программу входили наблюдения яркости, цвета, поляризации света, получение спектров серебристых облаков и сумеречного сегмента. Наблюдатели обслуживали электрофотометр (4 человека), фотокамеру на электронно-оптическом преобразователе (2 человека), спектроэлектрофотометр (2 человека), фотографирование серебристых облаков (2 человека). Таким образом, экспедиция не имела в своем составе ни одного не занятого делом школьника.

3. Число наблюдателей при поисках комет определяется исходя из того, что на один прибор можно поставить двух ребят, которые ведут наблюдения по очереди, кроме того, следует ввести сменность пар на одном приборе — одна пара работает до полуночи, вторая пара — после полуночи.

4. При фотографической службе неба число наблюдателей определяется так же, как и в случае поисков комет.

5. Число участников экспедиции для безынструментальных наблюдений метеоров обычно ограничивается возможностью размещения и питания. Однако и здесь можно указать оптимальное число ребят на одного руководителя. По крайней мере оно не должно превышать 15 человек для учебной экспедиции и 25—30 человек для научной экспедиции.

6. Число участников многоплановой учебной экспедиции (наблюдения метеоров, переменных звезд и т. д.) также не должно превышать 15 человек. Ведь наблюдения в такой экспедиции носят обучающий характер и требуют постоянного контроля как за их организацией, так и за соблюдением соответствующих инструкций. Юные астрономы почти непрерывно будут обращаться к руководителю за консультациями. Наконец, особое внимание придется уделять организации быта, сохранению здоровья и обеспечению безопасности впервые выехавших в экспедицию подростков. С учетом сказанного в учебную экспедицию крайне желателен выезд двух руководителей. Это в значительной мере предотвратит хроническое недосыпание педагогов, поможет провести экспедицию на более высоком организационном и учебно-воспитательном уровне.

Экспедиция в профессиональную обсерваторию становится реальной после того, как получено согласие дирекции обсерватории на приезд школьников. Она же определяет время приезда, продолжительность работы юных астрономов в обсерватории и численный состав участников экспедиции. И это понятно, так как школьники будут пользоваться оборудованием, материалами и литературой обсерватории, получать консультации или иметь постоянного руководителя из числа ее сотрудников. Обычно число ребят в такой экспедиции составляет 5—12 человек, причем это должны быть наиболее дисциплинированные и увлеченные данной темой члены кружка, так как в короткий срок, за 8—15 дней, они должны освоить инструменты, на которых будут работать, методику наблюдений и их обработку, а также набрать необходимое количество материала для последующей обработки в кружке.

ПОДГОТОВКА К МНОГОПЛАНОВОЙ УЧЕБНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Несколько сложнее подготовка к учебной многоплановой экспедиции. В программу наблюдений могут войти следующие темы:

1. Изучение звездного неба.
2. Овладение методикой наблюдения метеоров.
3. Овладение методикой наблюдения переменных звезд.
4. Овладение методикой поисков комет.
5. Овладение методикой астрофотографии.

Предпосылкой для определения такой программы является наличие в кружке школьного телескопа (изучение звездного неба), бинокля или трубки АТ-1, атласа звездного неба (поиски комет и наблюдения переменных звезд), самодельного астрографа (астрофотография).

Подготовку к подобной многоплановой экспедиции следует вести с начала учебного года с тем, чтобы кружковцы познакомились с физической природой объектов и явлений, которые будут наблюдаться во время экспедиции, и с методикой проведения наблюдений.

Юные астрономы должны освоить технику отождествления звездного неба при наблюдениях в оптический прибор с картой звездного неба.

В том случае, если в кружке нет бинокля, астрономической трубки или другого оптического прибора, можно остановиться на ярких переменных звездах, которые доступны наблюдениям невооруженным глазом.

Поиски комет требуют от школьников знаний звездного неба и физической природы комет. Здесь не обойтись без атласа, в котором указаны все яркие туманности звездного неба. Проводя обзор неба с целью поиска кометы, наблюдатели время от времени будут обнаруживать туманные образования и, отождествляя их с атласом звездного неба, не задерживая на них внимания, продолжать обзор неба. В тренировочные наблюдения войдет овладение техникой обзора неба, так как наблюдатель должен осматривать небо методически, в определенной последовательности, не оставляя непросмотренных участков.

Основными пособиями и приборами по теме «Поиски комет» являются: атлас звездного неба, карманные фонарики, оптические инструменты для визуальных наблюдений: полевой бинокль или астрономические трубки типа АТ-1, ТЗК, БМТ-110.

Постройка астрографа вполне посильна для астрономического кружка. Наличие этого прибора позволит впоследствии поставить ряд задач, но первоочередная — освоить в условиях экспедиции технику фотографирования звездного неба, апробировать сам астрограф. Поэтому в период подготовки к экспедиции юные астрономы обсуждают конструкцию астрографа, делают его чертежи и, наконец, строят сам прибор. Помимо постройки прибора, к практическим работам следует отнести исследования оптики астрографа (если в приборе используется, например, портретный объектив типа «Индустар»), отладку винтов тонких движений

астрографа и его часового механизма. Ребята учатся работать с фотоаппаратом, заряжать и обрабатывать фотопленку, проводят пробные фотографирования звездного неба. В теоретическую часть занятий войдет изучение устройства фотоаппарата, ознакомление с природой фотографической светочувствительности, с основными понятиями и терминами: зернистость и плотность фотографического изображения, предельная чувствительность и светочувствительность фотографических эмульсий, предельная звездная величина в астрофотографии. И наконец, незадолго до выезда составляется программа фотографирования звездного неба в экспедиции. В условиях учебной экспедиции при астрографических наблюдениях с самодельным астрографом следует отдать предпочтение фотографированию звездных полей в Млечном Пути, звездных скоплений, созвездий, отрабатывая технику гидирования, определяя максимальные экспозиции, условия проявления фотопленки и т. п. Качественные негативы можно будет использовать впоследствии для получения фотографий, которые пригодятся при оформлении помещения астрономического кружка, в учебных занятиях. Программа астрофотографических наблюдений составляется с учетом вида звездного неба в период проведения экспедиции, в зависимости от времени наблюдений — вечер, ночь, утро.

Для осуществления программы наблюдений следует иметь запас фотопленки, свободных кассет, батареек (для подсветки крестов нитей в гиде) карманные фонарики, журнал регистрации наблюдений и желательно походную фотолабораторию с тем, чтобы на месте можно было проявлять фотопленку и вносить коррективы в экспозиции при съемках звездного неба.

Изучение звездного неба имеет целью детальное ознакомление с его объектами. Следует еще раз подчеркнуть, что эта тема в программе экспедиции ставится по той причине, что в полевых условиях юные астрономы увидят на звездном небе гораздо больше объектов и с большими подробностями.

В процессе подготовки к экспедиции кружковцы будут работать с атласами и подвижной картой звездного неба, со школьным астрономическим календарем на данный учебный год, вспомнят понятие «звездные координаты», физическую природу звездных скоплений, туманностей, галактик, их обозначения в атласе звездного неба. Ребята научатся определять координаты заданного объекта, решать обратную задачу — находить в атласе звездного неба объект по заданным координатам.

Для оснащения такой экспедиции необходимы оптические приборы для наблюдений, подвижные карты и атласы звездного неба, фонарики и батарейки к ним, список примечательных объектов с указанием положения этих объектов в звездном атласе, индивидуальные дневники наблюдателей, в которых регистрируются задания для наблюдений и результаты выполнения этих заданий (зарисовки, описания, определение координат и т. п.).

Как видно, умение кружковцев работать с картой и атласом звездного неба, с астрономическим календарем, со справочной ли-

тературой («Справочник любителя астрономии» или «Астрономический календарь. Постоянная часть» и т. п.) является основой каждой темы будущей учебной экспедиции. Поэтому первые занятия, связанные с подготовкой к экспедиции, посвящаются именно этому вопросу и уже затем идут занятия, дифференцированные по темам экспедиции, о которых говорилось выше.

План подготовки к учебной многоплановой экспедиции, включающий учебные занятия, может быть следующим.

Октябрь

— постановка задачи экспедиции на общем собрании коллектива юных астрономов;

— обсуждение этой задачи, принятие решения о проведении экспедиции;

— выборы совета (штаба) по подготовке к экспедиции из числа кружковцев.

Ноябрь—март

«Изучение звездного неба»

- | | |
|------------------------------|-------|
| — теоретические занятия | — 8 ч |
| — лабораторные занятия | — 6 ч |
| — астрономические наблюдения | — 6 ч |

«Наблюдения метеоров»

- | | |
|------------------------------|-------|
| — теоретические занятия | — 6 ч |
| — лабораторные занятия | — 4 ч |
| — астрономические наблюдения | — 4 ч |

«Наблюдения переменных звезд»

- | | |
|------------------------------|--------|
| — теоретические занятия | — 15 ч |
| — лабораторные занятия | — 15 ч |
| — астрономические наблюдения | — 10 ч |
| — конструкторская работа | — 20 ч |

«Астрофотография»

- | | |
|------------------------------|--------|
| — теоретические занятия | — 6 ч |
| — практические работы | — 6 ч |
| — астрономические наблюдения | — 10 ч |

«Поиски комет»

- | | |
|------------------------------|-------|
| — теоретические занятия | — 2 ч |
| — практические работы | — 4 ч |
| — астрономические наблюдения | — 8 ч |

Декабрь

— обсуждение конструкции астрографа, составление чертежей.

Январь

— начало подготовки документации, постройка астрографа.

Февраль

— окончание постройки астрографа.

Март

— апробирование астрографа, составление списка необходимого экспедиции оборудования и экспедиционного имущества.

Апрель

— окончательное формирование состава участников экспедиции, составление программы и плана работы экспедиции.

Май

— окончание подготовки документации, получение официального разрешения на экспедицию у руководителя учреждения, при котором функционирует кружок, комплектование оборудования и экспедиционного имущества.

Июнь—июль

— работа в экспедиции.

ПОДГОТОВКА К НАУЧНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Участие ребят в многоплановой учебной экспедиции неизбежно приведет к дифференциации занятий на будущий учебный год с учетом новых интересов юных астрономов в области практической астрономии.

Так как этой научной экспедиции предшествовали учебные полевые наблюдения, то ее участники уже имеют навыки обращения с необходимой аппаратурой (фотоаппарат, кинокамера, теодолит), имеют представление о заполнении соответствующих журналов, знакомы с методикой наблюдений, в общих чертах с физической природой серебристых облаков.

Готовя юных астрономов к участию в научной экспедиции, руководитель коллектива должен поставить перед ними задачу — довести приобретенные навыки до уровня умений, близких к профессиональным, надежно работать с аппаратурой, квалифицированно вести записи в журналах наблюдений.

Небрежно поставленный теодолит, не проведенная своевременно проверка часов, неразборчивая запись в журнале, путаница в нумерации кассет с фотопленкой — вот неполный перечень тех причин, которые обесценивают работу экспедиции.

Расписать по содержанию и по часам программу учебных занятий коллектива, готовящегося к научной экспедиции, не представляется возможным, так как она зависит от конкретных задач, поставленных перед коллективом наблюдателей. В каждом случае руководитель коллектива решает этот вопрос, сообразуясь с программой наблюдений.

ОБОРУДОВАНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЭКСПЕДИЦИИ

Место расположения экспедиции должно отвечать ряду требований, обеспечивающих безопасность участников экспедиции, удобство быта, выполнение программы. С этой же целью осуществляется ряд мероприятий, особенно при палаточном варианте городка.

Помимо палаток, предназначенных для жилья и штаба экспедиции, устанавливаются дополнительно две большие палатки. В одной из них сосредоточена библиотека, канцелярские товары, оптические и прочие приборы. Здесь же размещена полевая аптечка. Вторая палатка будет использоваться на случай плохой погоды для проведения занятий, обработки наблюдений, собраний участников экспедиции и т. п.

Площадка для наблюдений по возможности располагается вблизи жилой зоны или даже внутри нее. Чем компактней весь городок, тем легче контролировать присутствие и деятельность каждого участника экспедиции.

Подходы к астрономической площадке, к палаткам, санузлам и другим бытовым точкам необходимо освободить от кустарников, рытвин, камней, пней и других препятствий, которые могут явиться причиной травматизма ребят, особенно в ночное время.

Удобным и безопасным должен быть подход к воде, которая используется для бытовых нужд, особенно в тех случаях, когда это — крутой спуск к ручью, речке с обрывистым берегом и глубоким дном. Место для купания обязательно следует выбрать с пологим спуском к воде, там, где нет омутов, подводных ключей и коряг.



Рис. 10. Экспедиция юных астрономов Новосибирского Академгородка в Саянах.

Четко определяются границы территории городка, покидать которую без разрешения руководителя экспедиции категорически запрещается.

На территории городка оборудуются спортивные площадки для волейбола, настольного тенниса, отводится место для костра, оборудуется линейка для построения членов экспедиции, устанавливается мачта с флагом экспедиции.

В некоторых случаях к городку подводится напряжение 220 В (127 В) от сельской электросети или посредством привезенного дизеля, походной электростанции. При этом подключение электроприемников производится с обязательным соблюдением требований техники безопасности.

Организаторы экспедиции и ее руководитель обязаны уделить серьезное внимание созданию соответствующих инструкций, правил поведения членов экспедиции в пути и на месте с учетом вида транспорта, продолжительности переезда и места расположения экспедиции и неукоснительного их исполнения.

Прежде чем вывозить ребят на место работы экспедиции, руководитель коллектива выезжает туда с небольшой группой кружковцев, чтобы на месте определить объем работ при устройстве городка. Подобная рекогносцировка в значительной степени облегчит и ускорит потом работы по строительству со всеми его зонами.

4.3. ПРОГРАММА ЭКСПЕДИЦИИ

В программу экспедиции входят следующие элементы:

- 1) Название темы астрономических наблюдений.
- 2) Цели и задачи данного вида наблюдений.
- 3) Методы наблюдений.
- 4) Инструментальное обеспечение.
- 5) График наблюдений (с указанием наблюдений).

В качестве примера рассмотрим программу учебной комплексной экспедиции, в составе которой 16 юных астрономов. Продолжительность наблюдений — 12 ночей, оборудование — 2 школьных телескопа, один бинокль на штативе, один астрограф, четыре индивидуальных круга для наблюдений метеоров. На ночь наблюдатели распределяются следующим образом:

- наблюдение метеоров по программе «Радиянт» — 4 чел.
- наблюдение метеоров по программе «Многократный счет» — 4 чел.
- изучение звездного неба — 4 чел.
- поиски комет — 2 чел.
- астрофотография — 2 чел.

При этом можно предложить график работы, при котором для овладения навыками наблюдений по трем первым темам отводится по три ночи полностью. Что касается поиска комет и астрофотографии, то в продолжение трех ночей до полуночи одна пара ведет поиск комет, другая — фотографирует небо, а после полуночи они меняются. За 12 ночей каждый участник экспедиции выполнит

всю учебную программу наблюдений, так как в составе своей четверки пройдет по всему циклу запланированных работ.

Программа и методика наблюдения метеоров и поиска комет задаются соответствующими инструкциями [1—3, 121, 127, 136]. Об учебных наблюдениях метеоров говорилось ранее. Наблюдения по поиску комет сводятся к отождествлению протяженных объектов, попадающих в поле зрения инструмента, с объектами атласа звездного неба [5, 6, 9, 136, 138]. Очевидно, это и будет являться основной задачей данного ряда наблюдений, так как сама техника сканирования звездного неба несложна и потребует от наблюдателей выполнения единственного условия — скрупулезности. Наличие у прибора двух наблюдателей будет способствовать ускорению процесса отождествления объектов звездного неба.

При составлении программы фотографирования звездного неба следует воспользоваться подвижной картой звездного неба, с тем чтобы определить положение созвездий над горизонтом в зависимости от времени ночи. В программу войдут те созвездия или объекты звездного неба, которые имеют высоту над горизонтом более 30° . Следует избегать включения в программу фотографирования зенитной области неба, так как для начинающего наблюдателя возникнут трудности, связанные с неудобством гидирования зенитной области. Если программой намечено получить полное изображение фигуры какого-либо созвездия, то необходимо сопоставить угловые размеры созвездия с полем зрения фотокамеры астрографа. Если в качестве фотокамеры используется «Зенит» с объективом «Гелиос», то с его полем зрения (45°) можно фотографировать практически любое созвездие. Если же применить объектив «Индустар-51», то при этом поле зрения уменьшится (для того же формата пленки) примерно в 5 раз и будет составлять 9° по большей стороне кадра и 6° — по малой. С такой фотокамерой можно получить изображение созвездий Лиры, Треугольника, Северной Короны, Стрелы. Дельфина.

Приступать к фотографированию звездного неба следует по возможности после окончания астрономических сумерек, когда на небе становятся видны самые слабые ($6,0 m$) звезды. В астрономическом календаре приводятся таблицы времени захода и восхода Солнца, продолжительности гражданских и астрономических сумерек для разных широт в зависимости от времени года. Так, например, на широте 56° в июне ставить астрофотографические наблюдения в этих условиях нет смысла. 15 августа на этой же широте Солнце заходит в 20 ч 2 мин, вечерние гражданские сумерки длятся 49 мин, астрономические — 1 ч 49 мин. Солнце восходит в 4 ч 9 мин. Простой расчет показывает, что в 22 ч 50 мин наступает астрономическая ночь, которая длится до 1 ч 30 мин. И в этот промежуток времени (от 22 ч 50 мин до 1 ч 30 мин) можно уверенно выполнить программу астрофотографических наблюдений с длительными экспозициями. Здесь объектами фотографирования станут области неба в Млечном Пути, звездные скопления, области неба с галактиками и туманностями.

Это программа может иметь следующий вид:

начало	конец	объект	звезда гидирования
22 ч 50 мин	23 ч 00 мин	М 13	дзета Геркулеса
23 ч 05 мин	23 ч 25 мин	—«—	«—
23 ч 30 мин	24 ч 00 мин	—«—	«—
0 ч 05 мин	0 ч 35 мин	М 31	бета Андромеды
0 ч 40 мин	1 ч 00 мин	—«—	«—
1 ч 05 мин	1 ч 15 мин	—«—	«—

В течение вечерних и утренних астрономических сумерек, т. е. от 20 ч 51 мин до 22 ч 50 мин и от 1 ч 30 мин до 3 ч 20 мин, можно делать съемки звездного неба с экспозициями, не превышающими 10 мин. В этом случае объектами фотографирования будут созвездия, что не потребует длительных экспозиций.

На последующие ночи в программу астрофотографических наблюдений войдут другие объекты или области звездного неба. Предложенный набор экспозиций (10, 20 и 30 мин) как раз и позволит после обработки фотопленки выбрать оптимальное время экспонирования при данных атмосферных условиях, чувствительности пленки, качестве механики астрографа, технике гидирования.

По теме «Изучение звездного неба» можно в качестве примера предложить следующую программу, ориентированную на август при широте 56°:

1. Найти и запомнить конфигурации и расположения на звездном небе всех созвездий, видимых в ночь наблюдения.

2. Наблюдать в телескоп следующие двойные звезды с резким различием цветовых компонентов: гамма Андромеды, эпсилон Волопаса, кси Волопаса, эта Кассиопеи, бета Лебеда, гамма Дельфина, альфа Геркулеса, дельта Геркулеса. Записать в журнал наблюдений цвета компонентов каждой пары.

3. Найти в телескоп следующие объекты звездного неба:

- а) галактики М 31, М 33, М 81, М 82, М 101;
- б) шаровые звездные скопления М 13, М 15, М 56, М 92;
- в) рассеянные звездные скопления М 29, М 39;
- г) планетарные туманности М 27, М 53 (во второй половине ночи к указанным объектам можно добавить М 36, М 37, М 38 и ряд других).

4. Зарисовать в первой половине ночи видимое в телескоп взаимное расположение наиболее ярких звезд при наблюдении рассеянного звездного скопления М 39 (оно является более протяженным и ярким относительно двух других скоплений звезд — М 29 и М 52). Во второй половине ночи наблюдателям следует предложить зарисовку звездного скопления хи, аш Персея.

5. Определить разрешающую силу телескопа путем наблюдения двойных звезд.

В программу целесообразно включить наблюдения таких примечательных объектов, как, например, звезда 61 Лебеда (во-первых, это двойная звезда, а во-вторых, ученые предполагают наличие у этой звезды холодных тел типа планет) эпсилон Лир (четвертая

звезда), эпсилон Возничего (звезда-гигант) и других подобных объектов.

Построенная таким образом программа знакомства со звездным небом позволяет в активной форме изучать звездное небо, ориентироваться в расположении созвездий, овладевать техникой нахождения слабых объектов в телескоп.

В конце ночи, когда данная группа наблюдателей заканчивает программу наблюдений, руководитель экспедиции принимает у нее зачет по знанию звездного неба и технике поисков астрономических объектов.

Программа научных наблюдений в экспедиционных условиях в подавляющем большинстве случаев, так же как и программа подготовки к ним, полностью определяется существующими инструкциями, а в тех случаях, когда решаются задачи, выходящие за рамки инструкции, руководитель экспедиции самостоятельно (лучше, если это он сделает после консультации с учеными) составляет программу наблюдений сообразно с выдвинутыми задачами и методами.

Практика показывает, что чаще всего научные экспедиции организуются, когда имеется несколько тем наблюдений. Ведь зачастую в экспедиции принимают участие группы юных астрономов с разными интересами — наблюдатели метеоров, переменных звезд, «ловцы» комет и т. п. Каждая группа имеет свою научную программу и свои астрономические задачи, которые формируются с учетом изложенных выше требований к научной экспедиции. В подобном случае программа экспедиции представляет собой расписанные во времени основные дела каждой группы.

Имеют место случаи, когда часть участников экспедиции проводит научные астрономические наблюдения, другая часть — учебные. Соответственно этому составляют и две различные программы с разными в своей основе задачами.

4.4 ПЛАН И РЕЖИМ РАБОТЫ ЭКСПЕДИЦИИ

Планом работы экспедиции предусматриваются:

1. Даты выезда в экспедицию и прибытия на место проведения работы.
2. Сроки размещения участников экспедиции, оборудование лагеря (если это палаточный вариант) и наблюдательной площадки.
3. Сроки проведения тренировочных наблюдений.
4. Даты начала и окончания астрономических наблюдений по программе.
5. Даты начала свертывания лагеря, отъезда и возвращения.
6. Перечень оздоровительных и воспитательных мероприятий (спортивные игры, соревнования, туристические походы, политинформации, диспуты, вечера поэзии и т. п.).
7. Обсуждение и обработка результатов наблюдений прошедшей ночи.
8. Учебные занятия.

9. Популяризаторская работа (беседы по астрономии, демонстрация звездного неба).

План работы регламентируется режимом дня, который составляется с учетом двух возможных ситуаций — на случай хорошей погоды, когда проводятся ночные наблюдения, и на случай плохой погоды, когда наблюдения отменяются. Довольно часто при кучевых облаках или дожде с ветром облачность во второй половине ночи рассеивается и возникают условия, когда можно проводить наблюдения. В таком случае отбой производится согласно второму варианту режима дня, а с прояснением неба объявляется подъем и проводятся астрономические наблюдения. Необходимость патрулирования хорошей погоды ночью объясняется тем, что экспедиция длится 15—20 дней и каждый час, удобный для наблюдений, должен быть использован. В качестве примера можно привести следующие варианты режима дня.

При ночных наблюдениях:

11 ч 00 мин — 11 ч 30 мин — подъем, туалет, зарядка
11 ч 30 мин — 12 ч 00 мин — завтрак
12 ч 00 мин — 15 ч 00 мин — обсуждение результатов наблюдений
и их обработка, занятия
15 ч 00 мин — 15 ч 30 мин — обед
15 ч 30 мин — 17 ч 00 мин — отдых
17 ч 30 мин — 19 ч 30 мин — свободное время
19 ч 30 мин — 20 ч 00 мин — ужин
20 ч 00 мин — 21 ч 00 мин — свободное время
21 ч 00 мин — 4 ч 00 мин — подготовка к наблюдениям, наблюдения
4 ч 00 мин — чай, отбой

В случае плохой погоды:

7 ч 30 мин — 8 ч 00 мин — подъем, туалет, зарядка
8 ч 00 мин — 8 ч 30 мин — завтрак
8 ч 30 мин — 12 ч 00 мин — обсуждение результатов наблюдений
и их обработка, занятия
12 ч 00 мин — 13 ч 30 мин — свободное время
13 ч 30 мин — 14 ч 00 мин — обед
14 ч 00 мин — 15 ч 30 мин — отдых
15 ч 30 мин — 17 ч 00 мин — свободное время
17 ч 00 мин — 19 ч 00 мин — занятия
19 ч 00 мин — 19 ч 30 мин — ужин
19 ч 30 мин — 21 ч 00 мин — свободное время
21 ч 00 мин — 23 ч 30 мин — подготовка к наблюдениям
23 ч 00 мин — отбой в случае плохой погоды

В промежуток времени, предназначенный для обработки наблюдений и занятий, могут возникнуть следующие ситуации:

1. Все участники экспедиции имеют наблюдательный материал, который потребует, например, двух часов обработки; третий час следует посвятить теоретическим или практическим занятиям.

2. Часть участников экспедиции имеет наблюдательный материал, который они обрабатывают. В это время остальные работают с аппаратурой, с литературой по индивидуальным планам. С учетом подобной ситуации руководитель кружка еще до отъезда в экспедицию должен предложить юным астрономам темы (лучше всего — по желанию ребят), которые они должны будут проработать в период нахождения в экспедиции.

3. И наконец, у всех отсутствует наблюдательный материал для обработки. В этом случае наблюдатели принимают участие в теоретических или практических занятиях, общих для всей группы или по секциям. Программа этих занятий включает в себя дальнейшее детальное ознакомление с физической природой небесных объектов и явлений, подлежащих изучению (наблюдению) в период экспедиционных работ. Сюда войдут лекции руководителя экспедиции, прослушивание и обсуждение рефератов, подготовленных ребятами, решение задач, выполнение практических работ по темам экспедиции (могут быть и иные темы).

Во время, отведенное для занятий, ежедневно проводятся наблюдения Солнца, для чего составляется график с таким условием, чтобы каждый участник экспедиции имел возможность несколько раз его пронаблюдать.

Один период свободного времени (например, с 17 до 19 ч или с 15 ч 30 мин до 17 ч 00 мин) представляет собой организованный отдых детей. Это спортивные соревнования, подготовка и проведение диспутов, походы, купание, обсуждение прочитанных книг, подготовка и выпуск стенгазеты, фотомонтажа, ведение дневника экспедиции. Сюда же относится изучение исторических памятников, встречи с интересными людьми, экскурсии на промышленные и сельскохозяйственные предприятия, трудовые десанты, научно-популяризаторская деятельность юных астрономов. Набор подобных дел определяется местом расположения экспедиции.

В плане работы экспедиции особое внимание следует уделить научно-пропагандистской работе.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕДИЦИИ

Анализ результатов экспедиции следует сделать сразу же по приезде из экспедиции, как говорится, «по горячим следам», пока и у ребят и у руководителя свежи впечатления от нее. С этой целью устраивается общее собрание участников экспедиции, на котором обсуждается выполнение программы и плана работы, а также их отдельных элементов, дается оценка деятельности ребят, имевших в экспедиции общественные поручения, анализируется поведение членов экспедиции и их отношение к различным делам по плану и программе работы, обращается внимание на приобретение юными астрономами знаний и умений. Здесь же выясняются пожелания кружковцев относительно экспедиции будущего года. По форме это должен быть разговор самих участников экспедиции, по сути — высказывание ими своих мнений, замечаний, предложений по обсуж-

даемым вопросам. В том случае, когда руководитель коллектива правильно сформулирует вопросы для обсуждения и «разговорит» ребят, он получит информацию, которая дополнит его личные наблюдения и впечатления, даст более объективную картину различных этапов и сторон подготовки и проведения экспедиции, выявит достижения и промахи. Сделанные выводы послужат основой организации экспедиции будущего года. В некоторых коллективах на итоговые собрания традиционно приглашаются родители. Помимо того, об экспедиции с показом слайдов, кинофильма следует рассказать на общем осеннем сборе всего коллектива в присутствии новичков и доложить о полученных результатах на конференции кружка, НОУ, ВАГО и т. п.

В условиях экспедиции, особенно научной, не всегда удастся на месте полностью обработать результаты наблюдений из-за недостатка времени, отсутствия вычислительной техники и т. п. Поэтому обработка наблюдений планируется руководителем коллектива и на начало учебного года. Этому этапу следует уделить самое серьезное внимание с тем, чтобы дать возможность кружковцам в концентрированной форме увидеть результаты своей работы, дать им возможность почувствовать себя настоящими исследователями.

4. 5. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КРУЖОК В ПИОНЕРСКОМ ЛАГЕРЕ

Планируя и организуя занятия астрономией в пионерском лагере, прежде всего, следует учитывать относительно краткий срок пребывания детей и связанную с этим насыщенность работы отрядов и дружины в целом, а также строгий лагерный распорядок дня.

Не следует забывать, что школьники за лето должны, прежде всего, как следует отдохнуть, укрепить свое здоровье. Привлечение ребят к занятиям астрономией преследует цель сделать летний отдых более насыщенным и интересным. Астрономия по своей сути позволяет спланировать проведение большей части занятий на открытом воздухе.

Лучше всего, если работу по астрономии в пионерском лагере возглавит руководитель астрономического кружка, работающего круглый год. Можно также привлечь к этой работе учителей физики, математики или географии, пионервожатых, интересующихся наукой о Вселенной.

Опыт некоторых кружков показывает, что занятия астрономией в пионерском лагере с успехом могут возглавить и вести школьники-инструкторы, отобранные из числа наиболее способных членов стационарного астрономического кружка. Перечень условий, необходимых для занятий, следует сообщить начальнику пионерского лагеря заблаговременно до прибытия инструктора на место. Большого успеха можно достичь, если направить в лагерь не одного, а двух кружковцев-астрономов.

В том случае, если в лагере нет возможности организовать астрономический кружок, рекомендуется ограничиться проведением эпизодических мероприятий «космического» содержания.

Общепедагогические цели и задачи занятий по астрономии со школьниками были рассмотрены в 1-й главе настоящего пособия. Руководитель астрономического кружка в пионерском лагере может поставить перед собой задачу привлечь некоторых ребят к дальнейшим систематическим занятиям астрономией, привить им первые навыки самостоятельных наблюдений в природе, развить чувство прекрасного.

Очень важным моментом в организации кружка является его комплектование. Учитывая ограниченность общего времени, выделяемого для занятий, следует скомплектовать группу за первые два-три дня. По составу кружок может быть разновозрастным. Ведь знание астрономии определяется у школьников чаще всего не возрастом, а заинтересованностью этой наукой.

Интересным должно быть объявление о записи в кружок.

Афиша может быть следующего содержания:

Хотите?

Сделать телескоп и солнечные часы

Увидеть серп Венеры и лунные горы

Наблюдать движение спутников Юпитера

Узнать, что ожидает наше Солнце

Если да, то записывайтесь у вожатых в кружок «Юный астроном»

Первый сбор 7 июня в 17 ч 23 мин у телескопа

Место сбора найдете по указателям

Указатели с астрономическим символом дня недели, на который назначено первое занятие, могут появиться во время тихого часа за полтора часа до сбора. В назначенное время, например, на опушке леса у телескопа соберутся все желающие. Здесь после беседы о плане работы кружка и занимательной викторины, после наблюдений Солнца в телескоп следует завершить формирование астрономического кружка. Если пришедших окажется более 20, кружок рекомендуется разбить на подгруппы, определив каждой особое время занятий.

В соответствии с программами кружковых занятий в пионерских лагерях [33], учебный план кружка астрономии на одну смену должен быть рассчитан на 18 академических часов. Предполагается, что в течение трех недель будет проведено 9 двухчасовых занятий. Исходя из соображений, изложенных в начале настоящей главы, кружок юных астрономов в лагере планируется, прежде всего, как кружок наблюдателей (основной вариант программы). На случай пасмурной погоды следует составить такой план кружка, где значительное время отводится изготовлению астрономических инструментов и теоретическим занятиям.

В отличие от других кружков, коллектив юных астрономов может иметь в условиях лагеря лишь примерное расписание занятий. Часы и даже дни занятий следует выбирать в соответствии с состоянием погоды и условиями видимости тех или иных астрономических объектов.

Вместе с тем и в условиях лагеря надо стремиться к тому, чтобы

наблюдения от занятия к занятию проводились с нарастающей степенью сложности. Если прогноз погоды на ближайшие 7—10 дней обнадеживающий, то первые наблюдения следует проводить невооруженным глазом; в дальнейшем больше времени отводится инструментальным визуальным наблюдениям; завершающими станут занятия по астрофотографии. Только в дождливую и пасмурную пору придется пренебречь этими правилами методики и использовать любую возможность для демонстрации всех доступных для наблюдения в данный вечер объектов всеми возможными методами и средствами. На последующих занятиях необходимо тщательно обработать результаты наблюдений.

Если в кружок записались ребята среднего и старшего возраста, прежде занимавшиеся астрономией, то, по договоренности с руководством лагеря, из их числа может быть сформирована группа ночного патрулирования звездного неба. Возможность попасть в группу ночных патрулей — дополнительный стимул к активной работе в кружке.

В течение ночи наблюдатели должны меняться. Дежурство не может длиться более двух часов. Патрульные наблюдения организуются с целью обнаружения комет, болидов, новых звезд, серебристых облаков, полярных сияний.

Осмотр неба проводится невооруженным глазом и в бинокль. Если наблюдатель заметил интересный объект, то он прежде всего оповещает следующего по графику дежурного, а затем руководителя кружка.

Результаты наблюдений фиксируются в патрульном журнале, для которого удобнее использовать большую общую тетрадь (одну на три лагерные смены). Помимо того, каждому члену кружка рекомендуется иметь индивидуальный дневник наблюдений.

В каждую смену следует два-три раза организовать ночные наблюдения для всего состава кружка и однажды посмотреть с кружковцами поэтическую картину рассвета и восхода Солнца. Хорошо было бы попытаться и то и другое сделать в первую неделю работы кружка, чтобы в дальнейшем юные астрономы были готовы оказать помощь руководителю и вожатым в проведении аналогичных мероприятий по отрядам. Назначать ночные наблюдения следует лишь в том случае, если руководитель полностью владеет дисциплиной в группе. Необходимость ночных наблюдений должна быть обговорена с начальником и старшим воспитателем до начала работы лагеря.

Ночные наблюдения следует проводить на астрономической площадке (если она имеется) в пределах охраняемой территории лагеря. Это тем более необходимо, если речь идет о самостоятельных патрульных наблюдениях.

Работники лагеря должны быть предупреждены о неизбежном изменении режима для кружковцев, участвовавших в ночных наблюдениях.

Прежде чем привести примерный тематический план, заметим, что здесь теоретическая часть весьма ограничена. Она должна

представлять собой предварительную беседу о природе и методах изучения предполагаемых объектов наблюдений, комментариев руководителя во время самих наблюдений и камеральную обработку полученных результатов. Во всех случаях рекомендуется привлекать кружковцев к активному участию в проведении занятий (см. главу 3).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН РАБОТЫ КРУЖКА

1. Введение. Земля во Вселенной — 4 ч
 2. Солнце и его наблюдение — 4 ч
 3. Наблюдение звездного неба — 4 ч
 4. Наблюдение Луны — 2 ч
 5. Наблюдение планет — 2 ч
 6. Наблюдение метеоров — 2 ч
-

Итого: 18 ч

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПЛАНУ

1-е занятие. Введение

Цель занятия: выяснить характер и глубину интереса записавшихся в кружок астрономии; обсудить программу занятий, ознакомить в общем виде с картиной строения Вселенной; сформировать понятие об астрономии и ее роли в современном мире; изготовить подвижную карту звездного неба.

Оборудование: астрономические плакаты, слайды или диафильмы, проектор, экран, иллюстрации из книг, бланки подвижной карты звездного неба, картон, ножницы, клей, циркули, карандаши, линейки, блокноты-дневники наблюдений, инструменты для наблюдений.

Первое занятие следует начать с увлекательного рассказа о строении Вселенной (см. главу 3). Правда, здесь беседа должна быть более короткой, так как необходимо зарезервировать время в конце занятия для изготовления подвижной карты звездного неба.

Вся теоретическая часть занятия может быть построена в виде проблемной беседы. Этого легче всего добиться, если включить в ткань беседы вопросы викторинного характера.

Завершить первое занятие лучше всего демонстрационными телескопическими наблюдениями. Это не только повысит интерес к работе кружка, но и позволит приступить к ознакомлению с устройством телескопа и с правилами обращения с оптическими инструментами.

2-е занятие. Земля — планета Солнечной системы

Цель занятия: систематизировать представления ребят о строении Солнечной системы, о месте в ней Земли; дать первое представление о зависимости вида звездного неба от времени суток и от времени года; изготовить угломерные инструменты и обучить ими пользоваться.

Оборудование: астрономические плакаты, диапозитивы или диафильмы, проектор, экран, визирные линейки, транспортиры, деревянные брусочки и реечки, суровые нитки, шурупы, столярный инструмент, компасы, наблюдательные инструменты.

Тема «Земля — планета Солнечной системы» построена в основном на известном школьникам материале. Первые сведения по этой теме учащиеся получают уже в 3—4 классах.

Задача руководителя — выявить уровень этих знаний, а затем привести их в систему. Это можно сделать в форме занимательной беседы. Затем следует выделить астрономические данные о Земле, о ее движениях. Далее логично перейти к рассказу о времени и о календаре.

Ребята сами могут подсчитать, на сколько градусов Земля поворачивается за час, за шесть часов, за двенадцать. Отсюда логично перейти к рассказу о видимом суточном движении светил. Здесь понадобятся простейшие угломерные инструменты. Кроме описанных ранее, это могут быть веши, расставленные вокруг центра астрономической площадки через каждые $3^{\circ}45'$. Это позволит ребятам зрительно представить смещение небесных светил за каждые 15 мин.

3-е занятие. Солнце и его наблюдение

Цель занятия: наблюдение за суточным перемещением Солнца по небосводу; определение полуденной линии и момента истинного полудня; привитие навыков визуальных наблюдений.

Оборудование: шест длиной 3—4 метра, колышки, угломерный инструмент, кирпичи или полосовое железо, часы, шнур, светофильтры, ослабляющие солнечный свет, компас, отвес, телескоп.

Важным и интересным наблюдением явится для ребят определение полуденной высоты Солнца и проведение линии меридиана (полуденной линии). Для этого следует использовать гномон — вертикальный шест, установленный по отвесу на астрономической площадке. Работу можно начинать за 2 ч до полудня.

Через каждые 10 мин в землю вбиваются колышки, отмечающие конец тени от гномона. Постепенно тень будет становиться короче. Чем ближе к полудню, тем чаще и тщательнее следует делать отметки. После того момента, как тень станет увеличиваться снова (момент истинного полудня), работу следует продолжить также в течение двух часов. Все моменты, отмеченные колышками, должны быть записаны по местному декретному времени. Соединив симметрично расположенные колышки прямыми линиями (хордами), следует каждую из них разделить пополам. В том случае, если все отметки производились достаточно точно, средние точки всех хорд расположатся на одной прямой, идущей с юга на север, — это и будет полуденная линия, или линия местного меридиана. По завершении работы эту линию следует закрепить — выложить кирпичами или полосовым железом, цементом или еще каким-либо образом.

Важно в момент полудня произвести замер высоты Солнца над горизонтом, с тем чтобы сравнить эту высоту в июне, июле и августе. Работу по определению полуденной высоты Солнца следует поручить

чить 2—3 кружковцам, которых надо освободить от участия в прокладке линии меридиана.

Интервалы в работе следует использовать для беседы с кружковцами и для телескопических наблюдений Солнца.

Наблюдение моментов и точек восхода и захода Солнца следует провести трижды за смену с недельным интервалом между наблюдениями. Это позволит ребятам на практике убедиться в перемещении этих точек и изменении продолжительности дня в зависимости от времени года.

Моменты восхода и захода Солнца отмечаются как момент появления и исчезновения за горизонтом верхней кромки солнечного диска. Наблюдения следует проводить с одной точки, где видна линия горизонта. Положение Солнца можно определить по компасу и относительно земных ориентиров.

Данные о моментах восхода и захода Солнца, долгота дня, для широты Москвы приведены в Астрономическом, перекидном и отрывном календарях, для других широт — в Постоянной части Астрономического календаря.

4-е занятие. Солнце и его наблюдение

Цель занятия: сформировать представление о Солнце как о типичной звезде; показать практическую значимость солнечно-земных связей; познакомить на практике с некоторыми методами наблюдений Солнца в телескоп; прививать навыки обращения с оптическими инструментами.

Оборудование: телескоп или бинокль с экраном, карандаши, бумажные форматки для зарисовок, диапозитивы или диафильмы, иллюстрации из книг, спектроскоп, фотокамера, пленка средней или высокой чувствительности, светофильтры.

Подробные указания по организации наблюдения Солнца приводятся во 2-й главе.

Приведем примерный план занятия.

Теоретическая часть (30—35 мин):

1. Викторина. «Что мы знаем о Солнце» (10 мин).
2. Вид Солнца в телескоп — демонстрация диапозитивов или иллюстраций из книг (5 мин).
3. Внутреннее строение Солнца. Источники его энергии. Будущее нашей звезды — беседа (10 мин).
4. Солнечно-земные связи. Использование солнечной энергии на Земле и на космических аппаратах — беседа с использованием вопросов по типу викторины (10 мин).

Практическая часть (55—60 мин):

1. Телескопическое наблюдение Солнца на экране.
2. Зарисовки диска с пятнами.
3. Фотографирование солнечного диска с экрана.
4. Наблюдение фраунгоферовых линий в солнечном спектре.
5. Обработка результатов наблюдений.

В случае, если в распоряжении кружка нет телескопа, можно для наблюдения Солнца воспользоваться призмным биноклем.

Для наблюдения Солнца с помощью призмённого бинокля советуем сделать простое приспособление. На доске длиной около 60 см на одном конце привинтить кусочек фанеры для крепления бумажного экрана, на другом конце закрепить бинокль с ширмой, закрывающей экран от прямых солнечных лучей. Сама дощечка крепится на штативе. Если биноклей несколько, то один следует всегда использовать для систематических наблюдений Солнца. Простейший призмённый бинокль с диаметром объектива 30 мм позволит получить на экране, удаленном от окуляра на 50 см, четкое изображение солнечного диска поперечником 4 см.

В условиях лагеря с кружковцами можно организовать ежедневную службу Солнца, перед которой следует поставить следующие задачи: а) проследить за развитием групп пятен; б) зафиксировать и определить скорость осевого вращения Солнца; в) проследить зависимость грозовой деятельности от степени солнечной активности.

Считаем нужным еще раз напомнить о необходимости строжайшего соблюдения правил техники безопасности при наблюдениях Солнца. Ребята должны всегда помнить, что сетчатка глаза может быть повреждена прямыми солнечными лучами даже при попытке рассматривать Солнце и без оптических инструментов.

5-е занятие. Наблюдение звездного неба

Цель занятия: сформировать понятия «небесная сфера», «созвездие», «звездная величина», «небесные координаты»; дать представление об угловых и истинных межзвездных расстояниях, о Млечном Пути как о видимой невооруженным глазом части нашей Галактики; научить кружковцев пользоваться подвижной картой звездного неба и звездными атласами, самодельными угломерными инструментами; закрепить представление о суточном вращении небосвода; научить ориентироваться по Полярной звезде.

Оборудование: астрономические таблицы, доска, цветные мелки, диапозитивы или диафильмы, подвижные карты звездного неба, атласы, армиллярная сфера, компас, часы, карманные фонарики, угломерные инструменты, карандаши, фотокамера, пленка высокой чувствительности, журнал наблюдений.

6-е занятие. Наблюдение звездного неба

Цель занятия: дать представление о разнообразии звездного мира; познакомить с понятиями «переменные, новые, сверхновые звезды», «звездные скопления»; показать возможные пути эволюции звезд в зависимости от их начальной массы; продемонстрировать с помощью бинокля и телескопа наиболее интересные объекты звездного мира; прививать навыки инструментальных астрономических наблюдений.

Дополнительное оборудование: телескоп, зрительная труба, бинокли.

В летнее время наблюдение неба, как известно, затруднено тем, что смеркается довольно поздно — после 22 ч. Лишь в третью смену

создаются более благоприятные условия, но и тогда занятия по изучению звездного неба затянутся не менее чем до 23 ч.

Перед первым наблюдением следует познакомить ребят с рисунком наиболее характерных созвездий летнего неба.

За время пребывания в лагере члены кружка должны узнать такие созвездия и яркие звезды как Большая Медведица, Малая Медведица (Полярная звезда), Кассиопея, Цефей, Пегас, Андромеда, Волопас (Арктур), Северная Корона (Гемма), Лебедь (Денеб), Лира (Вега), Орел (Альтаир), Скорпион (Антарес).

Уже в первый вечер наблюдения следует научить кружковцев ориентироваться по Полярной звезде.

С помощью самодельного угломерного инструмента интересно и доступно измерить высоту Полярной звезды над горизонтом. Заметить суточное и годовое изменение вида звездного неба легче всего по положению Большой Медведицы и ярких звезд у горизонта.

Для этого следует в начале и в конце смены, в один и тот же час, а также с интервалом в несколько часов во время ночных наблюдений фиксировать направление «ручки ковша» Большой Медведицы на земные ориентиры.

Советуем обратить внимание кружковцев на изменение положения звезд Капеллы, Антареса и Арктура относительно сторон горизонта и земных ориентиров.

Капелла в Возничем (время наблюдения — 23 ч)

В начале I смены (в первых числах июня) эта желтая звезда видна на северо-северо-западе; в конце I смены (около 22—25 июня) — строго на севере; в конце II смены (около 25 июля) звезда будет видна на северо-северо-востоке; в конце III смены (конец августа) Капелла будет расположена почти на северо-востоке.

Антарес в Скорпионе (время наблюдения — 23 ч)

Яркая красная звезда в июне видна у самого горизонта в южной части небосвода. В начале I смены — на юго-юго-востоке, в конце I смены и в начале II смены на юго-юго-западе. С конца июля звезда уже не наблюдается.

Арктур в Волопасе (время наблюдения — 23 ч)

Оранжевая яркая звезда. В начале I смены (первые числа июня) — высоко над горизонтом в северной части неба; в конце июня — начале июля — в западной стороне небосвода; в конце августа звезда видна у самой линии горизонта на западо-северо-западе.

Используя угломерные приборы, необходимо измерить в разные моменты времени высоту некоторых звезд над горизонтом и их угловые расстояния друг от друга. Ребята должны убедиться, что небесная сфера вращается как единое целое.

Рассматривая слабые звезды, ребята смогут проверить остроту своего зрения. Легче всего это сделать по звездной паре Мицар-Алькор в Большой Медведице.

Фотографические наблюдения звездного неба придется ограничить здесь получением снимка околополярной области.

7-е занятие. Наблюдение Луны

Цель занятия: при активном участии самих кружковцев сформулировать причины, определившие отличия природы Земли и Луны; установить путем наблюдений суточное и собственное движение Луны; освоить элементы селенографии.

Оборудование: астрономические таблицы, глобус Луны, карты Луны, диапозитивы или диафильмы, доска, цветные мелки, калька, угломерные инструменты, часы, компас, карманные фонарики, журналы наблюдений, карандаши, шаблоны для зарисовки Луны, телескоп, подвижные карты звездного неба, атласы.

Наблюдение Луны лучше всего производить в период, близкий к первой четверти, когда Луну можно видеть по вечерам в западной стороне неба. Практически Луна появляется уже через сутки после новолуния, но в летнее время узкий серп трудно заметить на светлом небе.

Помимо общих физических представлений, ребята должны очень хорошо понимать условия движения Луны по небесной сфере, причину и порядок чередования лунных фаз. Как и при изучении Солнца, руководитель обязан довести до ясного понимания разницу между видимым и собственным перемещением Луны. Ребята легко усваивают причину суточного движения светил как отражение вращения Земли. Но не все и не сразу постигают суть собственного перемещения Луны, направленного навстречу суточному движению. Лучше всего это движение иллюстрировать двумя практическими примерами: зарисовками двух положений Луны относительно какой-либо ближайшей яркой звезды, сделанных с промежутком в 1—2 ч, и отметкой времени восхода Луны в течение двух последовательных суток.

В условиях непродолжительных занятий в лагере знакомство с рельефом Луны следует ограничить изучением лунных морей, горных цепей, окружающих Море Дождей, и нескольких наиболее замечательных кратеров.

Каждый кружковец должен предварительно вычертить схематическую карту Луны в своем дневнике наблюдений, а затем проводить наблюдение Луны в бинокль или зрительную трубу.

Нужно добиться, чтобы члены астрономического кружка умели на глаз определять «возраст» Луны.

Если в течение смены удастся проследить все последовательные фазы Луны, интересно начертить видимый путь Луны по небу с указанием и зарисовкой созвездий, отметкой места и времени наблюдения.

8-е занятие. Наблюдение планет

Цель занятия: познакомить с природой планет; объяснить причину петлеобразного движения планет среди звезд; зафиксировать путем наблюдений собственное движение планет; научить

поиску астрономических объектов по координатам; закрепить навыки телескопических наблюдений.

Оборудование: доска, цветные мелки, диапозитивы или диафильмы, астрономические таблицы, атласы звездного неба, астрономические календари, угломерные инструменты, часы, компас, карманные фонарики, журналы наблюдений, шаблоны для зарисовки видимых планет, телескоп, карандаши, подвижная карта звездного неба.

Первой задачей, которую надо решить с кружком, является определение по координатам положения на звездной карте или атласе неба видимых в данное время планет. Затем следует отыскать планеты на небосводе. Руководитель кружка должен объяснить ребятам причину видимого отличия планет от звезд.

Следующая задача — наблюдение за перемещением планет среди звезд. Наиболее подходящими для этой цели являются планеты Венера и Марс, что касается Юпитера и Сатурна, то их видимое перемещение по небу происходит настолько медленно, что вряд ли может быть замечено за одну лагерную смену.

Для выполнения названной задачи каждый кружковец должен в свой журнал наблюдений скопировать участок звездной карты, где наблюдается данная планета. В дальнейшем после каждого наблюдения в журнале отмечается положение планеты. Таким образом кружковцы убедятся в орбитальном движении планеты.

В зрительную трубу или в школьный телескоп целесообразно наблюдать Венеру, Юпитер и Сатурн.

Кружковцы могут попытаться объяснить причину того, что Луна и Венера меняют свой вид, а Юпитер и Сатурн всегда наблюдаются в виде дисков.

9-е занятие. Наблюдение метеоров

Цель занятия: закрепить знание звездного неба; развить качества, необходимые наблюдателю; сформировать понятия «метеор», «болид», «комета», «астероид», «метеорит»; познакомить с методикой и дать первые навыки наблюдения метеоров.

Оборудование: астрономические таблицы, карты участков звездного неба, атласы, подвижные карты звездного неба, гимнастические обручи, спальные мешки (по числу наблюдателей), часы, карманные фонарики, угломерные инструменты, компас, журналы наблюдений, шнур и рейки для крепления колец, бинокли, карандаши, диапозитивы или диафильмы.

Метеоры лучше всего наблюдать во второй половине июля и в августе. В этот период вообще улучшаются условия для астрономических наблюдений.

Особенно интересно организовать для начинающих любителей астрономии наблюдение Персеид — одного из самых богатых метеорных потоков. Максимум потока приходится на 12 августа. В это время часовое число метеоров достигает 40—60 (включая и слабые метеоры).

Перед кружковцами может быть поставлена задача самостоя-

тельно определить время максимума активности метеорного потока. Это можно установить при тщательном подсчете часового числа метеоров, рожденных потоком.

Можно рекомендовать наблюдение слабых метеоров в бинокль.

Интересно попытаться установить, хотя бы приближенно, положение радианта потока и отметить его на звездной карте.

Во время наблюдения метеоров неоднократно представится возможность увидеть прохождение по небосводу искусственных спутников Земли. Не следует упускать случай обратить внимание кружковцев на особенности движения и блеска «рукотворной звездочки».

Из всего многообразия форм массовых мероприятий «космического» профиля следует отобрать лишь те, что в наибольшей степени соответствуют специфике пионерского лагеря (см. выше). В лагере мероприятия должны носить занимательный характер.

Планируя массовые демонстрационные наблюдения, следует учитывать скромный арсенал астрономического инструментария, которым обычно располагает пионерский лагерь. В лучшем случае это — школьный рефрактор. Зачастую в распоряжении организатора наблюдений имеется зрительная труба или бинокль. В этих условиях особенно важно правильно выбрать объект для первых инструментальных наблюдений, чтобы не вызвать разочарования у ребят.

В том случае, если в лагере отсутствуют оптические инструменты, мы рекомендуем провести для желающих или для каждого из старших отрядов увлекательную «экскурсию» по звездному небу, а также встречу Солнца. Могут быть организованы по отрядам конкурсы, викторины и т. п.

Глава 5. МАТЕРИАЛЬНАЯ БАЗА И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Материальная база во многом определяет содержание и формы работы детского астрономического коллектива. Общественно полезная значимость его деятельности, эффективность решения педагогических задач также находятся в зависимости от материального оснащения.

Наличие лабораторного оборудования, техники для наблюдений, станочного парка — все это создает предпосылки для разнообразной конструкторской и научной работы, способствует развитию у кружковцев творческого, научного образа мышления, закрепляет у них интерес к астрономии, к техническому творчеству.

Руководитель кружка, ознакомившись с приведенной ниже характеристикой приборов и средств, сможет определить для себя их необходимый минимум, исходя из намеченной программы и возможностей организации, при которой создан кружок. Программа

кружков занимательной и общей астрономии приемлема для любого астрономического коллектива школьников. Поэтому наглядные пособия, технические средства обучения, приборы, инструктивно-методическая литература, описанные в соответствующих разделах пособия, являются обязательными для любого астрономического коллектива. Их наличие — залог осуществления качественной учебно-воспитательной работы. С развитием астрономического кружка, с усложнением решаемых задач требования к материальной базе растут. Возникает необходимость создать профильные лаборатории, построить обсерваторию, изготовить телескоп, метеорный патруль и т. п. В связи с этим ниже приводятся описания наборов, необходимых учебных помещений, излагаются принципы конструкции многих самодельных установок, советы, касающиеся изготовления наглядных пособий.

Многое можно приобрести в магазинах Главснабпроса и «Салон-приборы», а также через институты, заводские лаборатории и иные организации.

5.1. ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ. АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ПЛОЩАДКА

В условиях школы, как правило, не удастся создавать лабораторий, специально предназначенных для кружковых занятий. Чаше астрономические кружки работают здесь при физическом или физико-астрономическом кабинетах. Вместе с тем, как показывает пока не столь многочисленный опыт, и при школе могут быть созданы астрономические башни с пристроенными к ним помещениями для теоретических и лабораторных занятий. Необходимые слесарные, токарные и столярные работы юные астрономы часто выполняют в школьных мастерских или на базе учебно-производственных комбинатов.

В более выгодном положении могут оказаться юные астрономы,

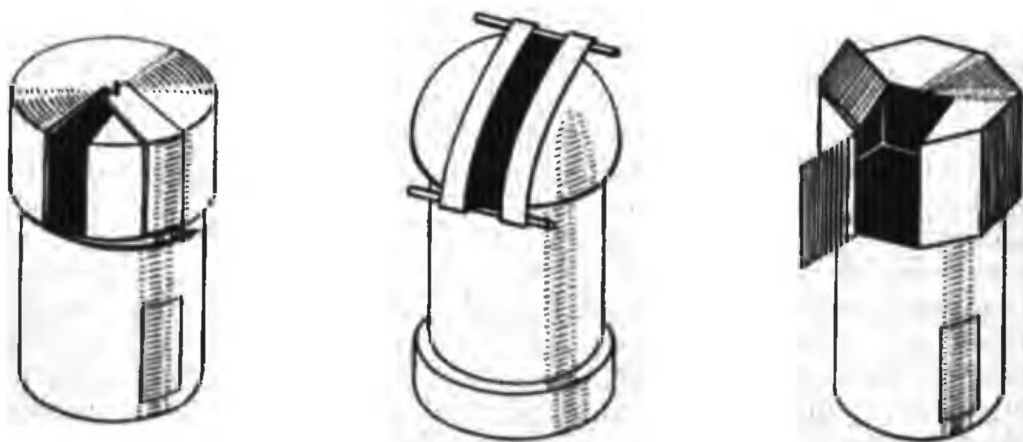


Рис. 11. Варианты астрономических башен для юношеской любительской обсерватории (из книги Андрианова Н. К. и Марленского А. Д. «Школьная астрономическая обсерватория»).



Рис. 12. Общий вид юношеской астрономической обсерватории, построенной членами Симферопольского общества любителей астрономии.

занимающиеся при детских внешкольных учреждениях. Действующие положения о клубах и станциях юных техников, домах и дворцах пионеров предусматривают возможность создания профильных отделов и лабораторий, на базе которых и должны функционировать соответствующие кружки.

По договоренности юные астрономы могут также пользоваться другими лабораториями и мастерскими, которыми располагает детское внешкольное учреждение. В последние годы при проектировании новых дворцов пионеров и станций юных техников все чаще предусматривается создание при них астрономических обсерваторий и планетариев. В ряде случаев астрономические сооружения пристраиваются к уже функционирующим внешкольным учреждениям. И в том и в другом случае очень важно своевременно предусмотреть все необходимое для нормальной работы астрономического коллектива.

Любительская астрономическая обсерватория может представлять собой самостоятельный комплекс, состоящий из помещений для установки приборов для наблюдений и классов для проведения теоретических и практических занятий. К сожалению, у нас в стране до настоящего времени не созданы типовые проекты подобных астрономических комплексов для занятий со школьниками. Поэтому всякий раз строительство осуществляется по индивидуальным проектам. Опыт подобных проектных работ имеется в московских проектных организациях: ЦНИИЭП комплексов культуры и спорта им. Мезенцева, ЦНИИЭП учебных зданий, а также в Одесском инженерностроительном институте.



Рис. 13. В башне юношеской астрономической обсерваторией Симферополя.

Опыт ряда любительских астрономических коллективов позволяет заключить, что астрономический комплекс может быть построен с привлечением самих школьников. Дело это отнюдь не простое. Но при достаточной настойчивости руководителя, при поддержке партийных, советских и комсомольских органов, при помощи шефов положительный результат может быть достигнут. Приведем некоторые практические рекомендации.

Оптимальный диаметр башни любительской обсерватории — 4—5 м. В такой башне можно будет разместить мощный телескоп и обеспечить удобные условия для учебных, научных и массовых наблюдений.

Купол обсерватории выполняется в форме полусферы или многогранного шатра и должен иметь щель, через которую будут осуществляться наблюдения.

С помощью ручного или электрического привода по системе катков купол вращается и позволяет направлять телескоп в любую область небосвода. Основанием купола служит деревянное или металлическое кольцо, которое не должно иметь деформаций в горизонтальной плоскости и отклонений от своей формы.

Телескоп устанавливается на бетонном или кирпичном фундаменте, заглубленном ниже нулевой отметки на 1,5—3,0 м и изолированном от пола башни. Это необходимо, чтобы свести к минимуму дрожание инструмента. Высота фундамента должна быть достаточной для того, чтобы наблюдать объекты вблизи горизонта, а уровень пола должен обеспечить удобство наблюдений зенитной области неба. Высота фундамента и уровень пола в башне зависят от типа телескопа и его монтировки. Башня, естественно, не отапливается, чтобы температура в подкупольном помещении равнялась

наружной. В противном случае конвекция сделает наблюдения невозможными.

Минимальная ширина люка в куполе должна обеспечить из центра башни обзор не менее 30° . Достаточно широкая щель позволит легче ориентироваться на звездном небе и реже перемещать купол во время наблюдений. Люк образуется раскрывающимися створками, которые могут откатываться на две стороны или откидываться подобно обычным дверям. Конструкция люка непременно должна дать возможность наблюдать зенитную область неба.

Механизм раскрытия створок должен обеспечить синхронное движение их верхних и нижних частей (без перекаса). Конструкция створок и купола должна обеспечить также защиту подкупольного пространства от снега и влаги.

Если позволяют обстоятельства, башню лучше сделать двухэтажной, чтобы разместить на первом этаже фотолaborаторию или подсобное помещение. К башне могут быть пристроены сразу или позднее и другие необходимые помещения для занятий.

Материалами для сооружения башни являются металл, дерево, кирпич, известняк; купол можно изготовить из металла, дерева или пластика.

В ряде случаев более оправданным окажется создание павильона с раздвижной крышей. При этом павильон соорудить гораздо проще, чем астрономическую башню, и он может иметь большие по сравнению с последней размеры. Можно, например, построить павильон размером 3×6 м и установить в нем два инструмента для одновременной работы двух групп наблюдателей. Крыша по направляющим может раздвигаться на две стороны или откатываться в одну.

В простейшем случае павильон может представлять собой небольшую будку, откатывающуюся при наблюдениях по направляющим, уложенным на уровне земли. Назначение будки — защита инструмента от неблагоприятных атмосферных воздействий и механических повреждений.

Помимо помещений для наблюдений, астрономический комплекс может в себя включать лаборатории: астрономии, астрофизики, радиоастрономии, астроприборостроения, астрофотографии, а также библиотеку, комнату отдыха наблюдателей, складское помещение, преподавательскую или кабинет заведующего обсерваторией. Все эти помещения могут располагаться отдельно или в блоке с астрономической башней. Кроме того, комплекс может включать павильоны для метеорного патруля, солнечного телескопа, астрономические площадки для учебных наблюдений, наблюдений метеоров, метеоплощадку.

На базе астрономической лаборатории работают кружки занимательной астрономии, большинство кружков общей астрономии. Именно через эту лабораторию происходит отбор будущих любителей астрономии.

Здесь, конечно, должны быть классная доска, экран, демонстрационная карта звездного неба, планшеты с учебными плакатами

по астрономии и космонавтике, другие наглядные пособия (см. далее). На передней стене может быть создан целый «пакет», включающий звездную карту, экран, доску, таблицу наиболее употребляемых формул, схему спектра электромагнитных волн. Любое пособие по специальным направлениям может быть выдвинуто для работы и заменено другим, что позволяет экономить экспозиционную площадь.

Демонстрационную и звуковоспроизводящую технику удобно разместить на одном столе с общим пультом управления, что облегчает переход от одного средства к другому. Очевидно, что все лаборатории должны иметь зашторивание.

К оформлению данной лаборатории в связи с ее назначением предъявляются наиболее высокие требования. Оно должно вызывать у ребят положительные эмоции, способствовать повышению интереса к астрономии и к астрономическому коллективу. Здесь могут быть размещены астрономический календарь, самодельные приборы, научно-фантастические рисунки и репродукции, фотографии астрономических объектов и инструментов, фотовыставка из истории коллектива, филателистические материалы и значки по теме «Астрономия и космонавтика». Экспозиция в течение учебного года может обновляться, но неизменными ее элементами должны быть уголок наблюдателя, стенд «Космические новости», доска объявлений.

Остальные лаборатории — база, прежде всего, для занятий старших кружковцев. Здесь они знакомятся с методами и средствами классической и современной астрономии.

В лаборатории астрофизики ребята знакомятся с фотографической и фотоэлектрической фотометрией, визуальной и фотографической спектрометрией, спектрофотометрией, колориметрией и т. д. Здесь сосредоточено, соответственно, лабораторное спектральное, фотометрическое, измерительное и необходимое радиоэлектронное оборудование, счетно-вычислительная техника, приборы для регистрации времени.

Лаборатория радиоастрономии обеспечивает возможность лабораторно-практических работ по своей тематике, проведение радионаблюдений Солнца и нескольких других наиболее интенсивных источников, она обеспечивает также другие лаборатории и обсерваторию необходимыми радиоэлектронными устройствами. Лаборатория оснащается радиоизмерительными и электроизмерительными приборами, источниками питания, радиоастрономическими приборами (радиотелескоп может быть создан на базе радиолокационной установки). Лаборатория может быть также оснащена приемным телевизионным и радиооборудованием с целью исследования корреляции случаев сверхдальнего приема и солнечной активности.

Лаборатория астроприборостроения обычно представляет из себя оптико-механические производственные мастерские по разработке и созданию телескопов, астрокамер, астрографов, метеорологических патрулей, а также некоторых учебно-наглядных пособий. Помещение лаборатории по возможности должно быть удалено от источ-

ников, вызывающих сотрясения, что в особенности необходимо при исследовании зеркал. Здесь или по соседству желательно иметь водопровод с горячей и холодной водой и канализацию. Лаборатория оснащается станочным парком и необходимыми приборами и инструментами.

Фотолаборатория является вспомогательным элементом в структуре обсерватории. Как правило, в ней оборудуется два рабочих места и устанавливается сенситометрическое оборудование, а также другие приборы.

Каждая из перечисленных лабораторий должна иметь на виду инструкцию по технике безопасности с учетом специфики лаборатории и журнал регистрации проведения инструктажа сотрудников и кружковцев.

На территории или на плоской кровле оборудуется площадка для астрономических и метеорологических наблюдений.

Если площадку предполагается использовать для занятий с начинающими любителями астрономии, а также для проведения массовых экскурсий, то ее рекомендуется оснастить целым рядом демонстрационных приспособлений.

Прежде всего можно проложить меридиан и обозначить его бетонной или металлической полосой, проходящей через всю площадку. Полоса окрашивается в белый цвет. На северном конце меридиана устанавливается указатель Полярной звезды — полая трубка, поднятая на металлическом или бетонном основании таким образом, чтобы в нее можно было увидеть околополярный участок звездного неба. Если в трубку вставить зонт Набокова, сориентированный должным образом, то расположение созвездий на его поверхности будет соответствовать ориентировке их на небосводе.

В средней части проложенной полосы меридиана устанавливают армиллярную сферу диаметром около двух метров. Необходимой жесткостью установка будет обладать, если ее выполнить из полос стали или дюралюминия шириной 30—40 мм и толщиной 5—10 мм. Модель небесной сферы укрепляется стационарно таким образом, чтобы направление оси мира соответствовало широте места. Вращающимися можно выполнить только три кольца, символизирующие экватор, эклиптику и одну из параллелей. Направление линии меридиана следует обозначить двумя короткими тупыми стержнями, закрепленными перпендикулярно на кольце меридиана. Это позволит посетителям площадки по одному заходить внутрь модели. Для того чтобы глаз наблюдателя оказался в центре небесной сферы, каждый должен будет присесть на табурет с регулируемой высотой сиденья. Специально изготовленные диски, символизирующие планеты, прикрепляются перед наблюдениями на соответствующие места кольца эклиптики. На экватор и параллель устанавливаются одна-две «звезды», чтобы продемонстрировать движение заходящих и незаходящих светил.

В познавательном отношении интересной является демонстрационная установка «глобус-часы».

Из других демонстрационных пособий назовем большие гори-

зонтальные солнечные часы, большую карту звездного неба, самодельный универсальный угломер простейшей конструкции, гномон, нефоскоп и гелиорегистратор.

Площадка для учебных наблюдений оборудуется, кроме того, рабочими местами для выносных инструментов: теодолитов, бинокляров, зрительных труб, хронометра и т. п. С этой целью по заранее намеченному плану на площадке сооружаются столбики из кирпича или бетона, что обеспечит в дальнейшем надежную установку выносных приборов. Верхняя поверхность столбиков должна быть выполнена по уровню. В верхней части боковой поверхности каждого столбика целесообразно иметь нишу для размещения в ней осветительного прибора, который при необходимости может быть установлен и наверху рядом с прибором для наблюдений.

Площадка для наблюдений метеоров оборудуется коллективными или индивидуальными рамками, ограничивающими поле зрения наблюдателей, а также расположенном под рамками и поднятым на небольшую высоту досчатым настилом. На этой площадке располагается также павильон для метеорного патруля, рабочие места для наблюдения телескопических метеоров и метеорных радиантов. Павильон для метеорного патруля должен иметь открывающуюся или откатывающуюся крышу, чтобы обеспечить достаточно большое поле зрения.

Метеорологическая площадка оборудуется будками для самописцев и мачтой с флюгером.

При размещении комплекса для наблюдений следует стремиться по возможности удалить его от деревьев, прямого света из окон домов, от уличного освещения, от различных источников сотрясений. Удаленность от источников посторонней засветки особенно важна при проведении фотографических наблюдений с астрографами, так как при длительных экспозициях даже слабые источники могут свести на нет труд наблюдателей.

В зависимости от местных условий, возможностей и задач коллектива, наблюдательный комплекс может быть создан и в ином варианте. Так, может появиться необходимость в сооружении солнечного павильона, павильона для размещения фото- и киноаппаратуры для съемки серебристых облаков и т. п. На практике никогда не удастся создать весь комплекс единовременно. Поэтому следует выбирать площадку для его сооружения с расчетом на дальнейшую возможность развития.

5.2. НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ

Если в химическом или физическом кружке основа занятий — опыт, эксперимент, то в астрономическом они в значительной степени заменяются наблюдениями в природе. Однако астрономические наблюдения со скромными техническими средствами могут составить иллюстративную основу лишь для изучения небольшой части явлений. В астрономическом кружке зачастую речь идет о процессах и явлениях, которые юные астрономы не только не могут увидеть,

но которые даже трудно вообразить. Чаще всего нельзя их и смоделировать. Кроме того, в наши дни все больше сведений о Вселенной приносят невидимые излучения, а также расчеты теоретиков. Все это ставит перед руководителем кружка проблему визуализации информации, которую должны понять школьники. Без образного представления о предмете изучения многие сведения и понятия останутся для большинства кружковцев полнейшей и зачастую непонятной абстракцией. Здесь и призваны помочь наглядные пособия.

Прежде всего назовем пособия, которые включены в «Типовые перечни учебно-наглядных пособий для общеобразовательных школ» (М.: Просвещение, 1977) и в соответствии с приказом министра просвещения СССР № 114 от 5 июня 1976 года должны быть во всех школах страны. В этот перечень, в частности, включены: физический глобус Земли (ГФМ 1:30 000 000), глобус Луны, модель для демонстрации солнечных и лунных затмений (СЗЛ-50), модель небесной сферы (СФА), модель планетной системы, теллурий, атласы звездного неба, карты движений планет, карты звездного неба демонстрационные (Д-1500 мм), смонтированные подвижные карты звездного неба, карты звездного неба с накладными сетками координат, демонстрационные карты Луны, таблицы по курсу астрономии, комплекты диапозитивов по астрономии и космонавтике, диафильмы, киноматериалы. Мы не включили в этот список оборудование для наблюдений, а также физические приборы и пособия, которые могут быть использованы в работе астрокружка. О применении физических приборов уже было сказано, ниже будет рассказано о средствах для наблюдений. Перечисленные пособия можно приобретать в магазинах школьного оборудования. Далее мы остановимся на описании в основном тех пособий, которые можно изготовить в кружке. В использовании заводских пособий и приборов поможет прилагаемое к ним описание.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ФОТОГРАФИИ

В долго работающих коллективах подлинным богатством являются накопленные годами коллекции фотографий. На них изображены астрономические объекты, инструменты, обсерватории, космические аппараты, портреты ученых. Некоторые фотоотпечатки — подарок астрономов, другие изготовлены в кружке по оригинальным негативам, но большинство — репродукции из книг и журналов. Часть крупноформатных отпечатков астрономического содержания, в особенности по космическим исследованиям, удастся заказать в фотохронике ТАСС.

Фотографии удобно хранить и использовать, если они наклеены на картон такого размера, чтобы оставались поля в 3—4 см. На полях можно написать краткий пояснительный текст.

Элементом оформления кабинета могут стать своеобразные настенные или настольные альбомы, составленные из 8—10 фанерных страниц с наклеенными на них с двух сторон иллюстрациями.

Листы такого альбома крепятся по принципу настольного перекидного календаря. Перед наклеиванием на фанеру фотографии с тыльной стороны следует протереть мокрой тряпкой.

На кружковых занятиях фотографии могут с успехом конкурировать со слайдами.

ТАБЛИЦЫ И ПЛАКАТЫ

Схематические рисунки, плакаты, монтажи, выполненные самими кружковцами, широко используются во многих астрономических коллективах. Самодельные учебные плакаты могут быть посвящены масштабам Солнечной системы и Вселенной, единицам и методам измерений расстояний в астрономии, смене лунных фаз, солнечному и лунному затмениям, законам Кеплера, объяснению петлеобразного движения планет, конфигурации планет, движению Солнца относительно зодиакальных созвездий, часовым поясам, орбитам комет, астероидов и искусственных небесных тел, строению атмосферы и магнитосферы с радиационными поясами Земли, спектру электромагнитных волн и пропусканию их земной атмосферой, строению Солнца, Земли и планет-гигантов, сравнительным размерам звезд, структуре и типам галактик, системам телескопов и их монтажировок, устройству спектральных и других приборов. Этот длинный перечень можно было бы продолжить еще. Уже он может составить программу практической деятельности не одного кружка и не на один год.

Не беда, если в составе кружка не окажется рисовальщиков. Очень многие схемы и плакаты могут быть прекрасно выполнены методом аппликации с применением наборов цветной бумаги. Сравнительно большие поверхности бумаги можно окрашивать самостоятельно с помощью пульверизатора. Наиболее целесообразно использовать цветную тушь и гуашь. Можно применить и фломастеры. К сожалению, плакаты, выполненные с помощью некоторых видов фломастеров, очень быстро выцветают. При изготовлении таблиц могут быть использованы фотографии и цветные журнальные иллюстрации большого размера. Обычно на таблице следует разместить 1—3 основных изображения крупного размера и 2—3 более мелких вспомогательных иллюстрации. Заголовок и пояснительные тексты должны быть краткими, максимально информативными, ясными по содержанию.

Все таблицы рекомендуется выполнять 1—2 стандартных размеров, например 400×600 мм и 600×900 мм. Основой служит картон достаточной плотности. Таблицы лучше пронумеровать и хранить в специально изготовленных или приобретенных пеналах.

Тематика самодельных таблиц может быть столь широкой, что с их помощью можно будет проиллюстрировать почти все разделы программы. По отдельным разделам можно изготовить серии красочных таблиц: «Небесная сфера и система координат», «Как изучают Вселенную», «Солнечная система» и т. п.

Таблицы или их серии могут экспонироваться не более недели

после использования на занятии. В противном случае они примелькаются и не будут восприниматься как источник информации.

СЛАЙДЫ И ДИАФИЛЬМЫ

Слайды в настоящее время несомненно являются одним из лучших наглядных пособий по астрономии. Комплекты их с пояснительным текстом систематически выпускаются обществом «Знание», а также Главучтехпромом Министерства просвещения РСФСР.

Особенно будут полезными аннотированные комплекты слайдов для цикла учебных лекций по астрономии, подготовленные Московским планетарием и выпущенные обществом «Знание». К сожалению, эти наборы доступны далеко не всем астрономическим коллективам. В последнее время многие кружки самостоятельно стали производить цветные или черно-белые слайды. Слайды можно репродуцировать с оригинальных фотоотпечатков, выполненных в кружке или в профессиональной обсерватории, с журнальных и книжных иллюстраций высокого качества, а также получать непосредственно при съемке астрономических объектов с помощью телеобъектива или через телескоп. На слайды можно перевести также астрономические таблицы (целиком или фрагментами), графики, схемы, рисунки, выполненные кружковцами. Есть опыт изготовления слайдов с изображением участков звездного неба. Такой комплект в особенности необходим, если кружок не может пользоваться планетарием.

Важно наладить правильное хранение диапозитивного фонда. Слайды надо промаркировать и занести в каталожные книги по тематическим разделам. Сами слайды должны быть расставлены аналогичным образом. Необходимо вести учет их выдачи и приемки. Из состава кружка надо выделить ответственных за создание, хранение и использование слайдотеки. Ежегодно или раз в два года следует просматривать весь диафонд, чтобы отобрать морально или технически устаревшие слайды. Это мероприятие проводится под контролем руководителя.

Несколько слов о методике использования слайдов на занятиях кружка. На одном занятии не рекомендуется демонстрировать более 25 слайдов. Ведь каждый из них должен быть прокомментирован и проэкспонирован не менее 10—15 с, чтобы запечатлелся в сознании. Демонстрация нескольких слайдов в начале занятия поможет ввести кружковцев в тему, создать проблемные ситуации. Несколько слайдов могут стать основой для викторины. Диапозитивы — прекрасное пособие для кружковца, выступающего с докладом. Эффективность использования слайдов значительно возрастет, если при их показе воспользоваться указкой, которую можно изготовить на базе портативного проекционного фонаря.

Некоторые руководители астрокружков наладили производство тематических слайд-фильмов, озвученных с помощью магнитофона музыкой и дикторским текстом. Увлекательные слайд-фильмы на темы космической фантастики производит, например, сотрудница

обсерватории пионерского лагеря ЦК ВЛКСМ «Орленок» Л. Н. Филиппова. Слайд-фильмы можно с успехом использовать в массовой пропаганде, осуществляемой кружковцами.

Другим традиционным пособием для занятий с юными астрономами являются диафильмы. Есть много общего в использовании слайдов и диафильмов. В обоих случаях изображение может рассматриваться сколь угодно долго, при желании то или иное изображение можно показать повторно. Однако у диафильмов есть свои преимущества и недостатки. Диафильм ближе к кино заданностью сюжета, определенной последовательностью материала, наличием словесной информации.

В настоящее время московская студия «Диафильм» уже выпустила серию из 20 учебных лент по всему курсу астрономии. Все они разработаны в соответствии с дидактическими требованиями и могут, в частности, использоваться для проблемного изложения материала. В кадрах фильмов содержатся вопросы, прямо адресованные школьникам. Большинство диафильмов состоит как бы из отдельных фрагментов, что позволяет эффективнее их использовать в ходе занятий. Наличие субтитров облегчит использование диафильмов кружковцами для показа их в школе на сборах, классных часах и т. д.

Некоторые педагоги демонстрируют тематически связанные пары диафильмов сразу двумя проекторами на два экрана. Это интересное предложение заслуживает внимания и с успехом может быть реализовано на некоторых занятиях кружка.

Подробнее о выпущенных диафильмах, о методике их использования в преподавании астрономии можно узнать в [25].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНОФИЛЬМОВ

В деятельности многих любительских астрономических коллективов кино широко используется в учебной, клубной и массовой работе. В некоторых кружках создана своеобразная кинолетопись коллектива. Здесь мы остановимся на использовании кинолент в учебных целях.

Проблемы, связанные с использованием кино в изучении астрономии, специально рассматривались профессором Б. А. Воронцовым-Вельяминовым [32]. Он подчеркивает, что в изучении астрономии в 10 классе «кино должно занять виднейшее место...». Это тем более справедливо по отношению к астрономическому кружку, где руководитель не связан жесткими рамками времени и программы. Учтем также всеобщий интерес школьников к кино как таковому. Вместе с тем с самого начала хотелось бы предостеречь молодых руководителей от излишнего педагогически не оправданного увлечения показом кинофильмов на занятиях кружка, что может способствовать выработке у школьников пассивности в восприятии материала, стать тормозом в приобретении навыков самостоятельной познавательной деятельности. Кино незаменимо, когда на занятии речь идет о процессах динамических.

Число учебных кинофильмов по астрономии все еще очень невелико. На занятиях кружка можно успешно использовать и научно-популярные ленты. При выборе последних в каталоге кинофильмов следует обращаться не только к разделу «Астрономия, космонавтика», но также «Физика», «Химия», «Метеорология». Учебные и некоторые научно-популярные ленты имеются в фильмотеках при отделах народного образования. Научно-популярные картины, в том числе на узкой пленке, для демонстрации можно получить в кинопрокате по наличному или безналичному расчету.

Научно-популярные фильмы соответствующей тематики могут стать прологом к изучению новой темы либо завершить ее освоение в кружке. В первом случае хороший фильм повысит познавательный интерес к теме, во втором — послужит итогом, поможет закрепить полученные знания. Просмотру фильма должна обычно предшествовать беседа руководителя, в которой следует акцентировать внимание ребят на тех или иных сюжетах картины. В работе с астрономическим кружком в ряде случаев целесообразно демонстрировать не весь фильм, а его фрагменты, заранее отобранные руководителем. Многие научно-популярные фильмы довольно быстро устаревают. Но и в них содержится информация, которая фрагментарно может использоваться еще долгие годы. Кроме того, в научно-популярных лентах много места занимает материал, необходимый непосвященному зрителю, но излишний для членов астрономического кружка. Наконец, с дидактической точки зрения чаще всего целесообразнее использовать не весь научно-популярный фильм, а конкретные киносюжеты, которые в этом случае становятся необходимым элементом занятия.

Нам представляется совершенно обоснованной рекомендация Б. А. Воронцова-Вельяминова демонстрировать на занятии выбранный сюжет, как правило, дважды. Если при первом показе внимание могут отвлечь несущественные детали, то при повторной демонстрации в соответствии с рекомендациями руководителя в фильме будет воспринято то главное, ради чего и затеян его просмотр. В ряде случаев методически правильнее просматривать в учебных целях фильмы, замещая дикторский текст необходимым в данном случае комментарием руководителя. Это следует делать, в частности, при повторной демонстрации киносюжета. Такой прием позволяет в ходе просмотра руководителю кружка обращаться непосредственно к ребятам. Рождается своеобразная кинобеседа, значительно активизирующая кружковцев.

В некоторых кружках успешно используют научно-познавательные программы телевидения: «Человек. Земля. Вселенная», «Очевидное — невероятное», «Звездочет», учебные передачи по астрономии. Просмотр телепередач может быть организован в кружке, либо индивидуально. В любом случае рекомендуется провести последующее обсуждение увиденного. Если есть возможность приобрести видеомagneтофон, то отдельные телевизионные передачи или фрагменты могут быть записаны руководителем и в дальнейшем использованы на занятии при изучении соответствующей темы.

Роль моделей в преподавании астрономии особая. Ведь педагог не может продемонстрировать на занятии само явление, как это бывает на занятии по физике или химии. Наблюдение изучаемых явлений, как отмечалось, далеко не всегда возможно. Кроме того, наблюдения часто демонстрируют лишь внешнюю картину явления, а не его суть. Помимо прямой дидактической цели, применение моделей и макетов в условиях кружка может иметь и иную сторону. В кружке можно организовать работу по изготовлению необходимых пособий. Уже в процессе разработки и изготовления кружковцы достаточно глубоко смогут вникнуть в существо моделируемого объекта Вселенной.

В разные годы много и успешно работали над созданием моделей и макетов по астрономии М. М. Дагаев, Е. Г. Демидович, Л. В. Кандауров, Г. Г. Ленгауэр, А. Д. Марленский, М. Е. Набоков, Р. И. Цветов, К. Н. Шистовский, В. А. Шишаков. Их опыт наряду с опытом авторов использован в данном пособии. Прежде чем остановиться на описании доступных для изготовления каждому кружку пособий, порекомендуем при составлении технического задания учесть следующие рекомендации. «Астрономическая модель 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» (Набоков М. Е. Методика преподавания астрономии. — М.: Учпедгиз, 1955. — С. 30). Преподаватель Горьковского пединститута Е. Г. Демидович считает, что дидактическая ценность пособий «определяется простотой конструкции, правильностью отображения астрономических явлений и небольшой затратой времени на демонстрацию» (Астрономия в школе: Сб. статей / Под ред. Б. А. Волинского. — Ярославль, 1976. — С. 95). К сказанному добавим, что работа по изготовлению моделей должна быть доступной и интересной для юных астрономов.

Для иллюстрации масштабов Вселенной обычно можно ограничиться простыми в изготовлении объемными статическими моделями. Начать можно с модели Д. Д. Галанина для демонстрации соотношения размеров и расстояния Земля — Солнце. В модели три элемента: шарик диаметром 5 см, нитка длиной в 107,5 раза большей диаметра шарика и мельчайшая бусинка или узелок поперечником около 0,5 мм на конце нитки. В этой модели шарик — «Солнце», а узелок — «Земля». Их размеры определяются размером помещения, где демонстрируется модель. На этой модели узелками также могут быть обозначены на соответствующем расстоянии Меркурий и Венера. Шарик может быть вырезан из пенопласта, из дерева; можно подобрать мячик нужного размера. Аналогичная модель может быть изготовлена для системы Земля — Луна. Подобная модель планетной системы вплоть до Юпитера с соблюдением указанных масштабов может быть размещена на достаточно обширной астрономической площадке. Юпитер — шарик поперечником

0,5 см должен будет отстоять от пятисантиметрового «Солнца» на расстоянии 28 м. В Московском дворце пионеров была изготовлена модель, отображающая сравнительные размеры Солнца и планет. Дневное светило имитировал металлический обруч диаметром 2 м, укрепленный в вертикальном положении на фоне окна в фойе планетария, а планеты — шары соответствующего размера, подвешенные на нитках перед «Солнцем». Модели планет-гигантов были вырезаны из предварительно склеенных до нужной толщины кусков пенопласта, а модели планет земной группы были выполнены из пластилина. Все шары были окрашены в нужный цвет, а Юпитер и Сатурн расписали по их цветным снимкам, переданным из космоса. Подобным образом можно создать модель «окрестностей» нашего Солнца, показав в ней расположение ближайших звезд.

Суть многих астрономических процессов и явлений наиболее наглядно можно продемонстрировать с помощью объемных динамических установок. Некоторые из них могут приводиться в движение от электромотора. Наиболее известным примером динамической модели является теллурий, который помогает объяснить причину смены времен года. Его можно сделать, используя металлический «Конструктор».

М. Е. Набоков на базе малого глобуса Земли изготовил простую и наглядную модель системы Земля — Луна. Для этого он установил глобус Земли на дважды изогнутую ось. Первый (нижний) изгиб соответствует углу наклона лунной орбиты. К этой части оси под прямым углом на достаточно жесткой проволоке укрепляется шарик — Луна. Этот шарик вместе с проволокой должен иметь возможность обращаться вокруг глобуса. Если эту установку освещать сбоку электролампой, то можно продемонстрировать смену лунных фаз, природу солнечного и лунного затмений. Для того чтобы лунный шарик не попадал в тень Земли при каждом новолунии, наклон лунной орбиты (первый изгиб оси) придется увеличить более чем на 5° . Этот угол будет тем ближе к естественному, чем меньшего размера мы возьмем модель Земли и чем дальше от нее будет отстоять лунный шарик.

Изменение взаимного расположения планет при их обращении вокруг Солнца покажет прибор «Стержневой планетарий» конструкции Р. И. Цветова. На достаточно устойчивом штативе вертикально укрепляется металлическая труба длиной 20—30 см и диаметром 20—25 мм. На нее надеваются шесть металлических колец, внутренний диаметр которых почти равен внешнему диаметру трубы. В каждое кольцо перпендикулярно ввинчивается на резьбу по одному стержню, другой конец которого изогнут вверх. Диаметр стержней 7—9 мм. К концу каждого стержня крепится шар большего или меньшего размера, символизирующий соответствующую планету. Длина загнутого кверху колена в каждом случае должна быть такова, чтобы все «планеты» оказались в одной плоскости. Для того чтобы все «планеты» могли свободно поворачиваться вокруг трубы, очевидно, стержень «Меркурия» должен быть самым коротким и прикрепленным к верхнему кольцу, а стержень «Юпитера» —

самым длинным и крепиться к нижнему кольцу; соответственно стержни остальных моделируемых планет расположатся между ними. По центру модели в верхней части трубы устанавливается электролампочка или матовый подсвеченный изнутри шар — «Солнце». В данном случае не удастся соблюсти масштабы расстояний, да и размер шаров вряд ли должен в точности соответствовать отношению диаметров планет. Назначение стержневого планетария в другом: возможность относительного перемещения стержней с шарами поможет лучше представить конфигурацию планет, фазы Меркурия и Венеры, противостояние Марса, расположение планет относительно Земли и условие их видимости в данное время. Используя систему редукторов с электромотором, можно на основе стержневого планетария выполнить электромеханическую модель орбитального движения планет с соблюдением относительных периодов их обращения. Опыт создания такой модели также имеется в астрономических кружках.

Демонстрация относительного движения планет по орбитам может быть осуществлена и с помощью плоскостной модели, предложенной М. Е. Набоковым и усовершенствованной Р. И. Цветовым. М. Е. Набоков предложил до начала занятия выполнить на классной доске чертеж орбит Меркурия, Венеры, Земли и Марса и наметить на них средние расстояния, «пробегаемые» планетами за один месяц. В одном из фокусов орбиты Меркурия прикрепляется небольшая электрическая лампочка — Солнце (в простейшем случае лампочка от карманного фонаря с рефлектором) с подведенным к ней шнуром. Шарики планет прикрепляются к доске в нужном месте орбиты с помощью продетой сквозь них булавки. Изменения, внесенные в модель Р. И. Цветовым, заключаются в следующем. В диске размером около 2 м орбиты планет выполнены в виде прорезей, по которым могут перемещаться закрепленные в них шарики-планеты. Нами была изготовлена аналогичная модель на фанерном диске диаметром 1 м, где орбиты Венеры, Земли, Марса, а также траектории межпланетных станций были обозначены стальной проволокой, а металлические диски планет и контуры станций легко прикреплялись в любое место орбит, так как были намагничены.

Много оригинальных плоскостных наглядных пособий с подвижными деталями разработал Г. Г. Ленгауэр. Наиболее полное из известных нам описаний его пособий дано Г. Г. Ленгауэром в сборнике «Преподавание астрономии в школе» (Изд-во АПН, 1959), где автор приводит описание установок:

1. Изменение вида звездного неба с широтой.
2. Суточные пути Солнца в разное время на различных широтах.
3. Подвижная звездная карта с годичным видимым движением Солнца.
4. Годичное движение Земли. Времена года. Видимое годичное движение Солнца. («Плоскостной теллурий».)
5. Положение Луны над горизонтом в разное время суток при разных ее фазах.
6. Лунное затмение.

Наиболее необходимой плоскостной динамической моделью в астрономическом кружке является подвижная карта звездного неба. На демонстрационной карте изображены объекты со склонениями от -30° до $+90^\circ$, т. е. картина, которая может наблюдаться в географических широтах нашей страны, где указаны звезды и их основные характеристики: блеск, цвет, степень стационарности, названия звезд и созвездий, показаны, кроме того, туманности, звездные скопления, сверхновые, радиоисточники, галактики, метеорные радианты.

Известны десятки модификаций самодельных демонстрационных звездных карт. Так, в Московском дворце пионеров в разное время были изготовлены звездные карты различной конструкции и из различных материалов. Для изучения звездного неба на листе дюралюминия была сделана фотометрически точная карта оригинальной конструкции. Ее разработку совместно с одним из авторов настоящего пособия осуществил А. Д. Марленский. На лист металла была наклеена калька, снятая с карты звездного неба диаметром 1 м. Затем сверлами разного диаметра были сделаны отверстия. Поверхность листа с лицевой стороны покрыли из пульверизатора матовой черной краской. Диск был вставлен в плоский ящик из гетинакса, смонтированный на каркасе из уголка. Карта изнутри подсвечивалась четырьмя лампами дневного света, установленными по периметру ящика. Лампы были экранированы таким образом, что свет от них падал на внутреннюю поверхность светлого днища ящика. Это обеспечивало равномерную освещенность звезд-отверстий. Самые крупные отверстия, соответствующие ярким звездам, выделяющимся цветностью (Сириус, Капелла, Бетельгейзе, Альдебаран, Поллукс, Антарес, Спика, Вега), изнутри были прикрыты кусочками цветной прозрачной пленки. Звездный диск опирался на ролики с резиновым покрытием и удерживался пятью направляющими роликами. Реверсивный мотор обеспечивал вращение диска в обе стороны. Весь короб подвешивался вертикально в прямоугольной раме и с помощью другого мотора мог подниматься и опускаться на тросике, перекинутом через блоки. Остановку обеспечивали концевые выключатели.

Обучающийся или испытуемый садился в кресло напротив карты. Поле его зрения было ограничено тубусом без оптики таким образом, что он мог видеть участок, охватывающий около $1/15$ части всей поверхности карты. Пульт управления движением карты был задублирован: одним пользовался кружковец, другим — инструктор. Обучение и испытание проводились в двух режимах. В первом испытуемый должен был «загнать» в поле зрения тубуса те или иные звезды или созвездия. Во втором он должен был опознать астрономические объекты, которые ему выставлял инструктор. Если испытание проводили в слабо освещенном помещении, то моделируемый вид звездного неба производил очень сильное впечатление. У испытуемого создавалась иллюзия, что он ориентирует свой корабль относительно окружающего его звездного неба. Особенно нравилось кружковцам включать сразу два возможных движения

карты. На модели отсутствовали границы созвездий и какие-либо надписи. Подобная «немая» звездная карта — прекрасное средство для изучения звездного неба в кружках юных астрономов.

Наряду со стационарными демонстрационными звездными картами, предназначенными в основном для обучения начинающих юных астрономов и для массовой работы, можно изготовить в кружке 1—2 переносных карты для использования в наблюдениях. Диск из оргстекла может иметь диаметр 20—25 см. На нем насверливают звезды и процарапывают очертания и названия созвездий. Такой картой можно пользоваться в темноте, если укрепить ее в коробе и подсветить с торца 2—3 лампочками от карманного фонарика.

На базе выпускаемых промышленностью карт Луны и Марса можно изготовить рельефные карты. В Московском планетарии была изготовлена рельефная карта луны на оргстекле с подсветом ее с торца лампами дневного света. Рельеф с обратной стороны оргстекла выполнялся с помощью бормашины.

Расскажем еще об одном способе создания «немых» обучающих карт. Одним из авторов настоящего пособия была предложена карта со скрытыми под ее печатной основой плоскими пружинными контактами. Если в ответ на вопрос школьник касался указкой карты в нужном месте, то загоралась электрическая лампочка (замыкался пружинный контакт). Описанная карта использовалась в сеансах занимательной науки в Московском планетарии. По такому принципу можно сделать большие карты звездного неба, Луны, Марса. Для большей долговечности карту можно покрыть прозрачной полиэтиленовой пленкой.

Скажем вкратце о моделях, предназначенных для объяснения устройства астрономических инструментов. Это могут быть модели или макеты старинных инструментов, модели-копии или макеты современных средств астрономических и космических исследований, простых в изготовлении угломерных инструментов. О них мы говорили в разделе «Кружок занимательной астрономии». Некоторые кружковцы с охотой возьмутся за изготовление моделей-копий известных оптических инструментов — БТА, ЗТШ, РАТАН-600 и радиотелескопов различной конструкции. Рекомендуем также выполнить модели основных инструментов, имеющихся в распоряжении кружка. Так, в кружке Н. В. Козловой в Московском дворце пионеров была выполнена точная модель (в масштабе 1:5) цейсовского телескопа-рефрактора. Эта модель позволяет продемонстрировать все операции, которые приходится выполнять в процессе работы с инструментом. Модель успешно используется для обучения и при сдаче предварительного зачета на право самостоятельно работать в обсерватории.

Кружковцам младшего и среднего возраста вполне по силам выполнение целого ряда макетов. Это могут быть макеты характерных участков поверхности небесных тел, модели их внутреннего строения. Можно попытаться воспроизвести по снимкам, переданным из космоса, конкретные участки Луны, Венеры, Марса, Меркурия.

5.3. ПЛАНЕТАРИЙ

Среди технических средств обучения планетарий занимает несомненно особое место.

Планетарий — проекционный аппарат особой конструкции, позволяющий демонстрировать на полусферическом куполе-экране вид звездного неба. Обычно в комплекте с ним используется ряд дополнительных проекторов, что дает возможность дополнить картину ночного неба показом многих астрономических, а также геофизических явлений.

В настоящее время у нас в стране используется несколько типов аппаратов «Планетарий».

Сравнительно недавно фирма «Карл Цейс» наладила серийный выпуск модернизированного малого аппарата с программным управлением. В отличие от своего предшественника, который имеет один звездный шар, аппарат новой конструкции ЗКР-2 обладает двумя звездными блоками. Смонтированные в них 35 проекторов воспроизводят на куполе все созвездия северного и южного неба.

Уже было сказано, что аппарат «Планетарий» и дополнительная проекционная аппаратура могут быть созданы самими любителями астрономии. Дело это трудоемкое, но, как показывает опыт, вполне осуществимое. В качестве прототипа рекомендуется использовать аппарат УП-4, принцип действия которого довольно прост. Представьте себе, что вы поместили изготовленный особым образом светящийся звездный глобус в темном помещении в фокусе полусферического белого потолка. В этом случае на потолок спроецируется картина звездного неба. Как изготовить подобный глобус?

Опыт постройки и использования планетария описан в литературе. Один из опытейших руководителей детских астрономических коллективов Н. К. Семакин в своей статье рассказывает о том, как в московской школе № 500 бригада из восьми учеников 5—10 классов соорудила аппарат за три месяца [32]. В описанном случае проектор звездного неба был склеен из полос чертежной бумаги, нарезанных в форме сферических треугольников нужного размера. В качестве шаблона ребята использовали одно из полушарий разрезанного по экватору глобуса диаметром 400 мм. Первый слой намоченных в воде бумажных треугольников накладывался на поверхность шаблона без клея. Затем наклеивали еще два слоя нарезанных бумажных полосок. Листы наклеивались со смещением, чтобы всякий раз верхний лист закрывал линию стыков в нижележащем слое. Сходящиеся у полюса углы рекомендуется предварительно обрезать и наклеивать в полярной области бумажные многоугольники нужного размера. После завершения этой части работы надо дать обсохнуть наружной поверхности изделия и туго обтянуть его простыней. Это позволит избежать деформации и разрывов при просушке. Подобным образом изготавливают и вторую полусферу. Просушку производят при комнатной температуре в течение 30—45 ч.

На внутренней поверхности снятых с шаблонов полусфер наме-

чают с осторожностью по координатной сетке положение звезд до 4-й звездной величины. По этим меткам аккуратно прокалывают иглами разной толщины отверстия. Опыт показывает, что достаточно использовать иглы четырех диаметров. Отверстия для самых ярких звезд можно проколоть иглой толщиной 1 мм. В отдельных случаях оказывается целесообразным обозначить несколько звезд слабее 4-й звездной величины. Это, в частности, приходится делать, чтобы стали более узнаваемыми очертания некоторых созвездий. Следует иметь в виду, что нанесение проколов — работа кропотливая и утомительная. Ведь придется с осторожностью выполнить более 1000 отверстий. Если прокол по ошибке нанесен не в том месте или большего, чем необходимо, диаметра, то его можно заделать тонким слоем пластилина и исправить допущенный просчет.

Готовые к работе полусферы следует соединить металлическим кольцом таким образом, чтобы их в дальнейшем можно было легко отделять друг от друга. Предварительно в южном полушарии, в полярной его области вырезается отверстие, через которое внутрь на глубину 200 мм проходит втулка. На конце ее, в центре сферы закрепляется 6 вольтовая «точечная» лампочка. Электропитание к ней подводится через втулку. Штатив звездного проектора должен быть достаточно устойчивым, чтобы звезды не дрожали на искусственном небосводе. Крепление шара на штативе должно быть осуществлено таким образом, чтобы обеспечить изменение наклона для демонстрации неба разных широт. Вместе с тем трубка штатива должна войти во втулку звездного шара так, чтобы он мог поворачиваться вокруг полярной оси для показа суточного движения небосвода. Это вращение можно осуществлять вручную или от мотора со скоростью примерно 1 об. за 4 мин. Матерчатый купол можно выполнить из простыней на стационарном или складывающемся каркасе. Способ монтажа аппарата, конструкция штатива и устройство купола — все это дело творчества и изобретательности бригады создателей планетария.

Если кружок не имеет собственного планетария, то надо выяснить возможность посещения, хотя бы эпизодически, ближайшего городского. В настоящее время в стране таких учреждений более 70. Руководитель кружка должен постараться установить тесный контакт с сотрудниками городского планетария. Связь эта может быть обоюдополезной. Наиболее серьезные и подготовленные члены кружка могли бы проводить экскурсии по выставке в фойе планетария, организовать демонстрационные астрономические наблюдения для пришедших на лекцию.

Занятия для юных астрономов в городском планетарии могут проводить как его сотрудники, так и руководители кружков. Разумеется, последний вариант должен быть специально согласован с администрацией планетария.

Широкие возможности использования планетария в учебной и массовой работе настолько велики и разнообразны, что следует сделать все возможное для приобретения или постройки этого незаменимого комплекса.

5.4. ТЕХНИКА ДЛЯ АСТРОФОТОГРАФИИ

Астрофотография — распространенная и достаточно популярная область любительской астрономии. Для ее организации руководитель кружка, прежде всего, должен знать основные характеристики и возможности применительно к астрономии заводских фотоаппаратов. Этому поможет знакомство с параметрами отечественных фотообъективов.

Тип объектива	A	F	Поле зрения	Тип фотокамеры
МТО-1000	1:10	1000 мм	2°,5	Зенит
МТО-500	1:8	500	4,8	Зенит
Таир-3А	1:4,5	300	8,0	Зенит-3М
Телемар-22	1:5,6	200	16,0	Зенит
Юпитер-6	1:2,8	180	14,0	Зенит
Юпитер-11	1:4	135	18,0	Киев, Зоркий
Таир-11	1:2,8	135	18,0	Зенит-3М
Гелиос-40	1:1,5	85	28,0	Зенит-3М
Юпитер-9	1:2	85	28,0	Зенит-3М
				Зоркий-10
Мир-3	1:3,5	65	65,0	Салют
Гелиос-44	1:2	58	55,0	Зенит-3М
Индустар-26М	1:2,8	50	45,0	ФЭД-3
Вега-3	1:2,8	50	45,0	Зенит-4
				Зенит-5
Юпитер-8	1:2,0	50	45,0	Киев-4, Киев-4А
Индустар-63	1:2,8	45	45,0	Чайка, Зоркий-10

Фотообъективы с соответствующими камерами, начиная с «Таира-3А» по «Юпитер-9» включительно, целесообразно использовать для фотографирования звездных скоплений, участков Млечного Пути, переменных звезд. Следующие за «Юпитер-9» объективы используются для съемок серебристых облаков, полярных сияний, комет, зодиакального света, для фотографирования звезд с целью поиска переменных или с целью составления фотографического атласа звездного неба. Находят они себе применение и при фотографировании метеоров. Фотообъективы МТО-1000 и МТО-500, особенно первый, используются для фотографических наблюдений Луны. Можно их применять также для фотографирования шаровых и рассеянных звездных скоплений, но при длительных экспозициях. Для съемок туманностей более приемлемы объективы «Юпитер-6», «Гелиос-40» и «Юпитер-9» вследствие их большой светосилы.

Со временем любители астрономии обычно приступают к созданию самодельных астрофотокамер, с тем чтобы оснастить их объективами большего диаметра типа «Индустар», «Уран», объективами от аэрофотокамер АФА или НАФА. Упомянутые объективы «Индустар» имеют следующие характеристики (см. с. 186). Приведенные в таблице предельные звездные величины получены на фотопленке чувствительностью 45 единиц ГОСТ при 30-минутной выдержке. Поскольку три первых объектива имеют невысокую све-

Марка объектива	D мм	F мм	A	Предельная зв. величина m
Индустар-17	100	500	1:5	12,2
Индустар-37	67	300	1:4,5	11,3
Индустар-51	47	210	1:4,5	10,6
Индустар-22	15	50	1:3,3	8,1

тосилу, время экспозиции можно увеличить и запечатлеть таким образом более слабые звезды.

Фотообъективы «Уран-7» и «Уран-9» используются в НАФА. «Уран-9» имеет фокусное расстояние 500 мм и светосилу 1:2,5. Следовательно, диаметр его объектива ---200 мм. Менее светосильны объективы от аэрофотокамер АФА. При фокусных расстояниях 1000, 750 и 500 мм их светосила равна 1:6,7, а при фокусных расстояниях 400 и 210 мм ---1:4,5. Эти объективы имеют сложную оптику и обладают поэтому массой около 10 кг. Понятно, что для них придется строить специальную массивную монтировку.

Каждая фотокамера должна иметь достаточно прочный каркас в виде прямоугольной коробки или трубы (корпус камеры выполняется из многослойной фанеры, досок, металла, пропитанной клеем плотной бумаги, стеклоткани с эпоксидной композицией), фотообъектив, кассетную часть и устройство для фокусировки. Устройство для фокусировки должно обеспечивать безлюфтовое перемещение объектива относительно фотопластины с последующей его фиксацией. Весьма важно при постройке фотокамеры выдержать идеальную параллельность фокальной плоскости объектива и фотопластины. Этого можно добиться следующим образом. В кассете вырезается задняя стенка, после чего она заряжается матовым (не молочным) стеклом так, чтобы матовая сторона была обращена в сторону объектива. Затем фотокамеру направляют на область неба с яркими звездами и фокусируют изображение. Окончательную фокусировку производят по одной из слабых звезд, рассматривая ее изображение на матовом стекле с помощью положительного окуляра. Другой способ заключается в следующем. Неподвижной камерой фотографируют участок неба. После 5---10 мин экспозиции фотообъектив на 1---2 мин закрывают крышкой и на 1/2 оборота поворачивают, после чего с той же экспозицией продолжают съемку. Эту операцию повторяют несколько раз. На проявленном и отфиксированном негативе будут видны дугообразные следы звезд различной толщины. Самый тонкий след будет соответствовать наилучшему положению объектива относительно фотопластины. Понятно, что при каждом этапе съемки положение объектива должно фиксироваться и регистрироваться.

Самодельный астрограф в простейшем случае можно соорудить на базе готового промышленного теодолита. Этот прибор имеет две взаимно перпендикулярных оси, винты тонких движений по этим осям и зрительную трубу, которая в нашем случае может

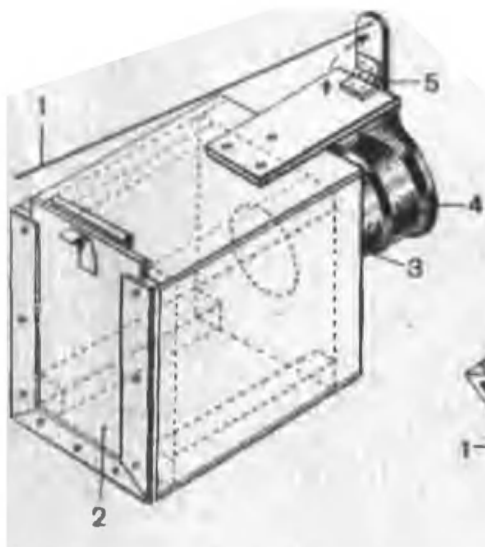


Рис. 14. Конструкция самодельной фотокамеры: 1) управление затвором, 2) кассета, 3) фотообъектив, 4) затвор, 5) пружина затвора.

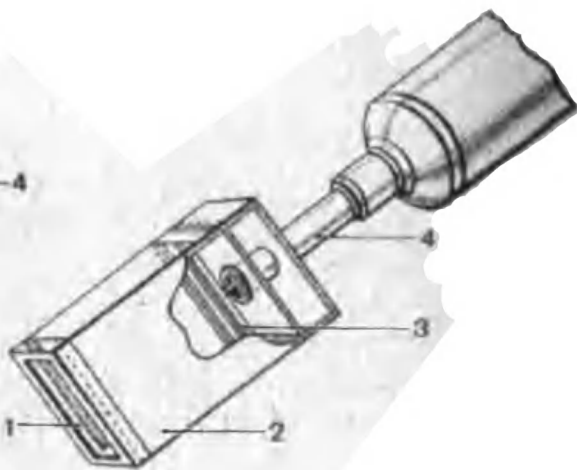


Рис. 15. Окулярная камера для съемки Солнца: 1) паз для кассеты или для матового стекла, 2) камера на окулярной трубке, 3) паз для установки моментального затвора, 4) окулярная трубка.

выполнять роль гида. Наиболее доступен для любителей астрономии школьный теодолит, который можно приобрести в магазинах Главснабпроса. Его оптическая часть — зрительная труба «Турист» с 10-кратным увеличением. Прибор продается со штативом. Для целей астрофотографии лучше использовать более массивный киноштатив. Сам теодолит следует установить и закрепить на наклонной плоскости, образующей с плоскостью горизонта угол, равный широте места наблюдения. С ручкой тонких движений по часовой оси (в теодолите этим винтом производится перемещение трубы по азимуту) надо связать привод часового механизма.

Не более сложен самодельный астрограф, созданный на основе механизма от барографа или термографа с суточным заводом. Роль штатива в данном случае может выполнить школьный микроскоп. В некоторых моделях микроскопов тубусу можно придать практически любой угол наклона, задав тем самым требуемый угол наклона головке астрографа. Фотоаппарат закрепляется на верхней площадке барабана самописца. Такой астрограф не имеет оси склонений и поэтому им можно фотографировать только области неба, расположенные поблизости от небесного экватора.

Применение в качестве питающей оптики длиннофокусных объективов (100 мм и более) увеличивает требования к жесткости конструкции астрографа, в особенности к элементам сочленения осей, фотокамеры и гида, к устойчивости и массивности штатива. Вместе с тем увеличиваются требования к гиду, усложняются условия гидирования. Это, в частности, объясняется тем, что с увеличением фокусного расстояния объектива астрофотокамеры увеличивается масштаб изображения. Для получения качественного изображения

звезд необходимо, чтобы изображение на пластинке сместилось не более чем на 0,03 мм (30 микрон).

Соотношение фокусного расстояния камеры с фокусным расстоянием и увеличением гида представлено в следующей таблице:

Фокусное расстояние объектива камеры (см)	5	10	15	20	30	50	100	200
Точность гидирования	2'	1'	0',7	0',5	0',3	0',2	0',1	3''
Фокусное расстояние гида (см)	20	40	50	60	80	100	150	200
Минимальное увеличение гида	5	10	15	20	30	50	100	200

Гид должен иметь крест нитей, установленный в фокальной плоскости положительного окуляра. Крест нитей можно приготовить самим из очень тонкой проволоки, из обезжиренного волоса, из паутины. Нити должны быть тем тоньше, чем больше увеличение гида. За толстой нитью слабая звезда, по которой намечалось гидирование, может «спрятаться», что затруднит контроль за ее положением в центре креста нитей.

Нити предварительно наклеиваются на картонное кольцо, которое вставляется в обойму окуляра. Совмещение центра креста нитей с оптической осью не строго обязательно. Нити не должны провисать.

Крест нитей должен подсвечиваться. Это можно сделать одним из трех способов:

1. Лампочкой карманного фонаря с маленькой диафрагмой слегка засветить поле зрения гида через объектив.

2. Лезвием бритвы нанести крест нитей на тонкую прозрачную пластинку из оргстекла и подсветить ее лампочкой карманного фонарика с торца пластины.

3. Выбрать для гидирования достаточно яркую звезду и слегка расфокусировать ее изображение, чтобы осветить таким образом крест нитей.

Наличие часового механизма облегчает задачу гидирования. Однако из-за неточности хода часового механизма и неправильной установки прибора относительно географической широты и меридиана приходится осуществлять визуальный контроль за положением выбранной звезды. Если астрограф не имеет часового механизма, то удержание звезды в перекрестии нитей осуществляется только вручную винтами тонкого движения. Конструкция часового механизма должна предусматривать возможность подстройки от руки. Подстройка часового механизма может выполняться от генератора переменной частоты. Изменение частоты тока, питающего электродвигатель часового механизма, приводит к изменению скорости вращения его выходного вала.

Установку параллактической монтировки производят следующим образом. Астрограф устанавливается первоначально приблизительно по широте и меридиану. Затем наблюдатель наводит инструмент на какую-либо звезду, находящуюся вблизи кульминации. Винтами плавного движения звезда удерживается в кресте нитей.

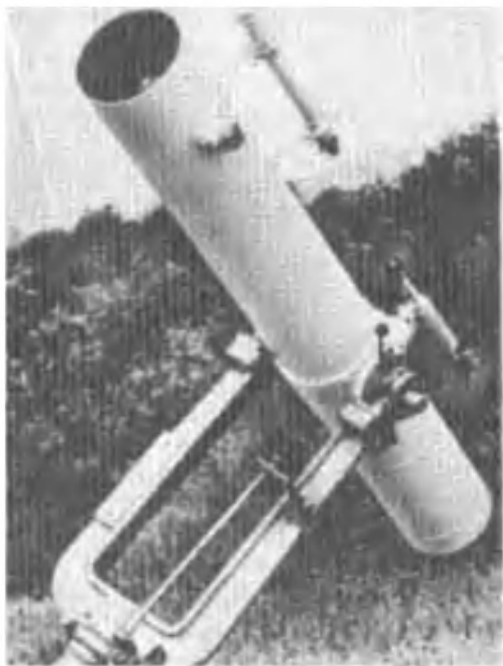


Рис. 16. Астрографы оригинальной конструкции, созданные юными астрономами г. Баку под руководством С. И. Сорина.



Рис. 17. Телескоп на вилочной монтировке, созданный во Дворце пионеров им. Ю. Гагарина в Баку (руководитель С. И. Сорин).

Если звезда уходит вверх или вниз, то штатив инструмента (или параллактическую головку) надо повернуть вправо или влево. Эту операцию повторяют несколько раз, добиваясь такого положения, при котором звезда будет «сидеть» в перекрестии нитей. Второй этап регулировки заключается в наблюдении звезды на западе и востоке. Методика наблюдения прежняя. Если звезда уходит вверх или вниз, то надо постепенно изменять угол наклона часовой оси относительно плоскости горизонта. Правильного положения добиваются поочередным наблюдением звезд на востоке и на западе.

Чем тщательнее будет выставлен инструмент, тем легче будет процесс гидирования, тем качественнее могут быть негативы.

Метеорный фотопатруль может иметь несколько вариантов конструкции. Простейший патруль — фотоаппарат на прочном штативе. Аппарат можно сориентировать объективом в зенит и фотографировать околозенитную область неба. При неподвижном аппарате звезды на негативе будут выглядеть дугами тем большей длины, чем больше экспозиция съемки. Метеор, пролетевший в поле зрения объектива, оставит след в виде прямой линии, пересекающей под некоторым углом «звездные дуги». Фотографировать метеоры можно любым аппаратом, отдавая предпочтение светосильным объективам с наибольшим диаметром. Это даст возможность получать снимки слабых по блеску метеоров. Вероятность получения снимка метеора возрастает с применением объективов, имеющих большое поле зрения.

Обычно метеорный патруль делают состоящим из нескольких

фотоаппаратов, установленных на общем штативе. При этом каждый аппарат должен иметь в поле зрения «свою» область неба, захватывая в то же время частично и области, наблюдаемые соседними камерами. Штатив можно сделать в виде кольца (из трубы или из уголка) диаметром 0,5—0,75 м. Фотоаппараты крепятся на кольцо при помощи фотографических трубочин или на специальных стойках их заменяющих. Само кольцо приваривается или прикручивается болтами к металлическим ножкам. В других вариантах — закрепляется на деревянных, кирпичных или бетонных столбиках высотой не более 1, 2 м.

После освоения методики фотографирования метеоров на таком многокамерном патруле следует приступить к изготовлению обтюратора. Последний состоит из электродвигателя и двухлопастного «пропеллера». Необходим также счетчик оборотов двигателя. При включении обтюратора лопасти через равные интервалы будут перекрывать объективы фотоаппаратов. В результате этого след метеора на снимке будет выглядеть в виде пунктирной линии. Длина штрихов и их число позволят определить скорость и продолжительность пролета метеоров. Скорость вращения обтюратора должна обеспечивать примерно 60 перекрытий объектива за одну секунду. Корректировка этого числа может достигаться и числом лопастей.

Обтюратор устанавливается в центре кольца штатива на самостоятельном бетонном или кирпичном фундаменте. Следует принять все необходимые меры, чтобы вибрация, возникающая при работе двигателя, не передавалась фотоаппаратам. Необходимо, в частности, двигатель и кольцо штатива установить на амортизационных прокладках.

Метеорный патруль может быть установлен и на параллактической монтировке, что позволит получать изображения звезд в виде точек. Такой вариант установки метеорного патруля значительно сложнее реализовать в любительской практике.

Интересной областью метеорной астрономии является фотографирование спектров метеоров. Для этого можно использовать призмы с углами преломления от 10 до 45°, установленные перед объективом фотоаппарата.

Метеорный патруль может быть построен и на базе самодельных фотокамер с объективами светосилой 1:3 и более при фокусном расстоянии 10—15 см. При использовании фотопластинок форматом 9×12 см фотографируемая область неба будет иметь размеры примерно 30°×30°.

5.5. САМОДЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ТЕЛЕСКОПОВ

В зрелом любительском астрономическом коллективе может быть изготовлена целая серия приборов и приспособлений, которые позволят поставить наблюдения на более высоком и современном уровне. Приведем описание некоторых из них, с успехом применяемых в коллективах юных астрономов.

Фотометр для визуальных наблюдений переменных звезд рабо-

тает в сочетании с телескопом. Принцип его работы должен обеспечить создание искусственной звезды сравнения и перенос ее изображения в фокальную плоскость телескопа. На рисунке 18 показана оптическая схема такого фотометра. Лампочкой 8 и диафрагмой 6 создается искусственная звезда. Объектив 5 выполняет роль конденсора, а объектив 4 строит изображение этой звезды в фокальной плоскости телескопа. Фильтр 7 ослабляет блеск искусственной звезды (об изготовлении нейтральных светофильтров будет сказано ниже). 1 и 2 — окуляры для наблюдений соответственно ярких и слабых звезд. 3 — отражающий элемент, в качестве которого используется установленная под углом в 45° к оптической оси фотометра часть отмытой фотопластинки. Изображение наблюдаемой звезды проходит, частично ослабляясь при этом, сквозь пластинку, и его вместе с другими находящимися в поле зрения звездами можно будет увидеть в фокальной плоскости рядом с искусственной звездой.

Основная сложность создания фотометра заключается в получении точечного изображения искусственной звезды, сравнимой по размерам с изображением наблюдаемых переменных звезд. Этого добиваются использованием в конструкции сложных объективов (например, микрообъективов от микроскопов), их тщательной юстировкой, минимально возможными размерами диафрагмы, а также уменьшением фокусного расстояния объектива 5 по сравнению с объективом 4. Последнее позволяет уменьшить размеры изображения диафрагмы во столько раз, во сколько раз фокусное расстояние объектива 5 меньше фокусного расстояния объектива 4. Это уменьшает размеры искусственной звезды в фокальной плоскости объектива телескопа. Постоянство накала лампочки контролируют стрелочным прибором или применяют стабилизатор напряжения.

Яркость искусственной звезды зависит от того, какой участок нейтрального светофильтра введен в световой поток. Калибровка светофильтра осуществляется путем сравнения яркости искусственной звезды с блеском стандартных звезд Северного полярного ряда или Плеяд. Вводя в световой поток искусственной звезды соответствующий участок нейтрального светофильтра, приравнивают ее блеск к блеску очередной звезды сравнения. При этом всякий раз отмечают положение светофильтра и обозначают его соответствующей звездной величиной. Теперь визуальный фотометр готов к использованию. Наблюдая после этого переменную звезду и приравнивая к ней блеск искусственной звезды, путем перемещения светофильтра считывают с указателя положения светофильтра значение звездной величины. Это и будет блеск переменной звезды в момент наблюдения.

Фотометрический клин в описанном фотометре можно заменить двумя поляризационными светофильтрами типа ПФ (ПФ-36, ПФ-42 и т. п.), которые приобретают в магазине фотоприборов. Один из светофильтров укрепляют неподвижно, а другой вращается вокруг своей оптической оси, ослабляя блеск искусственной звезды.

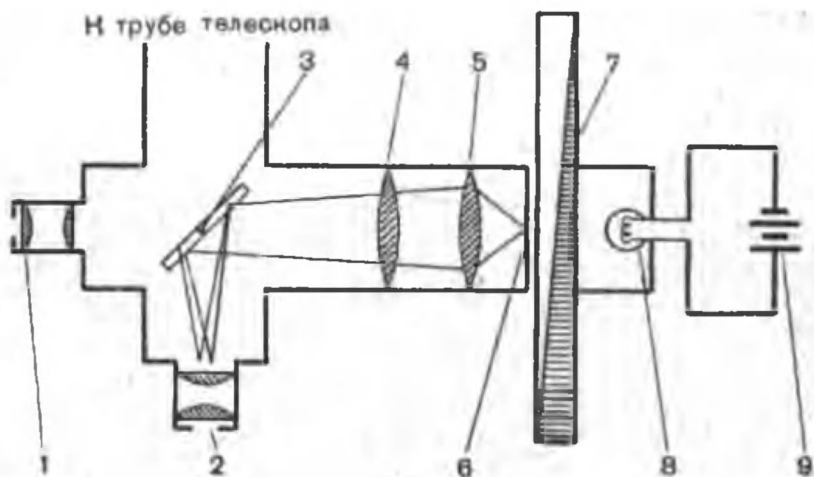


Рис. 18. Оптическая схема фотометра для визуальных наблюдений звезд.

Фотометр для исследования яркости протяженных объектов — туманностей, комет, участков Луны и т. п. — в сочетании с телескопом представляет собой бинокулярную систему. Одним глазом наблюдатель в окуляр телескопа рассматривает исследуемый объект, другим — через окуляр фотометра видит нейтральный светофильтр с дискретным изменением коэффициента пропускания. Светофильтр освещается лампочкой, к которой предъявляются требования, аналогичные рассмотренным в случае звездного фотометра. Линейные размеры светофильтра (его можно назвать ступенчатым ослабителем света) определяются фокусным расстоянием окуляра и его полем зрения. Если в приборе использован окуляр с фокусным расстоянием 40 мм и с полем зрения 45° , то линейные размеры ступенчатого ослабителя могут составить 32 мм. На этой длине нетрудно будет разместить 6 ступенек различной плотности. Яркость наблюдаемого объекта сравнивается с яркостью одной из площадок, каждая из которых имеет известную яркость в условных единицах (см. описание методики изготовления и исследования нейтральных светофильтров).

Между лампочкой и ступенчатым ослабителем придется ввести цветной светофильтр — желтый при наблюдении Луны, слабоголубой или синий для исследования комет и туманностей. Лампочка фотометра должна светить белыми лучами, в противном случае будет затруднительно или даже невозможно подобрать цветовые системы «фотометр — наблюдаемый объект».

Более точные измерения блеска или яркости небесных объектов можно осуществить с помощью электрофотометров. В качестве приемников света в них можно применить фотоэлектронные умножители (ФЭУ), фотоэлементы (ФЭ), фоторезисторы (ФР), фотополупроводниковые приемники света (ФП).

Поток лучистой энергии, преобразованный приемником света в электрический сигнал, измеряется стрелочным гальванометром или регистрируется на самопишущем приборе. При необходимости

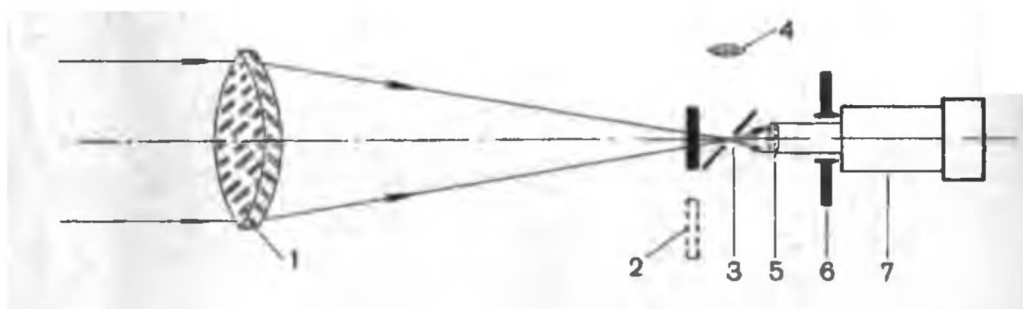


Рис. 19. Оптическая схема электрофотометра с фотоумножителем: 1) объектив, 2) затвор для отсчета уровня темнового тока, 3) диафрагма с зеркальными краями, 4) подсмотровый окуляр, 5) линза Фабри, 6) диафрагма поля, 7) ФЭУ.

сигнал может быть усилен по постоянному или переменному току. В последнем случае перед приемником света надо поставить механический прерыватель света — модулятор. Выбор приемника света, регистрирующего устройства, и принципа усиления сигнала зависит от яркости наблюдаемого объекта и от поставленной задачи.

Яркость Луны во время полутеневых затмений, во время частных фаз теневого затмения, яркость неба во время частных солнечных затмений можно регистрировать с помощью фоторезистора без усиления электрического сигнала.

Более сложным в изготовлении является электрофотометр большей чувствительности на базе фотоэлемента УВ-4. Здесь сигнал с электрофотометра усиливается двухламповым усилителем постоянного тока и регистрируется стрелочным гальванометром.

Электрофотометр на фотоэлементе даже при условии усиления электрического сигнала не позволит фотометрировать звезды слабее 3-й звездной величины. Это заставляет применять в качестве приемников света фотоэлектронные умножители, которые характеризуются высокой чувствительностью и линейной зависимостью между световым потоком и величиной электрического сигнала на выходе ФЭУ (рис. 19). Фотометр на ФЭУ работает по схеме усиления постоянного тока с использованием электрометрической лампы с большим входным сопротивлением. Это позволяет регистрировать фототок порядка 10^{-12} А. При такой высокой чувствительности приемника света с телескопом, имеющим диаметр зеркала 200—250 мм, удастся фотометрировать звезды до 7-й звездной величины.

В блок-схему электрофотометра на ФЭУ войдет, помимо усилителя постоянного тока, источник питания ФЭУ и самописец. Луч света астрономического источника, пройдя через диафрагму, попадает на линзу 5 (так называемая линза Фабри) и далее на фотоэлемент. Назначение линзы Фабри заключается в том, чтобы заполнить светом исследуемого источника всю рабочую поверхность светоприемника. Назначение диафрагмы — «вырезать» необходимый исследователю участок небесного объекта, свет одной звезды. Под-

смотровый окуляр позволяет контролировать положение фотометрируемого объекта на рабочей поверхности приемника света. Во всех конструкциях электрофотометров применяется приспособление для перекрытия светового пучка с целью регистрации так называемого темнового тока, т. е. электрического тока, создаваемого самим приемником при отсутствии засветки его рабочей поверхности. Измеренный гальванометром или записанный самописцем уровень темнового тока является нуль-пунктом отсчета полезного сигнала.

Здесь уместно сказать о требованиях к фокусному расстоянию оптики, питающей приемник света. При наблюдениях лунных затмений, когда фотометрируется весь диск Луны, линейный размер его в фокальной плоскости не должен быть большим рабочей поверхности приемника излучения. Фотометр для регистрации яркости дневного неба во время солнечных затмений должен «вырезать» на небесной сфере площадку поперечником $3-5^\circ$. Для такого фотометра можно использовать объектив с фокусным расстоянием 50—55 мм и соответствующих размеров диафрагму. Этот же фотометр применим для наблюдения яркости полярных сияний, серебристых облаков, сумеречного сегмента, ярких комет. Для изучения тонкой структуры серебристых облаков и полярных сияний, для более дифференцированных измерений распределения яркости по заревому сегменту фотометрируемую на небе область можно ограничить 1° в поперечнике и взять объектив с фокусным расстоянием 100—400 мм, со светосилой 1:2, 1:4,5. В этом случае в качестве приемника света надо использовать ФЭУ. Звездный электрофотометр должен иметь объектив с большим фокусным расстоянием. Действительно, если для этой цели применять объектив с фокусом 1000 мм, то в фокальной плоскости телескопа при диафрагме диаметром 1 мм будет построено изображение поля поперечником около $3'$. Следовательно, на рабочую поверхность приемника излучения попадает свет звезд, расположенных внутри этого поля, и выделить из него исследуемую переменную звезду будет невозможно. При этих же условиях диафрагма «вырежет» примерно $1/7$ поперечника лунного диска, т. е. будет регистрироваться яркость участка, в пределах которого окажутся и моря, и кратеры, и горы. Это приводит к необходимости увеличить фокусное расстояние телескопа приблизительно на порядок, а при фотометрировании поверхности планет — в 100—120 раз. В первом случае можно воспользоваться схемой фотогелиографа, во втором — окулярным увеличением изображения планеты. Очевидно, что при столь больших эквивалентных фокусах надо будет использовать массивные штативы для телескопов и жесткое сочленение всех съемных узлов. Техника фотометрирования заключается в том, что наблюдатель удерживает с помощью винтов тонкого движения изображение наблюдаемого объекта на диафрагме в течение 10—15 с, чтобы уверенно в дальнейшем усреднить полученные данные.

В каждой модели электрофотометра в качестве обязательного элемента присутствует линза Фабри, от которой во многом зависит качество и точность фотометрических наблюдений. Расчет лин

зы Фабри и расположение относительно нее рабочей поверхности приемника света и диафрагмы производятся по следующим формулам:

$$r = \rho + l \frac{R}{F}, \quad (1)$$

$$S = \frac{\sigma(F+l)}{R}, \quad (2)$$

$$f = \frac{S(F+l)}{F+l+S} \text{ или } f = \frac{\sigma(F+l)}{R \pm \sigma}. \quad (3)$$

Здесь r — минимальный радиус линзы Фабри, l — расстояние от диафрагмы до линзы Фабри (задается), R — радиус объектива (зеркала) телескопа, F — фокусное расстояние зеркала (объектива), S — расстояние от линзы Фабри до рабочей поверхности приемника, σ — радиус приемной поверхности приемника света, f — фокусное расстояние линзы Фабри, ρ — радиус наибольшей из рабочих диафрагм фотометра.

Все эти величины измеряются в миллиметрах. Окончательная фокусировка линзы Фабри производится следующим образом. На объективе помещается крест из черной бумаги, а на рабочую поверхность вставленного в фотометр приемника через специальный люк кладется кусочек бумаги, играющий роль экрана. Перемещением вдоль оси линзы Фабри добиваются четкого изображения креста. После этого линза жестко фиксируется, а крест и экран убираются. При этой операции линзу освещает рассеянный свет дневного неба. В качестве линзы Фабри используется обычная двояковыпуклая линза.

Визуальная, фотоэлектрическая и фотографическая фотометрия позволяет оценить блеск или яркость объекта наблюдений, проследить, как эти параметры меняются во времени, построить кривую изменения блеска и попытаться интерпретировать увиденную картину. Однако наибольшей информативностью, как известно, обладают спектральные наблюдения. Для регистрации спектров в астрономии применяются спектроскопы, спектрографы, спектроэлектрофотометры. Примером простейших спектральных приборов служат школьные однострунный и двухтрубный спектроскопы, предназначенные для визуальных наблюдений спектров.

Одно из требований, предъявляемых к коллиматору основного элемента спектральных приборов, — выполнение соотношения

$$\frac{D}{d} = \frac{F}{f}. \quad (4)$$

Если в параллельный пучок света ввести призму, то объектив камеры построит в своей фокальной плоскости изображение спектра, который и регистрируется одним из трех типов приемников света.

Входная щель располагается в фокальной плоскости объектива

телескопа параллельно преломляющему ребру призмы. Ширина щели лежит в пределах от 0,4 мм до 1 мм, а ее длина — от 3 мм до 10 мм.

Длина полосы спектра, т. е. расстояние между крайними его точками, зависит от преломляющей способности призмы, в частности от ее размеров и от фокусного расстояния объектива камеры. Длина спектра определяется соотношением:

$$l' = \frac{D}{f}, \quad (5)$$

где l' — длина спектра, l — длина щели, f' — фокусное расстояние объектива камеры, f — фокусное расстояние объектива коллиматора.

Если рассуждать нестрого, то для рефлектора с $A=1:10$ и $F=20$ см f составит 20 см при диаметре объектива коллиматора 2 см. Если при этом $l=3$ мм, то при $f=f'$ длина спектра $l'=3$ мм, т. е. длина спектра на фотопластинке будет вполне достаточной для его последующих измерений.

Процесс получения фотографии спектра заключается в следующем. При выключенном часовом механизме изображение звезды в фокальной плоскости телескопа движется параллельно щели и внутри нее. После того как звезда прошла по всей длине щели, винтом тонких движений по прямому восхождению она возвращается обратно и происходит повторное ее прохождение по щели. В зависимости от диаметра питающей оптики телескопа, яркости звезды и чувствительности эмульсии, наблюдатель выполняет такое число «прогонов» звезды по щели, при котором после обработки негатива снимок спектра будет иметь нормальную фотографическую плотность. При фотографировании спектра через телескоп АЗТ-7 на фотопленку А-600, А-660 звезды 2-й звездной величины дают нормальный по плотности спектр при 10—12 «прогонах», а звезды 4-й звездной величины требуют для получения нормальных негативов 30—35 «прогонов». В первом случае для получения спектра требуется около 7 мин, во втором — около 25 мин. (Длина щели — 30 мм.) При этом контроль за звездой осуществляется в подсмотровый окуляр.

При наличии электрического часового механизма можно ограничиться одним прохождением звезды по щели спектрографа. С этой целью с помощью генератора переменной частоты надостроить скорость вращения электродвигателя часового механизма в сторону уменьшения числа оборотов. Это приведет к рассогласованию скорости вращения телескопа вокруг полярной оси с вращением небесной сферы. В результате звезда начнет медленно перемещаться по щели прибора. Изменяя частоту тока, питающего электродвигатель, можно менять и скорость движения звезды по щели.

В спектроэлектрофотометре входная щель заменяется круглой диафрагмой и вводится дополнительный элемент — выходная щель,

расположенная в фокальной плоскости объектива камеры перпендикулярно преломляющему ребру призмы. Назначение выходной щели состоит в том, чтобы «вырезать» из спектра узкие участки, которые затем через линзу Фабри проецируются на рабочую поверхность электрического приемника света.

При неизменном положении относительно друг друга призмы и выходной щели на приемную поверхность фотоумножителя будет проецироваться только один участок спектра, ограниченный длинами волн: $\lambda_1 - \lambda_2 = \Delta\lambda$. Поворачивая с помощью двигателя (СД-2, СД-60, РД-09 и т. п.) на некоторый угол диспергирующий элемент, «прогоняют» через выходную щель весь спектр и регистрируют его при помощи самопишущего прибора. В процессе записи спектра наблюдатель контролирует положение исследуемой звезды на выходной диафрагме спектроэлектрофотометра через подсмотровый окуляр. Задача наблюдателя заключается в том, чтобы в процессе записи спектра звезда находилась внутри диафрагмы. Малейший блик на зеркальной поверхности, которая окружает диафрагму, сигнализирует о том, что звезда выходит из диафрагмы и необходимо ввести ее туда посредством микрометрических винтов. Чем тщательнее контроль, тем и надежнее окажется результат наблюдений.

Спектроскоп, также как спектроэлектрофотометр, имеет круговую входную диафрагму, но не имеет выходной диафрагмы или щели. Он снабжен подсмотровым окуляром, через который и рассматривается спектр. При наличии окулярного микрометра от простого созерцания спектров можно перейти к измерению длин волн в спектрах наблюдаемых объектов. Это может представлять определенный учебный и даже научный интерес.

Все элементы и детали спектральных приборов размещаются и жестко крепятся в светонепроницаемом кожухе, который в свою очередь жестко сочленяется с телескопом. Сам телескоп должен быть установлен на прочном параллактическом штативе. Узлы тонких движений телескопа должны иметь безлюфтовую систему и обеспечивать плавное перемещение трубы телескопа по обеим осям. Телескоп снабжается искателем с крестом нитей в окуляре; центр креста нитей совмещается с оптической осью телескопа, с ней же центрируется диафрагма спектрального прибора. Телескоп с максимально возможной точностью выставляется по широте и меридиану. Соблюдение сказанного обеспечит нормальное проведение наблюдений. В качестве искателя можно использовать астрономическую трубку АТ-1, а для большого телескопа — школьный рефрактор.

Выше говорилось об использовании нейтральных светофильтров в качестве ослабителей света. Их особенностью является то, что ослабление производится одинаково для любой длины волны в видимом участке спектра. В случае непрерывного изменения коэффициента пропускания светофильтр называют фотометрическим клином, а при дискретном изменении плотности светофильтра его называют ступенчатым ослабителем, или абшвехером. По форме фотометрический клин может быть круговым или прямоугольным.

Нейтральные светофильтры (НС) изготавливаются из обычных фотопластинок (фотопленок) с мелкозернистой свежей эмульсией. Известно, что упавший на эмульсию свет приводит ее после проявления и фиксирования к определенному потемнению, численное выражение которого (плотность фотографического изображения) D позволяет вычислить коэффициент пропускания света. Именно коэффициент пропускания света τ , который определяется через измеренную плотность D , служит характеристикой НС.

$$D = \lg \frac{1}{\tau}, \quad (6)$$

или освещенность

$$\tau = \frac{E}{E_0} \quad (E_0 \leq E). \quad (7)$$

Плотность фотографического изображения измеряется денситометром ДФЭ-10, микрофотометрами МФ-2 или МФ-4, а освещенность — люксметром.

Набор нейтральных светофильтров состоит из отдельных фотопластинок с различными значениями τ , в то время как ступенчатый ослабитель представляет собой одну фотопластинку, на которой имеется ряд полосок с различными значениями τ .

Характеристикой фотометрического клина является коэффициент пропускания в функции угла поворота $\tau = f(\psi)$ для кругового клина и в функции расстояния от некоторого фиксированного положения $\tau = f(l)$ для прямоугольного клина. Градиент изготовленного ослабителя света зависит от контрастности фотоэмульсии и проявителя. Уменьшение градиента τ позволяет плавно, в небольших пределах менять освещенность на рабочей поверхности приемника света, расположенного за ослабителем. Для изготовления ослабителя пригодны обычные фотопластинки и мягкий проявитель.

Отечественные фотопленки типа ФТ или «МИКРАТ», а также импортные пленки типа FU позволяют получать большое значение градиента коэффициента пропускания света.

Рассмотрим методику изготовления нейтральных светофильтров.

Один из самодельных наборов нейтральных светофильтров состоит из 8 стекол размером 9×12 см со следующими значениями коэффициента пропускания света: $\tau = 3,3 \cdot 10^{-1}$, $\tau = 2 \cdot 10^{-1}$, $\tau = 1,63 \cdot 10^{-1}$, $\tau = 1 \cdot 10^{-1}$, $\tau = 7,69 \cdot 10^{-2}$, $\tau = 3,12 \cdot 10^{-2}$, $\tau = 1,28 \cdot 10^{-2}$, $\tau = 8 \cdot 10^{-3}$. Фильтры были получены на фотопластинках «Астроплатен». Освещенность на фотоэмульсии для каждой отдельной пластинки изменялась увеличением расстояния от фотопластинки до источника света в пределах от 1 до 25 м. Фотопластинка, засвеченная на расстоянии 1 м от источника света, дала светофильтр с $\tau = 8 \cdot 10^{-3}$, а на расстоянии 25 м — с $\tau = 3,3 \cdot 10^{-1}$. Остальные фильтры получены на промежуточных расстояниях. В основе этого метода лежит закон:

$$E = \frac{I}{r^2}.$$

(8)

Работа выполнялась в ночное время в затемненном помещении, что позволило избавиться от посторонних засветок. Экспозиция для каждой пластинки составляла 3 с, использовался проявитель № 1. Коэффициенты пропускания определялись люксметром по формуле (7).

Ступенчатый ослабитель можно получить следующим образом.

Кассета для пластинок форматом 9×12 заряжается фотопластинкой. Задавшись числом ступенек на будущем ослабителе, выдвигаем крышку кассеты на ширину ступеньки и засвечиваем таким образом первый участок пластинки. Затем крышка пластинки вновь открывается на такую же величину. Теперь засвечиваются две ступеньки — новая и предыдущая. И так далее до конца пластинки. После проявления и фиксирования имеем на пластинке ряд полосок (ступенек) с различным коэффициентом пропускания света. Коэффициент пропускания каждой из них легко найти из промеров на микрофотометре МФ-2 или на люксметре. Во втором случае на фотоэлемент люксметра ставится диафрагма, диаметр которой должен быть несколько меньшим ширины ступеньки. Измеряется освещенность E_0 , затем на диафрагму накладывается соответствующая ступенька клина и определяется освещенность E , отличная от E_0 . По формуле (7) находим коэффициент пропускания каждой ступеньки.

Ступенчатый ослабитель применяется в тех приборах, где необходимо освещенность менять дискретно, например в устройстве для калибровки негативов при астрофотометрических фотографических наблюдениях.

Для получения прямоугольного фотометрического клина необходимо сделать специальное приспособление (рис. 20). Оно со-

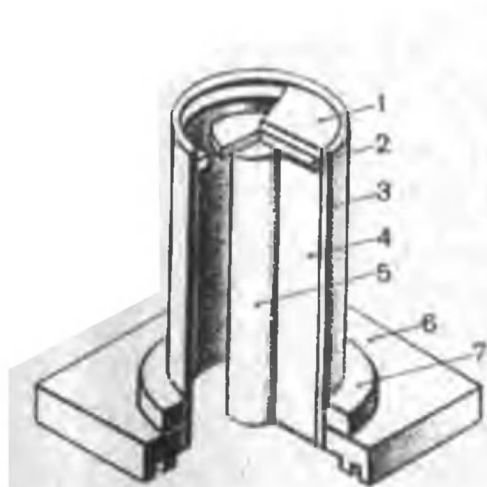


Рис. 20. Приспособление для изготовления кругового фотометрического клина.

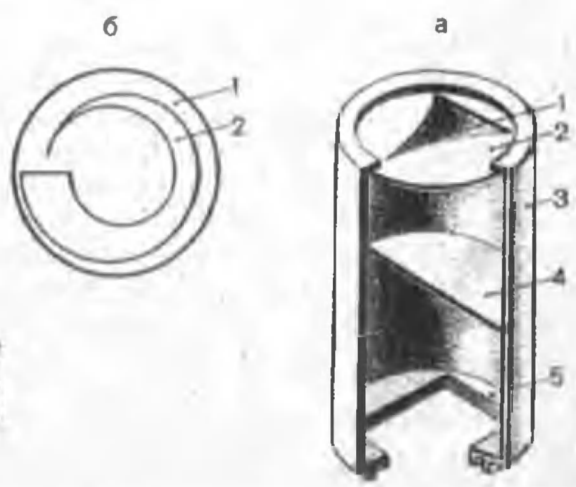


Рис. 21. Круг с логарифмическим вырезом: а) круг, б) вырез.

стоит из трубы диаметром 200 мм и высотой 250 мм. Один торец трубы закрыт кругом 2, в котором сделан вырез 1, ограниченный двумя логарифмическими кривыми. Длина выреза — 120 мм, ширина в основании — 90 мм. Снаружи вырез закрыт матовым стеклом. Кассета 5 для фотопластинок размером 9×12 см закрывает второй торец трубы. Короткая сторона кассеты параллельна основанию выреза. Внутри трубы на равном расстоянии от ее торцов находится перегородка 4, представляющая собой половину круга с диаметром, равным внутреннему диаметру трубы. Для устранения рассеянного света внутри трубы ее внутренняя поверхность и перегородка красятся черной краской и обязательно копятся резиновой сажей. Плотность на фотопластинке изменяется вдоль ее широкой стороны, так что, разрезав в дальнейшем фотопластинку на полосы, можно будет получить несколько фотометрических клиньев. Идеальным будет являться фотометрический клин, для которого функция $\tau = f(l)$ выражается прямой $\tau = kl$. Это требование выполняется при отсутствии бликов внутри приспособления и в зависимости от того, насколько близки к логарифмическим кривые, образующие вырез. Численное значение градиента (угол наклона прямой kl к оси ординат) определяется контрастностью фотоэмульсии, степенью жесткости проявителя и временем проявления эмульсии, а также отношением длины трубы к ее диаметру. Для измерения коэффициента пропускания клина на фотоэлемент люксметра устанавливается прямоугольная диафрагма, длина которой несколько меньше ширины клина, а ширина диафрагмы — 1—2 мм. Вдоль длинной стороны клина измеряется 10—15 «точек», а затем строится график $\tau = f(l)$, который и является паспортом данного клина. Методика измерений и вычислений значений τ та же, что и при исследовании ступенчатого ослабителя.

Для получения кругового фотометрического клина применяется другое приспособление, показанное на рисунке 21, а. Оно представляет собой две трубы 3 и 5 длиной 18 см и диаметром 8 и 3 см, помещенные концентрически одна в другую. Трубы соединены внутри и по всей их длине сплошной перемычкой 4. Один торец труб закреплен в кассете 6 для фотопластинок форматом 9×12 см, а второй торец ограничен кругом 1 с вырезом 2 логарифмической формы (см. рис. 21, б). Круг закрыт сверху молочным или матовым стеклом. Поверхности труб, обращенные друг к другу, а также перемычка заклеиваются черной бумагой или окрашиваются в черный цвет и обязательно копятся резиновой сажей. Клин будет представлять собой замкнутую полоску на фотопластинке, ширина которой определяется расстоянием между трубками внутри приспособления.

Стеклорезом клину нужно придать круговую форму, а на сверлильном станке с подсыпкой под сверло (металлическая трубка диаметром 3—4 мм) мелкого абразивного порошка, высверлить в центре отверстие для оси клина. В круговом клине коэффициент пропускания света является функцией угла поворота клина вокруг своей оси, т. е. $\tau = f(\varphi)$. Методика вычисления значений τ остается

прежней, а методика измерения τ такая же, как и при измерении прямоугольного клина.

Характеристикой клина в звездном фотометре может явиться не коэффициент пропускания света, а блеск, выраженный в условных звездных величинах, т. е. функция вида $m = f(l)$ или $m = f(\tau)$. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Перемещение клина в световом пучке приводит, в силу изменения значения τ клина, к изменению блеска искусственной звезды. Если блеск искусственной звезды при прохождении ее света через участок клина с самым большим значением τ обозначить через нулевую звездную величину, то блеск искусственной звезды m_i для другого положения клина со значением коэффициента пропускания τ_i найдем по известной формуле Погсона:

$$m_0 - m_i = -2,5 \lg \frac{E_0}{E_i} \quad (9)$$

Так как $E_i = E_0 \tau_i$, а $m_0 = 0,0^m$, то

$$m_i = 2,5 \lg \frac{1}{\tau_i} \quad (10)$$

Пусть, например, $\tau_i = 10^{-1}$, тогда $m_i = 2,5^m$. Очевидно, что выразить характеристику клина в звездных величинах можно непосредственно через измеренные значения E .

От условных звездных величин легко перейти к видимым звездным величинам, т. е. выразить в видимых звездных величинах блеск искусственной звезды для любого положения клина. Для этого на фотометре, клин которого исследован в условных звездных величинах, наблюдают звезду с известным блеском (стандартную звезду). Уравнивая поворотом клина блеск искусственной звезды со стандартной, замечают на шкале поворота клина его положение в данный момент. Пусть этому положению соответствует блеск искусственной звезды, например $1,0^m$ условной звездной величины, а блеск стандартной звезды составляет $3,0^m$ видимой звездной величины. Тогда простым соотношением переведем шкалу фотометрического клина в шкалу видимых звездных величин. Все дальнейшие наблюдения блеска звезд ведутся в полученной таким образом новой шкале, но с регулярным контролем ее по стандартным звездам.

5.6. БИБЛИОТЕКА

Любительский астрономический коллектив должен иметь свою библиотеку. Если в учреждении, при котором создан кружок, есть общая библиотека, руководитель кружка и его воспитанники помогают в ее комплектовании, с тем чтобы создать свой достаточно полный раздел. Часть фонда можно взять в кружок в качестве «передвижки». Многие астрономические кружки предпочитают иметь собственную библиотеку. Этот вариант сопряжен с необходимостью организации надежного хранения и рационального использования

книг (главное — комплектования библиотеки), библиографической обработки поступающей литературы. Без систематической работы с фондом библиотека существовать не может.

Создание библиотеки — процесс длительный. Книги следует приобретать через коллектор библиотек, через специализированные магазины «Академкнига», «Техническая книга», «Букинист», магазины и отделы «Книга — почтой», а также путем оформления заказов по тематическим планам издательств. Определенную помощь в пополнении библиотеки кружка могут оказать научно-технические публичные библиотеки, библиотеки вузов и научных учреждений.

Комплектовать библиотеку рекомендуем по следующим разделам:

- справочная литература по астрономии, оптике, механике, космонавтике, радиоэлектронике;
- техническая литература по оптике, механике, радиоэлектронике, приемникам световой энергии;
- учебная литература по астрономии, физике, химии, математике;
- инструктивно-методическая литература по астрономии;
- научная литература по астрономии;
- научно-популярная литература по астрономии, физике, космонавтике;
- периодическая научная и научно-популярная литература по астрономии;
- литература по истории астрономии и литература прошлых лет изданий;
- научно-фантастическая литература, альбомы репродукций художников-фантастов.

Значительную часть работы в библиотеке может выполнить небольшая группа (2—3 человека) старших кружковцев-библиофилов под контролем руководителя, которые организуют выставки новых поступлений, тематические выставки навстречу юбилеям, массовым мероприятиям, реферирование новинок.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Справочные издания. Атласы. Календари

1. Астрономический календарь. Ежегодник. Переменная часть. — М.: Наука.
2. Астрономический календарь. Постоянная часть / Под ред. П. И. Бакулина. — М.: Наука, 1973.
3. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. — М.: Наука, 1971.
4. Ленг К. Астрофизические формулы. — М.: Мир, 1978.
5. Марленский А. Д. Учебный звездный атлас. — М.: Просвещение, 1970.
6. Михайлов А. А. Атлас звездного неба. — М.: Наука, 1974.
7. Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Гл. ред. Р. А. Сюняев. — М.: Советская энциклопедия, 1986.
8. Школьный астрономический календарь. — М.: Просвещение (на учебный год).
9. Энциклопедический словарь юного астронома / Сост. Н. П. Ерпылев. — М.: Педагогика, 1986.

Учебники. Учебные пособия

10. Бакулин П. И., Кононович Э. В., Мороз В. И. Курс общей астрономии. — М.: Наука, 1983.
11. Блажко С. Н. Курс практической астрономии. — М.: Наука, 1979.
12. Воронцов-Вельяминов Б. А. Астрономия: Учебник для 10 кл. средней школы. — М.: Просвещение, 1988.
13. Дагаев М. М., Демин В. Г., Климишин И. А., Чаругин В. М. Астрономия: Учебное пособие для студ. пед. институтов. — М.: Просвещение, 1983.
14. Левитан Е. П. Астрономия: учебное пособие для профтехучилищ — М.: Высшая школа, 1983.
15. Мартынов Д. Я. Курс общей астрофизики: Учебник для университетов. — М.: Наука, 1979.
16. Мартынов Д. Я. Курс практической астрофизики: Учебник для университетов. — М.: Наука, 1979.

Сборник задач, упражнений, практических работ

17. Воронцов-Вельяминов Б. А. Сборник задач и упражнений по астрономии. — М.: Просвещение, 1974.
18. Воронцов-Вельяминов Б. А. Сборник задач и практических упражнений по астрономии. — М.: Наука, 1977.
19. Дагаев М. М. Лабораторный практикум по курсу общей астрономии. — М.: Высшая школа, 1972.
20. Дагаев М. М. Сборник задач по астрономии. — М.: Просвещение, 1980.
21. Практические работы по звездной астрономии / Под ред. П. Г. Куликовского. — М.: Наука, 1971.
22. Практикум по физике в средней школе: Дидактический материал / Под ред. А. А. Покровского. — М.: Просвещение, 1977.
23. Разбитная Е. П. Программированные задания по астрономии. М.: Просвещение, 1981.
24. Яхно Г. С. Наблюдения и практические работы по астрономии в средней школе. — М.: Просвещение, 1978.

Методические пособия

25. Астрономия в школе: Сб. статей под ред. Б. А. Воынского. — Ярославль, 1976.
26. Воронцов-Вельяминов Б. А. и др. Методика преподавания астрономии в средней школе. — М.: Просвещение, 1973.
27. Кожеуров И. В. Элементы космонавтики в курсах физики и астрономии. — М.: Просвещение, 1974.
28. Левитан Е. П. Методика преподавания астрономии. — М.: Просвещение, 1965.
29. Левитан Е. П. Преподавание астрономии в средних профессионально-технических училищах. — М.: Высшая школа, 1974.
30. Малахова Г. И., Страут Е. К. Дидактический материал по астрономии. — М.: Просвещение, 1979.
31. Преподавание астрономии в школе: Сб. статей / Сост. Н. К. Семакин. — М.: Изд-во АПН, 1959.
32. Преподавание астрономии в школе: Сб. статей / Сост. Н. К. Семакин. — М.: Просвещение, 1965.
33. Программы кружков и секций пионерских и профильных лагерей / Отв. ред. В. И. Лейбсон. — М.: ДОСААФ, 1978.
34. Программы для внешкольных учреждений и общеобразовательных школ. Астрономия и космонавтика / Отв. ред. Б. Г. Пшеничнер. — М.: Просвещение, 1984.

Книги общего содержания

35. Астрономия: Методология. Мировоззрение / Отв. ред. В. В. Казютинский. — М.: Наука, 1979.
36. Бова Б. Новая астрономия. — М.: Мир, 1976.
37. Бронштэн В. А. Гипотезы о звездах и Вселенной. — М.: Наука, 1974.
38. Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной — М.: Наука, 1980.
39. Волковицкая Т. Л., Пшеничнер Б. Г., Яценко С. П. Малый интеркосмос. — М.: Знание, 1984.
40. Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике. — М.: Наука, 1980.
41. Гурштейн А. А. Извечные тайны неба. — М.: Просвещение, 1984.
42. Дагаев М. М. Книга для чтения по астрономии. — М.: Просвещение, 1980.
43. Зигель Ф. Ю. Астрономы наблюдают. — М.: Наука, 1985.
44. Зигель Ф. Ю. Звездная азбука. — М.: Просвещение, 1981.
45. Климишин И. А. Релятивистская астрономия. — М.: Наука, 1983.
46. Климишин И. А. Астрономия вчера и сегодня. — Киев: Наукова думка, 1977.
47. Климишин И. А. Астрономия наших дней. — М.: Наука, 1980.
48. Левин Б., Радлова Л. Астрономия в картинках. — М.: Детская литература, 1978.
49. Левитан Е. П. Астрофизика — школьникам. — М.: Просвещение, 1977.
50. Левитан Е. П. Малышам о звездах и планетах. — М.: Педагогика, 1981.
51. Миннарт М. Свет и цвет в природе. — М.: Наука, 1969.
52. На переднем крае астрофизики / Под ред. Ю. М. Эвретта. — М.: Мир, 1979.
53. Перельман Я. И. Занимательная астрономия. — М.: Наука, 1966.
54. Прянишников В. И. Занимательная астрономия в школе. — М.: Просвещение, 1969.
55. Шкловский И. С. Проблемы современной астрофизики. — М.: Наука, 1982.

Солнечная система (общие сведения)

56. Климишин И. А. Календарь и хронология. — М.: Наука, 1981.
57. Мухин Л. М. В нашей Галактике. — М.: Молодая гвардия, 1983.
58. Солнечная система / Под ред. В. И. Мороза. — М.: Мир, 1978.

Планеты и спутники

59. Галкин И. Н., Шварев В. В. Строение Луны.— М.: Знание, 1977.
60. Зигель Ф. Ю. Планета Земля.— М.: Мысль, 1981.
61. Зигель Ф. Ю. Лунные горизонты.— М.: Просвещение, 1976.
62. Ксанфомалити Л. В. Планеты, открытые заново.— М.: Наука, 1978.
63. Луна / Под ред. А. А. Гурштейна.— М.: Мир, 1975.
64. Лунариум / Сост. Е. Парнов, Л. Самсоненко.— М.: Молодая гвардия, 1975.
65. Маров М. Я. Планеты Солнечной системы.— М.: Наука, 1981.
66. Монин А. С. Популярная история Земли.— М.: Наука, 1980.
67. Перов В. Д., Стахеев Ю. И. Космические аппараты исследуют Луну.— М.: Знание, 1979.
68. Силкин Б. И. В мире множества лун.— М.: Наука, 1982.
69. Тейфель В. Г. Уран и Нептун — далекие планеты-гиганты.— М.: Знание, 1982.

Астероиды. Кометы. Метеорная материя

70. Вронский Б. И. Тропой Кулика.— М.: Мысль, 1977.
71. Всехсвятский С. К. Кометы в Солнечной системе.— М.: Знание, 1977.
72. Кринов Е. Л. Железный дождь.— М.: Наука, 1981.
73. Кузнецова Л. И. Вестники Вселенной.— М.: Знание, 1980.
74. Симоненко А. Н. Пояс астероидов.— М.: Знание, 1977.
75. Симоненко А. Н. Метеориты — осколки астероидов.— М.: Наука, 1979.

Солнце

76. Гибсон Э. Спокойное Солнце.— М.: Мир, 1977.
77. Зигель Ф. Ю. Виновато Солнце.— М.: Детгиз, 1972.
78. Кононович Э. В. Солнце — дневная звезда.— М.: Просвещение, 1982.
79. Мензел Д. Г. Наше Солнце.— М.: Физматгиз, 1963.
80. Никольский Г. М. Невидимое Солнце.— М.: Знание, 1980.
81. Северный А. Б., Степанян Н. Н. Солнечные вспышки.— М.: Знание, 1976.

Звезды и межзвездная среда. Галактика

82. Агекян Т. А. Звезды, галактики, Метагалактика.— М.: Наука, 1981.
83. Аллер Л. Атомы, звезды, туманности.— М.: Мир, 1976.
84. Блинников С. И. Белые карлики.— М.: Знание, 1977.
85. Бок Б., Бок П. Млечный Путь.— М.: Мир, 1978.
86. Бургин М. С. Ультрафиолетовая астрономия.— М.: Знание, 1983.
87. Ефремов Ю. Н. В глубины Вселенной.— М.: Наука, 1984.
88. Каплан С. А. Межзвездная среда и происхождение звезд.— М.: Знание, 1977.
89. Смит Ф. Г. Пульсары.— М.: Мир, 1979.
90. Холопов П. Н. Молодые и возникающие звездные скопления.— М.: Знание, 1982.
91. Цесевич В. П. Переменные звезды и способы их исследования.— М.: Педагогика, 1970.
92. Шакура Н. И. Нейтронные звезды и «черные дыры» в двойных звездных системах.— М.: Знание, 1976.
93. Шкловский И. С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть.— М.: Наука, 1984.

Галактики и квазары

94. Воронцов-Вельяминов Б. А. Внегалактическая астрономия.— М.: Наука, 1978.
95. Засов А. В. Галактики.— М.: Знание, 1976.

96. Вильковиский Э. Я. Квазары и активность ядер галактик.— М.: Наука, 1985.
97. Комберг Б. В. Квазары — свидетели рождения галактик — М.: Знание, 1981.
98. Озерной Л. М. Происхождение и жизнь галактик — М.: Знание, 1978.

Вселенная. Вопросы космологии

99. Вайнберг С. А. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной.— М.: Энергоиздат, 1981.
100. Клыпин А. А., Сурдин В. Г. Крупномасштабная структура Вселенной.— М.: Знание, 1981.
101. Новиков И. Д. Эволюция Вселенной.— М.: Наука, 1983.
102. Томилин А. Н. Занимательно о космологии.— М.: Молодая гвардия, 1971.

Жизнь во Вселенной

103. Гиндилис Л. М. Космические цивилизации. М.: Знание, 1973.
104. Доул С. Планеты для людей. М.: Мир, 1974.
105. Мухин Л. М. Планеты и жизнь.— М.: Молодая гвардия, 1980.
106. Населенный космос: Сб. статей / Под ред. Б. П. Константинова.— М.: Наука, 1972.
107. Петрович Н. Т. Кто вы? — М.: Молодая гвардия, 1974.
108. Проблемы внеземных цивилизаций и некоторые тенденции космизации / Труды XIII Циолковских чтений.— М.: 1980.
109. Фолсом К. Происхождение жизни.— М.: Мир, 1982.
110. Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум.— М.: Наука, 1980.

Астрономическая техника. Наблюдения

111. Агекян Т. А. Основы теории ошибок.— М.: Наука, 1972.
112. Андрианов Н. К., Марленский А. Д. Школьная астрономическая обсерватория.— М.: Просвещение, 1972.
113. Блейкер А. Применение фотографии в науке.— М.: Мир, 1975.
114. Бронштэн В. А. Планеты и их наблюдение. М.: Наука, 1979.
115. Бронштэн В. А. Серебристые облака и их наблюдение. М.: Наука, 1984.
116. Вокулер Ж., Таксеро Ж. Фотографирование небесных тел.— М.: Наука, 1967.
117. Грегг Дж. Опыты со зрением.— М.: Мир, 1970.
118. Даффет С. П. Практическая астрономия с калькулятором.— М.: Мир, 1982.
119. Дагаев М. М. Наблюдения звездного неба. М.: Наука, 1978.
120. Зигель Ф. Ю. Сокровища звездного неба.— М.: Наука, 1980.
121. Зоткин И. Т. Наблюдения метеоров.— М.: Наука, 1972.
122. Кассандрова О. Н., Лебедев В. В. Обработка результатов наблюдений.— М.: Наука, 1970.
123. Клякотко М. А. Задачи и методика наблюдений Солнца.— М.: Наука, 1971.
124. Круг В., Вайде Г. Г. Применение научной фотографии.— М.: Мир, 1975.
125. Любительские телескопы: Сб. статей / Под ред. М. М. Шемякина. М.: Наука, 1975.
126. Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах.— М.: Наука, 1978.
127. Мартыненко В. В. Задачи и методы любительских наблюдений метеоров. М.: Наука, 1967.
128. Мельников О. А. и др. Современный телескоп. М.: Наука, 1975.
129. Михельсон Н. И. Оптические телескопы: теория и конструкция. М.: Наука, 1976.
130. Навашин М. С. Телескоп астронома-любителя.— М.: Наука, 1979.

131. Рыдник В. И. Увидеть невидимое.— М.: Энергоиздат, 1981.
132. Салтыков А. И., Семашко Г. Л. Программирование для всех — М.: Наука, 1980.
133. Сикорук Л. Л. Телескопы для любителей астрономии.— М.: Наука, 1982.
134. Толанский С. И. Оптические иллюзии.— М.: Мир, 1977.
135. Фотокинотехника: Энциклопедия.— М.: Советская энциклопедия, 1981.
136. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе. — М.: Наука, 1984.
137. Цесевич В. П. Переменные звезды и их наблюдение.— М.: Наука, 1984.
138. Чурюмов К. И. Кометы и их наблюдения.— М.: Наука, 1980.
139. Щеглов П. В. Оптические телескопы сегодня и завтра.— М.: Знание, 1980.

История астрономии

140. Вуд Дж. Э. Солнце, Луна и древние камни.— М.: Мир, 1981.
141. Голованов Я. К. Этюды об ученых.— М.: Молодая гвардия, 1976.
142. Карпенко Ю. А. Названия звездного неба.— М.: Наука, 1981.
143. Колчинский И. Г. и др. Астрономы.— Киев: Наукова думка, 1977.
144. Луцкий В. К. История астрономических общественных организаций в СССР.— М.: Наука, 1982.
145. Подляшук П. И. Партийная кличка — «Лунный».— М.: Политиздат, 1964.
146. Томилин А. Н. Небо Земли. Очерки по истории астрономии.— Л.: Детгиз, 1974.
147. Уитни Ч. Открытие нашей Галактики.— М.: Мир, 1975.
148. Херрман Д. Открыватели неба.— М.: Мир, 1981.
149. Чечнева М. П. Повесть о Жене Рудневой.— М.: Советская Россия, 1978.

Космонавтика

150. Большой А. А. и др. Космос — Земле.— М.: Наука, 1981.
151. Бурдаков В. П., Зигель Ф. Ю. Физические основы космонавтики.— М.: Атомиздат, 1975.
152. Белецкий В. В. Очерки о движении космических тел.— М.: Наука, 1977.
153. Гильзин К. А. Эра космическая. — М.: Детская литература, 1972.
154. Гольдовский Д. Ю., Назаров Г. А. 25 лет космической эры: Из истории создания первых ИСЗ.— М.: Знание, 1982.
155. Губарев В. С. Космическая трилогия: Документальные повести.— М.: Молодая гвардия, 1973.
156. 20 лет космической эры: Сб. статей.— М.: Знание, 1977.
157. 20 лет полету Гагарина: Сб. статей.— М.: Знание, 1981.
158. Зайцев Ю. И. Спутники «Космос».— М.: Знание, 1975.
159. Зигель Ф. Ю. Занимательная космонавтика.— М.: Машиностроение, 1970.
160. Иванов А. В. Впервые: Записки ведущего конструктора.— М.: Московский рабочий, 1982.
161. Курбатов К. И. Я хочу в космос.— М.: Детская литература, 1980.
162. Колесников Ю. В., Глазков Ю. Н. На орбите космический корабль.— М.: Педагогика, 1980.
163. Кашурников Р. В. Космонавтом быть хочу. М.: Педагогика, 1983.
164. Космодемьянский А. А. Циолковский К. Э.— М.: Просвещение, 1980.
165. Левантовский В. И. Механика космического полета в элементарном изложении.— М.: Наука, 1980.
166. Марленский А. Д. Основы космонавтики: Факультативный курс.— М.: Просвещение, 1976.
167. Нагаев Г. Пионеры Вселенной. Трилогия — Кибальчич, Циолковский, Цандер.— М.: Художественная литература, 1976.
168. Феокистов К. П., Бубнов И. Н. О космолетах.— М.: Молодая гвардия, 1982.

Учебное издание

Пшеничнер Борис Григорьевич
Войнов Станислав Сергеевич

ВНЕУРОЧНАЯ РАБОТА ПО АСТРОНОМИИ

Зав. редакцией *В. А. Обмения*
Редакторы *Н. В. Филонович, А. А. Устинова*
Младший редактор *О. В. Агапова*
Художник *С. Ф. Лухин*
Художественный редактор *А. М. Прокофьев*
Технические редакторы *Ю. А. Хорева, Г. В. Субочева*
Корректор *М. Ю. Сергеева*

ИБ № 12059

Сдано в набор 26.04.89. Подписано к печати 30.11.89. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13+форз. 0,25+вкл. 0,5. Усл. кр.-отт. 16,19. Уч.-изд. л. 15,09+форз. 0,42+вкл. 0,48. Тираж 80000 экз. Заказ № 2133. Цена 85 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Смоленский полиграфкомбинат Госкомиздата РСФСР. 214020, Смоленск, ул. Смольянинова, 1.



Юные астрономы знакомятся с образцами метеоритов



Демонстрационные наблюдения Солнца 5-дюймовым рефрактором

**В астрономической фото-
лаборатории Московского
городского дворца пио-
неров.**



**В обсерватории Москов-
ского городского дворца
пионеров.**





Юные астрономы учатся
определять время по сол-
нечным часам



Подготовка к работе на
комплексе «Космолет»



**Астрономический корпус
Московского городского
дворца пионеров.**



**Фантастическое путеше-
ствие по Солнечной системе
помогает осуществлять
учебно-игровой комплекс
«Космонавт».**



Учебные наблюдения
Солнца на астрономиче-
ской площадке Дворца
пионеров.



Использование персональ-
ных компьютеров на за-
нятии астрономического
кружка.



**Лабораторно-практиче-
ская работа по звездной
астрономии.**



**В фотолаборатории идет
проявление снимков звезд-
ного неба.**



Изучение устройства телескопа по модели самодельной установки



Двойной астрограф. Изготовлен юными астрономами школы № 5 Углича.



Фотографическая камера с электронно-оптическим преобразователем для наблюдения серебристых облаков. Изготовлена в астрономической лаборатории КЮТ Новосибирского Академгородка.