

МИНСКИЙ ГОРОДСКОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ  
КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ МИНГОРИСПОЛКОМА

**ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ У ДЕТЕЙ И УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЁЖИ  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ  
И ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРЕСА К АСТРОНОМИИ ПОСРЕДСТВОМ  
РЕАЛИЗАЦИИ НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММ И  
ПРОЕКТОВ МИНСКОГО ПЛАНЕТАРИЯ**

**Микулич Александр Валерьевич,**  
заведующий лабораторией  
естественно-научных знаний «Планетарий»  
учреждения образования  
«Минский государственный дворец  
детей и молодёжи»

**Минск, 2020**



## **Аннотация**

Данная работа представляет собой описание опыта педагога дополнительного образования, заведующего лабораторией естественно-научных знаний «Планетарий» (далее – Минский планетарий) Микулича Александра Валерьевича по организации открытого информационно-образовательного пространства для популяризации астрономии и смежных естественно-научных дисциплин среди детей и учащейся молодёжи.

Представлена система работы педагога, в которой наряду с традиционными формами организации образовательной деятельности используются инновационные подходы к формированию у учащихся осознанного отношения к современной естественно-научной астрономической картине мира. Автор раскрывает использование новых форм организации образовательной деятельности, которые способствуют повышению мотивации учащихся к изучению астрономии, формированию у них естественнонаучной грамотности как неотъемлемой составляющей современного научного мировоззрения.

Материал адресуется педагогам дополнительного образования, учителям физики и астрономии учреждений общего среднего образования, любителям астрономии.

## **Тема опыта**

Формирование и развитие у детей и учащейся молодёжи естественнонаучной грамотности и познавательного интереса к астрономии посредством реализации научно-просветительских программ и проектов Минского планетария.

### **Актуальность темы опыта**

Астрономия играет важную роль в формировании правильного взгляда на мир у подрастающего человека. Ещё в древности эту науку считали матерью всех наук и называли космографией. Развитие астрономии повлияло на многие научные открытия.

Многие науки, такие как биология, геология, география, история, используют достижения в области астрономии. Появилась целая серия смежных с астрономией наук: астрогеология, астробиология, астроэкология и т. д. Кроме того, без астрономии невозможно развитие космонавтики.

Развитие астрономической науки в нашей стране позволит обеспечить сохранение приоритета в освоении космического пространства, усовершенствовать системы связи, навигации, логистики, информационных технологий и других стратегических направлений, что будет способствовать повышению престижа Республики Беларусь в мире.

Развитие астрономического образования обеспечит потребности государства в квалифицированных специалистах для наукоёмких и высокотехнологичных производств.

Между тем, состояние и развитие астрономического образования в стране оставляет желать лучшего. Школьной программой на изучение предмета «Астрономия» отводится: один час в неделю – для учащихся 11 классов, одна тема в предмете «Человек и мир» – для учащихся 5 классов, – что недостаточно для формирования целостной картины мироустройства, взаимосвязи живой и неживой природы.

Формирование естественно-научной грамотности актуально для полноценной жизни каждого человека в современном обществе. Согласно теории естественно-научная грамотность – это способность использовать естественно-научные знания, что требует следующих компетентностей: научно объяснять явления, выявлять проблемы, понимать особенности естественно-научного исследования, интерпретировать данные и делать обоснованные выводы, необходимые для понимания окружающего мира и тех изменений, которые вносит в него деятельность человека.

Учреждения дополнительного образования детей и молодёжи позволяют восполнить пробелы в организации естественно-научного образования. Минский планетарий как структурное подразделение учреждения образования «Минский государственный дворец детей и молодёжи» (далее – Дворец) представляет собой уникальный образовательный и социокультурный центр.

На мой взгляд, есть основания говорить о научно-просветительских программах и проектах Минского планетария именно как об особой, новой форме обучения естественно-научным дисциплинам. Программы и проекты Минского планетария – это научно-популярные лекции, сферическое кино для детей и взрослых, проект «Трибуна учёного», тематические выставки, клубы любителей астрономии, интернет-конкурсы, мастер-классы, рекламные акции, услуга «Наблюдение в телескоп». Реализация таких форм обучения позволяет создать открытую, доступную образовательную среду, которая содействует популяризации астрономии и смежных естественно-научных дисциплин среди детей и молодёжи, жителей и гостей Минска.

И, самое главное, такая среда способствует формированию у обучающихся познавательного интереса как интегральной характеристики личности, которая выражает её отношение к знаниям, учению и процессу познания.

## **Противоречия, побудившие педагога к поиску**

В естественно-научном образовании и получении качественных астрономических знаний существует немало проблем, обусловленных наличием двух факторов. Первый – недостаточное внимание к изучению астрономии в школе. Второй фактор касается интенсивного темпа развития мировой астрономии в настоящее время.

Общение с учителями естественно-обществоведческих дисциплин на заседаниях городских методических объединений позволило мне выявить ряд проблем в преподавании астрономии и определить возможные пути их решения.

### Проблемы мотивационного характера

Изучение современного курса астрономии происходит в условиях изменений общей мотивации учащихся старших классов.

Интерес к устройству Вселенной чаще всего наблюдается у учащихся 6–8 классов, затем он резко снижается. И поскольку астрономия не является предметом, по которому учащиеся проходят централизованное тестирование, интерес к изучению этого предмета у старшеклассников падает.

**Отсюда противоречие между необходимостью формирования у детей и молодёжи познавательной активности, устойчивой мотивации на получение естественно-научных знаний и снижением интереса к изучению астрономии.**

### Проблемы содержательного характера

Классический курс астрономии в выпускном классе рассчитан на хорошую подготовку обучающихся по физике и математике (включая стереометрию). Опыт показывает, что к 10, 11 классам большинство обучающихся также забывает ряд изученных ранее положений (например, причину смены времен года, систему географических координат). Эта ситуация очень усложняет процесс повторения пройденного материала на занятиях в объединениях по интересам. На практике элементарные знания о системе

понятий практической астрометрии педагогу дополнительного образования приходится давать с нуля.

В связи с этим основные вопросы курса астрономии, формирующие мировоззрение школьников, должны освещаться в наиболее ранние из возможных сроков, задолго до итоговой аттестации.

В настоящее время налицо огромный поток недостоверной, мифологической информации об астрономии в средствах массовой информации. В программах телевидения, в Интернете дети и взрослые постоянно сталкиваются с астрологией, уфологией, мифами о грядущем конце света, о неизбежных столкновениях с астероидом или кометой, с прогнозами скорого угасания Солнца и др. Именно астрономия доказательно представляет ключевую мировоззренческую концепцию современного естествознания – последовательную эволюцию Вселенной.

Отсюда **противоречия:**

**- между необходимостью внедрения новых подходов к преподаванию астрономии и недостаточным уровнем использования межпредметных связей в преподавании этого предмета;**

**- между актуальностью астрономии как науки, формирующей у учащихся основанную на современных астрономических знаниях научную картину мира, и наличием недостоверной, мифологической информации об астрономии.**

Проблемы методического характера

В типовых учебных программах для учреждений общего среднего образования преподаются теоретические основы астрономии, а практических занятий совсем мало, и зачастую они не проводятся. А ведь астрономия в большей степени наблюдательная, практическая, экспериментальная наука.

В курсе астрономии присутствует достаточно сложный материал, требующий навыков пространственного мышления, умения воспринимать стереоскопические материалы (например, темы, касающиеся небесной сферы,

затмений, видимого движения планет и т. д.). Для изучения таких тем эффективны специальные видеоролики, где плоские картины заменены трехмерными динамическими изображениями, что помогает быстро понять и усвоить сложный материал. Такие видеоматериалы должны быть созданы и использоваться в образовательном процессе, желательно – при изучении каждой темы. Необходимо постоянно совершенствовать имеющиеся учебные фильмы, включая программы виртуальной реальности.

Таким образом, есть **противоречие между необходимостью внедрения инновационной линейки базовых учебных пособий, дополнительных материалов, высококачественных видеоресурсов в сети Интернет и недостаточным уровнем методического обеспечения.**

Методическое обеспечение предполагает также решение проблем кадрового характера. В педагогических институтах и университетах нет обучения по специальности «астроном». Несмотря на то, что астрономия близка к физике, это различные науки, обладающие собственными, отчасти независимыми наборами понятий, методов и подходов. Поэтому есть необходимость подготовки кадров для работы в планетарии, организации повышения квалификации для специалистов, работающих в сфере естественнонаучного образования.

Существует также проблема в своеобразном позиционировании Минского планетария как учреждения досуга. Между тем, на грамотно организованном и содержательном «представлении» можно обеспечить максимальную сосредоточенность и сопричастность к происходящему со стороны зрителей. К подобному формату можно привести любое занятие или действие, главное – правильно сформулировать парадокс, для того чтобы он был максимально спорным и эффективным для развёртывания интересного познавательного образовательного «спектакля».

Это поможет решить **противоречие между необходимостью актуализировать образовательный потенциал Минского планетария и**

**сложившимся стереотипом отношения к нему со стороны посетителей как к учреждению досуга, где можно посмотреть только какое-либо необыкновенное и удивительное шоу.**

Развитие открытой образовательной и культурной социосреды Минского планетария посредством реализации зрелищных научно-просветительских программ позволяет внедрять новые технологии и методы обучения, обновлять подходы к преподаванию астрономии в современных условиях и, соответственно, разрешать имеющиеся противоречия.

**Цель опыта:** создание условий для формирования и развития естественно-научной грамотности, познавательного интереса к астрономии у детей и учащейся молодёжи.

**Задачи опыта:**

- осуществить поиск и внедрение эффективных форм астрономического образования в условиях дополнительного образования детей и молодёжи;
- обосновать необходимость популяризации естественно-научных знаний;
- раскрыть образовательный и воспитательный потенциал научно-просветительских программ и проектов Минского планетария; обеспечить их качество;
- описать эффективные формы работы с детьми и учащейся молодёжью, способствующие повышению познавательного интереса к астрономии; формированию у них специальных компетенций в области естественных наук;
- пробудить у обучающихся интерес к научной деятельности в целом, способствовать формированию и развитию естественно-научного мировоззрения;
- мотивировать обучающихся на исследовательскую и проектную деятельность;
- содействовать развитию интереса обучающихся к профессиям естественнонаучной направленности.

## Теоретические основания опыта

Работая с различными научными педагогическими источниками, я изучал факторы, обеспечивающие результативность педагогической деятельности в области формирования естественно-научной грамотности.

Прежде всего, я четко сформулировал для себя определение естественно-научной грамотности, специальных компетенций человека, грамотного в области естественно-научных дисциплин; основные концептуальные установки повышения естественно-научной грамотности в сфере дополнительного образования детей и молодежи.

Основными концептуальными установками повышения естественно-научной грамотности являются: формирование и развитие естественно-научного мировоззрения, целостной научной картины мира в области окружающей среды, расширение компетентностных практик, ориентация на решение конкретных ситуационных проблем в области взаимодействия человека и окружающей среды, совершенствование педагогических технологий в сфере естественных наук и их прикладных направлений.

Философско-методологические основания повышения уровня естественно-научной грамотности отмечали в своих трудах доктора педагогических и философских наук: Буданов В. Г., Виненко В. Г., Мурадханова М. С., Погодина Г. В., Худяков Д. С.

Необходимость реформирования естественно-научной грамотности и приведение её в соответствие с новым научным мировоззрением отмечалось в трудах Басова Г. Б., Прохорова А. М., Пригожина И., Белоусова Б. П., Жаботинского А. М., Колмогорова А. Н., Климонтович Ю. Л., Самарского А. А., Курдюмова С. П., Ч. Таунса, Г. Хакена и других учёных. За образец построения образовательного процесса я взял также научные работы белорусских авторов: Голубева В. А., Галузо И. В., Шимбалева А.А.

Изучая литературу, я иногда опирался на авторов, идеи которых не совпадали и даже противоречили друг другу. Пытаясь построить

теоретическую модель формирования естественно-научной грамотности, в ситуации множественных разорванных дискурсов искал возможность их объединения.

Методологическую основу и теоретическую базу опыта также составляют психолого-педагогические, научно-методические исследования в областях: личностно ориентированного обучения (Выготский Л. С., Лернер И. Я., Давыдов В. В., Якиманская И. С. и др.); мотивации деятельности учащихся (Зверева Н. М., Рубинштейн С. Л., Хуторской А. В., Кларин М. В., Ланина И. Я., Лернер И. Я., Махмутов М. И., Путилин В. Д., Разумовский В. Г., Талызина Н. Ф., Усова А. В. и др.); организации исследовательской деятельности учащихся в процессе обучения физике (Ковтунович М. Г., Кодикова Е. С., Кочергина Н. Ф., Разумовский В. Г., Стефанова Г. П. и др.).

### **Ведущая идея опыта**

Ведущей идеей моего опыта является предоставление возможности каждому учащемуся реализовать свое право на астрономическое образование, а каждому посетителю планетария – обновить и пополнить свои знания в области естественных наук и космонавтики. Постоянный поиск и внедрение новых моделей и технологий обучения в образовательное и социокультурное пространство Минского планетария позволит каждому любителю астрономии, независимо от социального статуса, построить собственный образовательный маршрут.

Сегодня можно говорить о новой ситуации в образовании. Традиционные ценности образования – фундаментальность и академизм – уходят на второй план, а наиболее приоритетными становятся способности самостоятельно, активно и инициативно искать средства решения новых, актуальных задач.

На материале научно-познавательных программ и проектов Минского планетария создаются условия для развития таких способностей, но в иной, чем традиционный урок, форме. Создавая на базе Минского планетария

комбинацию вариативных образовательных услуг, можно говорить о перспективах повышения результативности школьных курсов географии, природоведения, естествознания, физики, астрономии; повышения эффективности естественно-научного образования школьников в целом.

### **Новизна идеи педагогического опыта**

Новизна идеи опыта, на мой взгляд, заключается в разработке новых подходов к формированию естественно-научной грамотности учащихся, а именно новых (специфичных) форм обучения – зрелищных научно-познавательных программ и проектов. Программы отличаются неконвенциональной подачей образовательного материала и осуществляются при активном использовании современных информационных педагогических технологий.

Такая специфичность программ и проектов Минского планетария обусловлена как наличием определенных организационных возможностей, так и особенностями содержательного и методического характера.

Специфичность программ и проектов Минского планетария заключается в следующем:

- 1) в формировании основных понятий, знаний об объектах, процессах и явлениях через создание и демонстрацию ярких аудиовизуальных образов;
- 2) реализации межпредметных связей дисциплин естественно-научного цикла, интеграции различных образовательных дисциплин;
- 3) наличии и использовании возможностей для моделирования сложных изучаемых процессов, учебных ситуаций;
- 4) доступности и возможности изучения предметного материала с любого этапа;
- 5) дифференцированном и разноуровневом подходе к реализации тематических циклических программ (возможность рассмотрения одного и того же или близкого по содержанию материала в разных учебных курсах, с различными возрастными группами обучающихся);

6) нетрадиционности учебной обстановки, высоком уровне эмоциональности учебной среды;

7) использовании уникальных «образовательных средств» Минского планетария, их состава и всевозможных комбинаций (техническое оформление и демонстрация программ и проектов требует целого комплекса технических средств обучения, в том числе специальных).

8) ориентированности на международное сотрудничество, в том числе с Международной ассоциацией планетариев.

### **Описание сущности педагогического опыта**

Для описания сущности своего педагогического опыта считаю целесообразным сначала охарактеризовать Минский планетарий. Это единственный в Беларуси стационарный планетарий. Он был открыт в Минске 29 июля 1965 года. Наш планетарий – член Евразийской ассоциации планетариев.

В настоящее время Минский планетарий располагает звёздным залом на 100 человек. Зал оборудован куполообразным экраном и оптико-механическим аппаратом «Планетарий» производства немецкой фирмы CarlZeiss, позволяющим воссоздать реальную картину звёздного неба. Современная цифровая полнокупольная система планетария состоит из нескольких проекторов и позволяет воспроизвести видеоряд на всю площадь купола с обзором 360 градусов.

Рядом с основным зданием Минского планетария расположена шестиметровая башня астрономической обсерватории, в которой находится телескоп-рефрактор CarlZeiss 1950/130. Это самый первый телескоп, установленный в Минском планетарии. Он является музейным экспонатом, предметом гордости обсерватории – до сих пор находится в рабочем состоянии и приспособлен для наблюдения за различными космическими объектами: планетами, галактиками, звездами.

**Минский планетарий – это ультрасовременный информационно-познавательный комплекс, обладающий уникальным инновационным инструментарием.** Реализация научно-просветительских, познавательных программ Минского планетария представляет собой структурированный образовательный процесс с основательным научным и учебным наполнением. Одна из эффективных форм обучения – лекция-визуализация.

Начиная с 2008 года, я разрабатывал цикл лекций-визуализаций для учащихся младшего, среднего и старшего школьного возраста по предметам «Астрономия», «География», «Человек и Мир», «Изобразительное искусство», «Мир вокруг нас» (ПРИЛОЖЕНИЕ 1).

Для дошкольников и младших школьников цикл лекций разрабатывается в форме сказки и может быть рекомендован для семейного просмотра.

Применение наглядных методов обучения обусловлено дидактическим принципом наглядности. Демонстрация и синхронное объяснение материала является эффективной методикой обучения. В свои лекции по различным астрономическим темам я включаю с помощью дополнительных оптико-механических приборов специальные эффекты Минского планетария, такие как небесные линии, точки, кометы, метеоры, болид, затмения Солнца и Луны, карта Луны, панорамы Луны, космические аппараты и др.

К организации лекционной деятельности, разработке тематических лекций привлекается научная элита нашего города. Так, на базе Минского планетария работает «Трибуна учёного», то есть проводится цикл лекций по естественным наукам (ПРИЛОЖЕНИЕ 2). Для чтения лекций приглашаются инженеры, молодые учёные, профессора из различных отечественных вузов и Национальной академии наук Республики Беларусь. Цикл лекций рассчитан на учебный год.

Проведение лекций-визуализаций в рамках научно-познавательных программ Минского планетария требует особого подхода и внимания, так как такие лекции имеют свои специфические особенности.

1. Трибуна. Как правило, педагог находится как будто «за кулисами». В отличие, например, от урока он не виден слушателю, поскольку действие происходит в темноте. Особенность данной ситуации состоит в её подчеркнутой театрализованности.

2. Фонограмма голоса. Образовательное средство, преимущества которого состоят в возможности усиления игрового способа организации учебной деятельности, увеличения эмоционального воздействия на аудиторию путем «оживления» материала.

3. Слайд-изображения (отдельные слайды или слайд-фильм). Это наиболее традиционное и в то же время важное средство. Характеризуется большой возможностью комбинирования зрительного ряда. Сложилось так, что планетарии располагают огромными слайдотеками, зачастую недоступными школе. Главная цель данного образовательного средства – создание ярких зрительных образов.

4. Видеосюжеты. Фрагмент или небольшой видеофильм (художественный, документальный, учебный). Для него характерны черты и слайд-изображения. Как правило, проецируется на большом экране.

5. Специальные видеосредства. Зрительные эффекты, достигаемые с использованием уникальной техники (аппарат «Планетарий», комплект специальных видеопрокторов). Данное оборудование позволяет при любых метеоусловиях, в любое время года и суток демонстрировать звёздное небо, причем наблюдаемое в разных точках земного шара. Помимо звёздного неба, благодаря спецтехнике, имеется возможность изучать Солнечную систему, планеты, а также кометы, болиды, метеорные потоки и др.

6. Прочие зрительные эффекты. Компьютерная графика, лазерные эффекты, светомузыка, театральные фонари и др. Данные средства основной функцией своей имеют усиление эмоционального воздействия на слушателя.

7. Музыкальное сопровождение. Воспроизводство музыкальных фрагментов. Как правило, музыка является фоном для иллюстрации, однако

возможно использование небольших музыкальных отрывков, имеющих в композиционном построении программы и самостоятельное значение.

Предметно-целевое назначение наших лекций-визуализаций – обеспечить теоретическую основу обучения, развить познавательный интерес к наукам естественного цикла и к конкретной учебной дисциплине «Астрономия», сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы. К качеству контента, будь то лекция, цикл видеолекций в соцсетях, всегда предъявляются высокие требования.

В советское время лекции в планетариях составлялись на основе так называемых экранных пособий, которые централизованно разрабатывались по различным темам и распространялись обществом «Знание». С развитием цифровых технологий, планетарии постепенно перешли на создание собственных авторских лекций-визуализаций, мультимедийных презентаций, автоматизированных презентаций, познавательных видеофильмов, полнокупольных программ и фильмов.

Полнокупольные фильмы (сферический фильм, FulldomeFilms) – новая, наиболее зрелищная форма работы Минского планетария, которая стала возможной с развитием современных цифровых проекционных технологий. Полнокупольные фильмы стали визитной карточкой Минского планетария и наиболее востребованной программой. Мы не дублируем работу кинотеатров – каждая полнокупольная программа сопровождается живым общением лектора со зрителем и демонстрацией звездного неба. Следует отметить, что при подборе фильмов обязательно учитывается их обучающий и познавательный характер. Сегодня наш репертуар насчитывает **28** научно-познавательных полнокупольных фильмов для разных возрастов, и он постоянно обновляется (ПРИЛОЖЕНИЕ 3).

В 2015 году я с коллегами опробовал идею создания собственного полнокупольного кино (музыкальное шоу «Один день Южной астрономической обсерватории» и документальный фильм «Космические телескопы»). В 2017

году состоялась премьера детского полнокупольного фильма «Мышата и Луна» (ПРИЛОЖЕНИЕ 4). А спустя ещё год (в 2018 и 2019 годах) наш планетарий стал организатором Минского международного фестиваля полнокупольных фильмов. Это уникальное событие для Беларуси, которое продемонстрировало современные достижения и технологии полнокупольного кино.

Для закрепления учебного материала фильма мы готовим образовательные промоматериалы и конкурсы. Например, в ходе разработанного мною квеста «Исследование Луны с мышатами» детям после просмотра мультфильма предлагается выполнить на дидактических картах различные задания по сценарию фильма (ПРИЛОЖЕНИЕ 5). Эти карточки выполняют одновременно и рекламную функцию – приглашают на просмотр полнокупольного фильма «Мышата и Луна».

Таким образом, тематические лекции-визуализации, полнокупольные фильмы, промоматериалы, познавательные игры, квесты, викторины – это не только формы работы по обучению и развитию познавательной активности учащихся, но и весомый вклад в совершенствование методического обеспечения естественно-научного образования.

На базе Минского планетария работает **клуб любителей астрономии «Аш-ню»**. Члены клуба – это учащиеся учреждений общего среднего, среднего специального и профессионально-технического образования, студенты высших учебных заведений города Минска, астрономы-любители. (ПРИЛОЖЕНИЕ 6).

Программа ориентирована на широкую практическую и научно-исследовательскую деятельность обучающихся. Умения и навыки исследовательской работы формируются при проведении учебных астрономических наблюдений, которые сопровождаются необходимыми измерениями. В ходе занятий мои ученики учатся работать с научно-популярной и справочной литературой, картами и атласами (в том числе с подвижной картой звёздного неба), эфемеридами планет, астрономическими

календарями, обобщать результаты наблюдений, формулировать выводы, строить логические умозаключения.

Для развития и формирования логических действий я использую метод Кроссенса. Этот метод позволяет организовать работу с текстом, рисунками, символами, географическими картами, диаграммами и способствует развитию логического, образного и ассоциативного мышления.

Члены клуба «Аш-ню» изучают также основы астрономической фотографии, компьютерной обработки фотографий таких небесных объектов, как Солнце и Луна, с помощью программ “Registax”, “AdobePhotoshop”. Таким образом, изучив технику съёмки астрофотографии, возможно получить снимок звёздного неба, созвездия, метеорного дождя и даже момент сближения небесных тел Солнечной системы.

При изучении тем «Визуальные наблюдения астрономических объектов», «Астрономия и компьютер», «Космонавтика», «Наблюдения покрытий звёзд астероидами», «Радионаблюдения», «Телескопостроение» учащиеся проводят различные исследования астрономических явлений и процессов.

Для объяснения сложного теоретического материала я использую разработанное мной пособие «Армиллярная сфера», руководство с методическими рекомендациями по эксплуатации и инструкцией по сборке. (ПРИЛОЖЕНИЕ 7). Оно содержит примеры качественного решения астрономических задач, а также задачи для самостоятельного решения. Руководство может быть адаптировано для других моделей армиллярных сфер и использоваться на уроках астрономии в школах.

В образовательном процессе клуба реализуются все дидактические принципы обучения: научность, системность и последовательность, наглядность, прочность, природосообразность, сознательность и активность, связь с жизнью.

На занятиях я стараюсь использовать различные технологии, методы и приёмы, отдаю предпочтение проблемным методам обучения. Создание

проблемных ситуаций побуждает обучающихся к активной работе. Использование в своей работе интенсивно-деятельностного подхода позволяет формировать у обучающихся такие личностные результаты, как коммуникативная компетентность в общении и сотрудничестве со сверстниками, взрослыми в процессе научно-исследовательской деятельности.

Активная исследовательская деятельность клуба позволяет учащимся сознательно определиться с кругом своих интересов и осознанно выбрать профиль своего обучения в дальнейшем: астрономический, астрофизический или космический. Таким образом, каждый может сформировать индивидуальный образовательный маршрут.

Отслеживая и анализируя результаты собственного труда, наблюдая, как заполняются пробелы обучающихся в области астрономических знаний, я могу сказать, что члены клуба подтверждают высказывание Блеза Паскаля: «Не огромность мира звезд вызывает восхищение, а человек, который измерил его».

Я постоянно акцентирую внимание обучающихся на накопленном астрономией опыте эмоционально-целостного отношения к миру, её вклада в становление и развитие эстетики и этики, в историю духовной культуры человечества.

Занятия клуба, лекции-визуализации, сеансы полнокупольных фильмов позволяют привлечь внимание к красоте мироздания, смыслу существования и развития науки, человека и человечества, гуманизировать предмет астрономии, то есть с наибольшей полнотой раскрыть в ней многоаспектную проблему человека и Вселенной.

**Минский планетарий постоянно находится в режиме инновационного развития.** Он является важным компонентом интеграционного образовательного пространства Дворца.

Минский планетарий – инициатор и организатор массовых культурно-досуговых мероприятий. По моей инициативе ежегодно, начиная с 2009 года, проводятся большие городские праздники (Международный день астрономии,

День космонавтики, осенние и весенние Дни астрономии).

Большой воспитательный потенциал заложен в реализации проекта «Музыка и звёзды» с участием известных музыкантов Национального академического Большого театра оперы и балета Республики Беларусь, Белорусской государственной филармонии.

Организация различных культурно-массовых мероприятий способствует PR-продвижению научно-познавательных программ и образовательных услуг Минского планетария, мотивирует посетителей на последующее посещение учреждения. Популяризации астрономических знаний и привлечению внимания к работе Минского планетария содействуют постоянно действующий режим консультирования, интервью на радио, телевидении, в печатных СМИ, реклама в социальных сетях.

Специфичность программ и проектов Минского планетария – в ориентированности на **международное сотрудничество**. Обучающиеся астрономического клуба «Аш-ню» регулярно принимают участие в международных проектах Международного Астрономического Поискового Сообщества (IASC), где учатся работать с базами данных астероидов и комет Центра малых планет, Международного астрономического союза, уже открыли десятки новых астероидов, и эти результаты были представлены в виде докладов на конференциях. Работа в международных проектах расширяет кругозор учащихся, демонстрирует важность международных контактов и актуальность изучения иностранных языков.

Сотрудники Минского планетария активно участвуют в мероприятиях Ассоциации планетариев России. Организуемые ассоциацией мероприятия способствуют повышению профессионального уровня педагогов и культорганизаторов, помогают повысить научный потенциал программ и проектов Минского планетария.

Я регулярно прохожу обучение на онлайн-курсах повышения квалификации для учителей физики и астрономии, лекторов планетариев и популяризаторов науки «Астрономия в современной школе» на базе

Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Повышению профессионального уровня способствовало также посещение в 2017 году XI Международного фестиваля полнокупольных фильмов “FullDome Festival Zeiss Planetarium Jena” (Германия, г. Йена). Наш первый фильм «Мышата и Луна» был номинирован и показан в рамках конкурсной программы фестиваля. Мы посетили мастер-классы, практические семинары, сессии, презентации и экспертные беседы. Наша инженерная группа ознакомилась с технической базой и программным комплексом планетария города Йены – старейшего планетария в мире.

В 2018 году состоялся Минский международный фестиваль полнокупольных фильмов (Minsk International Fulldome Festival, MIFF). Цель фестиваля – популяризация полнокупольного кино и формирование его высокого социально-культурного, образовательного статуса; раскрытие кинематографического и просветительского потенциала Минского планетария.

В 2019 году на нашем фестивале было представлено 43 лучших фильма из 22 стран мира. Однако MIFF – это не только конкурсные показы фильмов для самой широкой аудитории, но и место встречи тех, кто создаёт и развивает полнокупольное кино. В Минск приезжают авторы фильмов, представители fulldome-студий, коллеги из других планетариев мира.

Сегодня фестиваль – это возможность познакомиться с лучшими образцами современного и молодёжного творчества, представить свои уникальные программы и проекты на суд зрителей и жюри.

Важнейшая особенность программ и проектов Минского планетария, как я уже отмечал, заключается в сложной комбинации образовательных средств и их комплексном использовании. Реализация научно-популярных, познавательных программ и проектов позволяет создать открытую, доступную для всех обучающихся и посетителей образовательную среду. Для неё характерны следующие особенности: инновационность (в организации

образовательного процесса используются проектные, исследовательские, информационно-коммуникационные, диалоговые, игровые технологии); масштабность и интегративность (тесное сотрудничество со школами, учреждениями ПТО и ССО, вузами, общественными организациями, музеями, библиотеками и т. д.); вариативность и диверсификация (наличие широкого спектра направлений и форм деятельности); востребованность.

Концептуальные положения образовательных научно-познавательных программ Минского планетария состоят в следующем:

- естественно-научная грамотность – неотъемлемая черта образованного человека XXI века;

- учебное исследование – эффективный путь приобретения знаний (это знакомство и освоение научного способа познания мира);

- увлечение – путь к выбору профессии (астрономические знания способствуют повышению профессиональной компетентности специалистов любой отрасли производства);

- клубная деятельность – эффективный путь воспитания и социализации личности.

### **Результативность**

Можно отметить следующие аспекты результативности опыта:

1. В рамках моей образовательной и социокультурной деятельности успешно апробирован и активно используется синтезированный подход к популяризации знаний естественно-научного цикла. В Минском планетарии объединяется в единое целое научное, художественное, философское, музыкальное восприятие нашего мироздания.

2. Увлечённость наукой, привлекательная психологическая атмосфера в коллективе позволяют учащимся добиваться высоких результатов на различных научно-исследовательских конкурсах:

• Диплом лауреата I степени XXIII Республиканского конкурса работ исследовательского характера (конференции) учащихся по астрономии, биологии, информатике, математике, физике, химии (г. Минск, 2019 г.);

- Диплом лауреата II степени Всероссийского фестиваля науки (2019 г.);
- Диплом лауреата II степени Союзного государства «Таланты XXI века» в секции «Астрономия и космонавтика» (Республика Беларусь, НДЦ «Зубрёнок», 2017 г.);
- Диплом лауреата III степени XXIII Республиканского конкурса работ исследовательского характера (г. Минск, 2016 г.);
- Диплом лауреата III степени городской конференции учащихся (г. Минск, 2016 г.).

3. На мой взгляд, одним из значимых результатов моей работы является профориентационный эффект. Многие учащиеся, благодаря предшествующей подготовке, впоследствии поступают в естественно-технические вузы Беларуси и зарубежных стран, становятся инженерами и учеными. Среди выпускников Минского планетария – Григорий Верещагин, профессор Международного центра релятивистской астрофизики ICRANet (Италия); Виталий Мечинский, кандидат физико-математических наук по специальности «физика атомного ядра и элементарных частиц», и др. Инженерами на космическом предприятии ОАО «Пеленг» работают Алексей Ткаченко, Максим Котов, Татьяна Лебедева, Максим Кишкурно. Многие из выпускников астрономического клуба трудятся в научно-конструкторском подразделении «Космос» и создают спутники.

4. Отмечается ежегодное увеличение общей статистики посещаемости Минского планетария (2016 год – 36000 человек, 2019 год – 50000 человек).

5. С 2016 года (после двадцатилетнего перерыва) открыта публичная астрономическая обсерватория. Возобновлена клубная и кружковая работа в обсерватории. Собственными силами отремонтированы все механизмы, отреставрирован старинный телескоп, проведен косметический ремонт наблюдательной площадки. Сегодня в обсерватории проводятся сеансы астрономических наблюдений для всех желающих. Обсерватория стала популярным социально-образовательным объектом города.

6. Участие в международных акциях и организациях мероприятий международного уровня сделали Минский планетарий узнаваемой площадкой

среди планетариев всего мира. Ежегодный Минский международный фестиваль полнокупольного кино является одной из восьми крупнейших фестивальных площадок данного формата.

7. Положительный опыт работы отражен в научно-методических изданиях, сборниках, средствах массовой информации:

- статья «Минский планетарий: 55 лет на орбите» (научно-методический журнал “Выхаванне і дадатковая адукацыя”, № 6 (90), 2020, с. 30–32 с.);

- СТБ, «Новое утро» на РТР-Беларусь: «Луна, Солнце и яркие звёздные скопления. Когда и почему стоит сходить в Минский планетарий». (<http://www.ctv.by/luna-solnce-i-yarkie-zvezdnye-skopleniya-kogda-i-pochemu-stoit-shodit-v-minskiy-planetariy>);

- БТ1, “Добрай раніцы, Беларусь”: «В ожидании кометы Каталины» (<https://www.youtube.com/watch?v=ZlcnrzHftVk>);

- БТ1, “Добрай раніцы, Беларусь”:

«II Международный фестиваль полнокупольного кино» (<https://www.youtube.com/watch?v=UXDfrDB74wo>);

- СТБ, «Большой город»:

(<https://www.youtube.com/watch?v=SfONH5Qbt4k>).

8. Мне доводилось неоднократно представлять опыт формирования и развития естественно-научной грамотности и познавательного интереса к астрономии у детей и учащейся молодёжи на занятиях студентам учреждений образования, курсантам ГУО «Академия последипломного образования», слушателям городских методических объединений. Вот уже третий год Минский планетарий является творческой площадкой для изучения педагогического опыта по внедрению новых перспективных методик и технологий в киноискусстве для студентов-практикантов Белорусской академии искусств.

9. Удалось привлечь социальных партнеров и спонсоров для различных образовательных проектов Минского планетария – фонд “Добра”, Британский

благотворительный фонд «Наука вокруг нас», MOST (программа мобильности Европейского Союза), TALAKA.BY, MaeСэнс, Velcome.

### **Перспективность, рекомендации возможным последователям опыта**

Я неоднократно представлял свой опыт на городских и республиканских методических мероприятиях (семинарах, конференциях, мастер-классах). Материалы опыта и творческих наработок, накопленные и систематизированные за время работы, ежегодно пополняются. Планируется, что работа по накоплению и систематизации материалов образовательно-методического комплекса завершится его изданием. В частности, планируется дальнейший сбор материала и подготовка к изданию методического пособия «Армиллярная сфера». Этот материал может быть использован педагогами дополнительного образования детей и молодёжи, учителями физики и астрономии учреждений общего среднего образования, любителями астрономии.

Сегодня сформирован репертуар научно-популярных лекций, репертуар полнокупольных фильмов для различных возрастных категорий нашей аудитории. Перспективным направлением своей работы я вижу создание собственного авторского контента, работаю над новым детским образовательным анимационным фильмом «С Алёшей по планетам», в котором я выступаю как режиссёр-постановщик.

Планируется также организация творческой студии для создания полнокупольных фильмов и её позиционирование как открытой площадки для художников, аниматоров, сценаристов, видеоинженеров, научных редакторов, студентов и других специалистов, заинтересованных в разработке подобного образовательного контента. Предполагается продвижение ежегодного Минского международного фестиваля полнокупольных фильмов, привлечение ведущих технологий из современной индустрии планетариев.

В рамках педагогической работы с учащимися клуба «Аш-ню» я планирую совершенствовать новые методики работы на уровне республиканских и международных астрономических проектов: международные дистанционные школьные инфоконкурсы, цикл лекций для учителей физики и руководителей факультативов и кружков по астрономии «Ресурсы для нескучного преподавания астрономии».

Многие молодые специалисты из нашего астрономического клуба «Аш-ню» заинтересованы в прохождении практики, дальнейшем распределении и работе в Минском планетарии. Таким образом, планируется осуществление преемственности и подготовка новых кадров для работы в Минском планетарии и обсерватории.

В 2011 году совместно с проектной организацией УП «Минскпроект» был разработан проект реконструкции зданий Минского планетария и обсерватории, предусматривающий расширение площади и полное техническое переоснащение. Я и мои коллеги мечтаем о реализации этого проекта и надеемся, что наше учреждение станет ещё более узнаваемым, любимым, современным просветительским центром в Республике Беларусь и за её пределами.

## Список использованных источников

1. Аршинов, В. И. Синергетика на рубеже XX–XXI веков / В. И. Аршинов, В. Г. Буданов. – М. : ИНИОН РАН, 2006. – 217 с.
2. Бердяев, Н. А. Смысл творчества / Н. А. Бердяев. – М. : Просвещение, 2007. – 358 с.
3. Буданов, В. Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. – 3-е изд., доп. / В. Г. Буданов. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 240 с.
4. Выготский, Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский.– М. : Педагогика-Пресс, 1999.–536 с.
5. Волков, И. П. Цель одна – дорог много: проектирование процессов обучения / И. П. Волков. – М. : Просвещение, 1990. – 159 с.
6. Газман, О. С. Неклассическое воспитание: От авторитарной педагогики к педагогике свободы / О. С. Газман. – М. : МИРОС, 2002. – 132 с.
7. Галузо, И. В. Астрономия : учеб.-метод. пособие для 11-го класса / И. В. Галузо, В. А. Голубев, А. А. Шимбалев. – Минск : Народная асвета, 2009. – 214 с.
8. Галузо, И. В. Астрономия в 11 классе. Планирование и методика проведения уроков : пособие для учителей учреждений, обеспечивающих получение общ. сред. образования / И. В. Галузо, В. А. Голубев, А. А. Шимбалев. – Минск : Аверсэв, 2003. – 256 с.
9. Галузо, И. В. Астрономия : учебный звездный атлас / И. В. Галузо, А. А. Шимбалев, В. А. Голубев. – Минск : УниПресс, 2005.– 303 с.
10. Давыдов, В. В. Теория развивающегося обучения / В. В. Давыдов. – М. : ИНТОР, 1996.– 544 с.
11. Пригожин, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс – М.: Едиториал УРСС, 2014. – 304 с.

**Тематика программ, лекций для учащихся**

1. Программы, лекции для учащихся старшего школьного возраста (9-11 класс)

по предмету «Астрономия»:

- Вопросы сферической астрономии и небесной механики
- Солнце и звёзды
- Планеты
- Время и календарь
- Мифы о зодиакальных созвездиях
- Малые тела Солнечной системы
- Вселенная
- Рекордсмены Вселенной
- Поиски жизни во Вселенной
- Невидимая Вселенная
- Необычные атмосферные явления
- Экзопланеты

2. Программы, лекции для учащихся среднего школьного возраста (5-8 класс) по

предметам «Человек и Мир», «География»:

- Звездная Азбука
- Зоопарк на орбите
- Первопроходцы космоса
- Колумб вселенной
- Мифология космоса
- Сказки звездного неба
- Прогулка по Луне
- Необыкновенные небесные явления

3. Программы, лекции для учащихся младших классов (1-4 класс)

по предметам «Человек и мир», «Изобразительное искусство», «Мир вокруг нас»:

- Звёздная сказка
- Звездная Азбука
- Прodelки Луны
- Полеты в Космос
- Зоопарк на орбите
- Разыскивается планета
- Звездные истории гнома-астронома
- В гостях у Солнца и Луны
- Приключения муравьишки
- Антошкины истории о небе и Земле
- Приключения капельки воды
- Ориентирование с мышатами

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Циклы научно-популярных специализированных лекций**

- Трибуна ученого (регулярные лекции от ученых);
- Дорога в космос (регулярный обзор новостей космонавтики);
- Живые существа в Космосе: первые космические путешественники;
- Космическая гонка: противостояние СССР и США;
- Первый отряд космонавтов. Полеты по программе «Восток»;
- Теория заговора о «догагаринских пропавших космонавтах»;
- Первый отряд астронавтов. Полеты по программе «Меркурий»;
- Лунная программа США и СССР (22 ноября)
- Лунный заговор. Доказательства и опровержения высадки астронавтов;
- Военно-космические программы: «Дайна-Сор», MOL, «Алмаз»;
- Первый выход в открытый космос и первая стыковка пилотируемых кораблей. Проекты «Джемини» и «Союз»;
- Орбитальная станция «Скайлэб». Международная стыковка «Союз-Аполлон», ознаменовавшая собой окончание холодной войны в космосе;
- Многоразовый космический корабль «Спейс Шаттл». Триумф и трагедия «Бурана»;
- Орбитальные станции: «Салют», «Мир», «МКС»;
- Женщины-космонавты;
- Нереализованные программы: Большая космическая станция от NASA, проект «Мир-2» и европейская пилотируемая программа;
- Системы жизнеобеспечения космонавтов: космические скафандры, тренажеры, питание и многое другое.

**Репертуар полнокупольных научно-познавательных фильмов  
Минского планетария**

- Мышата и Луна (от 4 лет)
- Космикс (от 4 лет)
- Как Месяц к Солнцу в гости ходил (от 6 лет)
- Хрумка и волшебная ракета (от 6 лет)
- Далека ад Солнца (от 6 лет)
- В глубины Вселенной (от 12 лет)
- Два стеклышка: удивительный телескоп (от 12 лет)
- Розетта (от 12 лет)
- Разноцветная Вселенная (от 12 лет)
- Звезда по имени Солнце (от 12 лет)
- Солнечный взрыв (от 12 лет)
- Темная материя (от 12 лет)
- Призрак Вселенной (от 12 лет)
- Тайна темной материи (от 12 лет)
- Далекие миры – другая жизнь (от 12 лет)
- Энергия Вселенной (от 12 лет)
- Путь света (от 12 лет)
- Майя. Наблюдатели Вселенной (от 12 лет)
- Мексика: сквозь пространство и время (от 12 лет)
- Загадочное и удивительное Солнце (от 12 лет)
- От света до черных дыр (от 12 лет)
- Луны далеких планет (от 12 лет)
- Космические телескопы (от 12 лет)
- Астрономия (от 12 лет)
- Возвращение на Луну навсегда (от 12 лет)
- ИВЕХ. В поисках края Солнечной Системы (от 12 лет)
- Путь Европы к звездам (от 12 лет)

# МЫШАНЯТЫ І МЕСЯЦ

Сценарий полнокупольного фильма

*Дзеючыя асобы:*

Мышаняты Піп, Скрып

Робаты Зу, Зе

*На ганку старога рытучага дома сядзелі два галодныя мышаняткі:*

*Піп і Скрып. Сядзелі, боўталі хвосцікамі ды глядзелі на Месяц.*

**Піп.** Напэўна, Месяц вельмі смачны. *(уздыхае)* Шкада, не дацягнешся...

**Скрып** *(здзіўлена)*. Смачны? Чаму ты так думаеш?

**Піп.** Месяц падобны да акрайчыка сыру. Нават цёмныя плямачкі відаць. Гэта, вядома ж, дзірачкі. А самае галоўнае, я даўно заўважыў, што гэты акрайчык нехта ўвесь час абкусвае. Пазамінулым вечарам ён быў зусім вялікі, круглы, як сырная галава. А мінулым вечарам ён паменшаў. А сёння ён стаў яшчэ меншым.

**Скрып** *(падумаўшы)*. Праўда. Я таксама заўважыў. А я ведаю, хто паціху адкусвае сыр! Кажаны!

**Піп.** Кажанчыкі-кажанчыкі, вы кожную ноч адлятаеце кудысьці з гарышча, напэўна, каб сыру паесці. Мы таксама хочам сырам нябесным паласавацца! Прынясіце і нам кавалачак, калі ласка!

*Але кажаны толькі галовамі паківалі, дакладней, пагойдаліся разам з галовамі, бо, калі вісіш дагары нагамі, то ківаць галавой цяжка.*

**Кажаны.** Не. Гэта не мы. Не елі мы сыру.

*Тады Піп і Скрып адправіліся да Разумнай Савы, яна ж дакладна ўначы не спіць. Жыла Разумная Сава ў дупле старога дрэва.*

**Мышаняты.** Хто ж кожную ноч грызе Месяц? Хто? Вось ужо палавінка вісіць, а хутка толькі скарыначка застанецца. Кажаны не елі!

**Сава** *(бліснула вачыма)*. Не ведаю я, хто грызе Месяц. Запытайцеся вучоных астраномаў, а ў мяне ў самой абед!

**Мышаняты.** А як знайсці вучоных астраномаў?

**Сава.** Ідзіце па сцяжынцы ўверх!

*Ішлі мышаняты, напявалі песеньку, як раптам - дзве пары зіхоткіх вачэй зірнулі на іх.*

**Мышаняты.** Аёй!

*Перад імі ў святле Месяца стаялі дзве невыразныя постаці.*

**Мышаняты (спалохана).** Аёй, хто вы?

**Робат Зу.** Не бойцеся. Мяне клічуць Зу.

**Робат Зе.** А я – Зе.

**Робаты (разам).** Мы робаты-астраномы, мы тут за Месяцам назіранні вядзем. А вы чаму тут ходзіце позна ўначы? Заблукалі?

**Скрып.** Не, мы не заблукалі, мы шукалі вас!

**Піп.** Мы хочам даведацца, хто кожную ноч патрошкі адкусвае Месяц.

**Робат Зе (ўсміхаючыся).** Месяц насамрэч вельмі вялікі, яго проста так не адкусіш. Месяц - спадарожнік нашай планеты. Ён круціцца вакол Зямлі вельмі далёка ад нас, таму мы бачым яго маленькім. Месяц абарочваецца вакол Зямлі, а Зямля вакол Сонца. Сам Месяц не свеціць, а толькі адбівае сонечнае святло. Калі Сонца асвятляе ўвесь Месяц цалкам, то ён выглядае вялікім, падобным да галоўкі сыру. А часам Сонца асвятляе толькі кавалачак Месяца, тады ён выглядае таненькім і здаецца, што нехта яго пакусаў. А калі наш спадарожнік праходзіць роўна паміж Сонцам і Зямлёй, то мы бачым толькі цёмны, не асветлены Сонцам бок Месяца, і нам здаецца, што Месяц знікае.

**Скрып.** Ого! Вось табе і сы-ы-ыр!

**Робат Зу.** Зразумець рух Месяца лёгка з дапамогай Тэлурыя. Тэлурыя - гэта такі глобус, толькі больш складаны. Ён паказвае не толькі абарачэнне Зямлі, але і ўзаемнае абарачэнне Сонца, Зямлі і Месяца. Зямля вакол Сонца паўзе павольна: адзін круг праходзіць за адзін год (365 дзён), а Месяц вакол Зямлі бегае хутка: адзін круг за 27 з хвосцікам дзён.

**Піп.** Якраз цяпер мы бачым сыр, які хтосьці пакусаў.

**Робат Зе.** Цяпер мы бачым Ветах, а хутка Месяца зусім не будзе відаць . Гэта называецца Новы Месяц. Потым мы бачым тонкі серп, як кажуць, Маладзік. Калі ўяўна дамаляваць да Маладзіка палачку, то атрымаецца літара Р-р-р. Гэта значыць, што Месяц расце. Потым Месяц будзе расці далей і неўзабаве мы ўбачым палову Месяца - гэта завецца першая квадра. Але на гэтым Месяц не спыняецца, ён расце далей і становіцца вялікім-вялікім, круглым. Гэта Поўня. На Зямлі мы бачым усё асветленае паўшар’е Месяца - вось вам і сырняя галава.

**Скрып.** А што потым?

**Робат Зе.** А потым Месяц пачынае паступова памяншацца. Сонца асвятляе яго ўсё менш і менш, і неўзабаве мы бачым зноў толькі палову, але гэтым разам левую. Гэта Апошняя Квадра. З кожным днём Месяц памяншаецца, быццам хтосьці яго з’ядае. Зусім хутка Месяц састарэе, стане танючкі і падобны да літары С. Гэта азначае, што Месяц сыходзіць. Так мы бачым Месяц на працягу 29 дзён.

**Піп.** С хвосцікам!

**Скрып.** А што гэта ў вас такое?

**Робат Зу.** А гэта складаны інструмент, завецца тэлескоп. Ён дапамагае нам наблізіцца да Месяца.

**Скрып (здзівіўлена).** Наблізіцца? То бок падляцець бліжэй?

**Робат Зу (усміхаючыся).** Не зусім. Будзем набліжаць Месяц пры дапамозе оптыкі, павялічваць. У тэлескоп можна ўбачыць значна больш, чым гледзячы на Месяц проста так. Гэта павелічальны прыбор, з яго дапамогай мы можам разгледзець дробныя дэталі на паверхні Месяца, нібыта мы побач пралятаем.

**Піп.** Я хачу паглядзець у тэлескоп!

*Мышаня радасна пабегла да тэлескопа*

**Піп (сумна).** Я нічога не бачу, толькі нейкі туман!

**Робат Зе (строга).** Тэлескоп – складаны інструмент для астранамічных назіранняў. Яго трэба ўмець наладжваць

*Зе навёў рэзкаць і запрасіў Піна паглядзець*

**Піп.** Ого! Вось гэта прыгажосць! Якія вялізныя плямы на Месяцы! Хутчэй, Скрып, глядзі!

**Робат Зе.** Гэта Месяцавыя моры, яны ўсе маюць свае імёны/назвы і нанесены на карту Месяца.

**Робат Зу.** Назвы Месяцавых мораў вельмі зямныя і зразумелыя. Мора Вільготнасці - невялікае круглае Месяцавае мора с застылай лавай на дне. Вельмі прыгожае імя ў мора Аблокаў. Такую назву прыдумаў адзін італьянскі астраном больш за трыста гадоў таму! Маленькае Месяцавае мора з барознамі на дне мае стра-а-а-ашную назву Балота Эпідэміі. А яшчэ мы бачым мора Астравоў, на дне якога таксама застылая лава. Усё гэта пускаецца ў вялікі Акіян Бур.

**Скрып.** А ў гэтых Месяцавых морах плаваюць Месяцавыя рыбы? Хто там жыве, на Месяцы?

**Робат Зе.** Ніхто, таму што там няма вады. Па дне мора можна пашпацыраваць/прагуляцца, але пакуль што няма каму, таму што Месяц незаселены. Людзі ўжо накіроўвалі экспедыцыі на Месяц, але жыццё там не знойдзена, а вада існуе толькі на дне самых глыбокіх кратараў у выглядзе лёду.

**Піп.** Кратары! А што такое кратары? А можна на іх глядзець у тэлескоп? А там можна ўбачыць Месяцавы лёд?

**Робат Зу.** Давайце паглядзім. На бачным боку Месяца кратараў вельмі шмат, і яны, як і Месяцавыя моры, маюць імёны. Буйны кратар Кеплер атрымаў сваю назву ў гонар першаадкрывальніка законаў руху планет Сонечнай сістэмы Іагана Кеплера. Кратар Капернік сярэдняга памеру, яго назвалі ў гонар польскага астранома Мікалая Каперніка. На паўночна-заходняй мяжы мора Вільготнасці ёсць старажытны буйны кратар Гасэндзі. Старажытны кратар у паўднёвай частцы названы ў гонар датскага астранома Крысціяна Северына Лангамантана. Кратар Клавій адзін з самых старажытных на Месяцы. Яго ўзрост - амаль 4 мільярды гадоў!

Заліў Вясёлкі. Гэты кратар і горы вакол яго - адны з самых выразных рысаў Месяцавага рэльефу. А вось кратары на адваротным боку Месяца мы с Зямлі ўбачыць не можам.

**Скрып** (*здзівіўлена*). Гэта яшчэ чаму? Вось павернецца Месяц праз некалькі дзён да нас іншым бокам, і мы ўбачым!

**Робат Зе.** Рух Месяца мае асаблівасці. Наш спадарожнік ніколі не паварочваецца да нас сваім адваротным бокам, с Зямлі мы бачым толькі адзін бок Месяца.

**Робат Зу.** І толькі калі паляцець на Месяц у касмічным караблі, можна будзе абляцець вакол яго, прымесячыцца і пахадзіць па яго адваротным боку. А так толькі на фотаздымках, якія робяць штучныя спадарожнікі, можна бачыць адваротны бок Месяца і разгледзець мноства кратараў. Менавіта дзякуючы спадарожнікам, якія аблятаюць вакол Месяца, навукоўцы складаюць дакладныя карты, на якіх адзначаны кожны кратар.

**Мышаняты** (*разам*). Авочкі!! Як хацелася б пабываць на Месяцы!

**Робат Зе.** На ўсё свой час.

**Робат Зу.** І да таго ж, вам спачатку трэба даведацца шмат новага і шмат чаму навучыцца тут, на Зямлі, дарагія мышаняты.

**Робат Зе.** А цяпер ужо глыбокая ноч і вам даўно пара спаць.

*Піп і Скрып па чарзе пазяхнулі і пацёрлі лапкамі вочкі.*

**Скрып.** А на зоркі мы будзем у тэлескоп глядзець?

**Робат Зу.** Іншым разам абавязкова, а цяпер трэба спаць.

*Зоркі загадкава мігцелі, а Месяц нібыта падміргваў мышанятам. Скрыпу падалося, што адна зорачка памахала яму рукой. Ён зноў пацёр вочкі і пазяхнуў.*

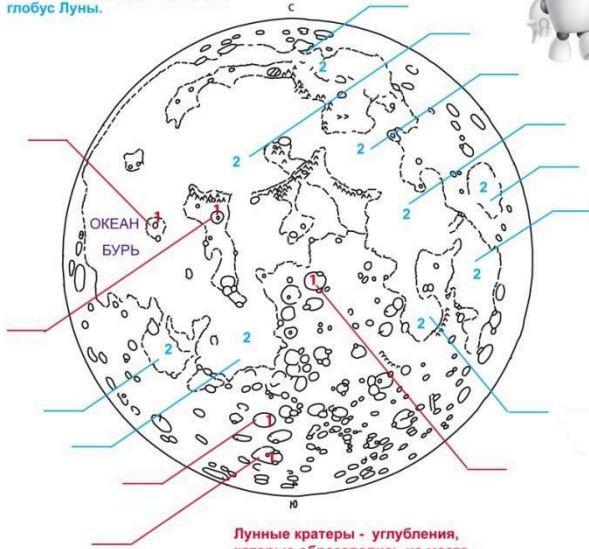
*Мышаняты накіраваліся да старога дома з гарышчам, кажанамі і самымі звычайнымі катамі. Мышаняты заснулі, і ўсю ноч ім сніўся круглы духмяны*

*сыр.*

Дидактические карты к квест-игре «Исследование Луны с Мышатами»  
(пример)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУНЫ С МЫШАТАМИ**

Лунные моря - это темные пятна на поверхности лунного диска. Подпишите выделенные моря, используя глобус Луны.



Лунные кратеры - углубления, которые образовались на месте падения метеоритов. Подпишите названия кратеров, используя глобус Луны.

- 1. Раскрась красным цветом кратеры на лунной карте. Они помечены цифрой 1.
- 2. Раскрась синим цветом моря на лунной карте. Они помечены цифрой 2.
- 3. Помоги мышатам собраться в полет на Луну. Какие предметы им понадобятся?

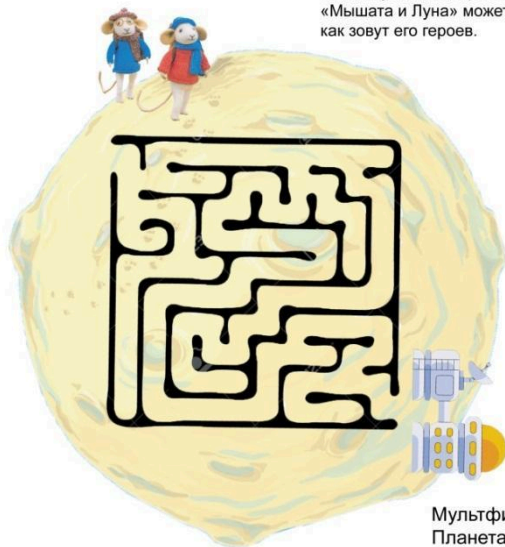


**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУНЫ С МЫШАТАМИ**

Луна - это спутник нашей планеты. Она вертится вокруг Земли против часовой стрелки. На Луне нет атмосферы и жизни. Это единственный космический объект, на котором побывали люди.

- Помоги мышатам добраться до сырно-лунной базы.

Тот, кто уже посмотрел мультфильм «Мышата и Луна» может подписать, как зовут его героев.



- Подпиши фазы Луны.



Подсказка:

Если к серпу Луны подставить палочку - и получится буква Р, то это растущая Луна.

Если Луна похожа на букву С, то это - стареющая Луна (убывающая).

Мультфильм «Мышата и Луна» можно посмотреть в минском Планетарии и получить ответы на все астрономические вопросы. Афиша на сайте [planetarium.by](http://planetarium.by)

**ПРОГРАММА ОБЪЕДИНЕНИЯ ПО ИНТЕРЕСАМ**

**«Клуб любителей астрономии “АШ-НЮ”»**

*(естественно-математический профиль,  
базовый уровень изучения образовательной области «Астрономия»)*

Разработчик:

**Микулич Александр Валерьевич,**

*заведующий лабораторией*

*естественно-научных знаний*

*«Планетарий»*

Методическое сопровождение:

**Рябова Ирина Владимировна,**

*методист I квалификационной категории*

Возраст обучающихся – 14–30 лет

Срок реализации программы – 2 года

**Пояснительная записка**

На современном этапе республика Беларусь испытывает острую необходимость в высокопрофессиональных научных и инженерных кадрах, имеющих инновационное мышление, активную жизненную позицию, ориентированных на социальное самоопределение и саморазвитие, участие в прорывных инновационных проектах страны. Система дополнительного образования имеет требуемый ресурс для участия и решения этих задач и является важной составной частью для решения проблемы возрождения инженерного и научного кадрового потенциала страны.

Данная программа ориентирована на широкую практическую и научно-исследовательскую деятельность обучающихся.

Обучение по данной программе будет способствовать формированию диалектического мировоззрения и представлений о научной картине мира; физической природе небесных тел; связи космических и земных процессов. В процессе освоения программы обучающиеся получают основы знаний объективных законов и динамики эволюционных процессов во Вселенной, узнают о методах и инструментах астрономических исследований. У обучающихся сформируются умения пользоваться астрономическим инструментарием, они научатся проводить астрономические наблюдения, объяснять и использовать их результаты, решать задачи практической астрономии. Кроме этого обучающиеся имеют уникальную возможность приобретения опыта участия в международных проектах IASC, CRTS.

Проведение различных мероприятий по астрономии, исследовательская деятельность, участие в проектах будет способствовать расширению кругозора, самообразованию и самореализации обучающихся, раскрытию творческих возможностей членов клуба в области астрономии. Реализация программы осуществляется с использованием материально технической базы Планетария, Обсерватории и современных информационных технологий.

Программа разработана в соответствии с типовой программой дополнительного образования детей и молодежи (естественно-математический профиль), утвержденной Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 6 сентября 2017 года № 123.

**Цель** – обучение методам астрофизических наблюдений, астрофотографии, телескопостроения, популяризация научных знаний, формирование навыков использования современных технологий и проектно-исследовательской деятельности.

**Развивающие и воспитательные задачи:**

- развивать творческие способности обучающихся через приобщение их к решению астрономических задач творческого характера;
- способствовать интеллектуальному развитию;

- развивать познавательные процессы, восприятие, внимание, память, наблюдательность, сообразительность;
- развивать мышление и воображение;
- расширять кругозор обучающихся;
- развивать устойчивый интерес к астрономии и исследовательской деятельности;
- воспитывать стремление к самообразованию, повышению общекультурного уровня;
- воспитывать нравственные качества личности: настойчивость в достижении цели, ответственность, дисциплинированность, трудолюбие;

Программа предназначена для обучающихся в возрасте 14-30 лет, количество обучающихся в группе – 12 человек.

Срок реализации программы – 2 года, по 108 часов в год. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 3 часа на базе лаборатории естественнонаучных знаний «Планетарий».

#### ***Материально-техническое обеспечение***

- персональные компьютеры с выходом в сеть Интернет;
- звездный зал планетария, специальный проекционный аппарат «Планетарий ZEISS ZKP1», цифровые проекторы;
- обсерватория;
- телескопы, бинокли, фотоаппараты, камеры, антенно-приёмные устройства, коллиматор, маска «Бахтинова».

#### **Первый год обучения**

##### **Задачи:**

- сформировать знания о наиболее ярких астрономических объектах и методах их наблюдений;
- обучить ориентироваться на звёздном небе;
- развивать умения самостоятельно осуществлять исследовательскую деятельность;

- формировать навыки работы с астрономической техникой и использования методик анализа и обработки полученных данных;
- формировать общие представления о процессе научных исследований;
- формировать убеждение в важности научных астрономических знаний для каждого человека и общества в целом.

### Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов, тем	Кол-во часов		
		Всего часов	В том числе	
			теория	практика
	<b>Вводное занятие</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>Визуальные наблюдения астрономических объектов</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>25</b>
1.1.	Основы работы с телескопом: основные узлы и механизмы. Установка и наведение телескопов	6	2	4
1.2.	Наблюдение наиболее ярких астрономических объектов в черте города (планеты, Луна, Солнце, самые яркие объекты дальнего космоса)	24	3	21
<b>2.</b>	<b>Астрофотография</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>15</b>
2.1.	Введение в современную астрофотографию	3	2	1
2.2.	Современная любительская съемка планет, Луны, Солнца	9	2	9
2.3.	Методы компьютерной обработки фотографий планет, Луны, Солнца. Работа в программе «Registax», использование «Adobe Photoshop»	6	2	5
<b>3.</b>	<b>Наблюдение и фотографирование астероидов</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
3.1.	Изучение основ астрометрии астероидов при помощи специализированного программного обеспечения. Работа с программами «Astrometrica» и «IzmCCD»	10	4	6
3.2.	Фотографирование участков неба, поиск на фотографиях астероидов и проведения их фотометрии и астрометрии. Формирование отчетов и отправка их MPC	11	3	8
<b>4.</b>	<b>Астрономия и компьютер</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
4.1.	Разработка программы синхронизации секундомеров по сигналу ПК	3	1	2
4.2.	Разработка программы управления двигателями монтировки и затвором фотоаппарата по заданному алгоритму (проект GOTO-системы)	3	1	2

<b>5.</b>	<b>Космонавтика</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
5.1.	Основы небесной механики и сферическая астрономия в приложении к спутникам. Основы космонавтики	3	3	-
5.2.	Расчёт вспышек спутников серии «IRIDIUM» и других спутников в программе «HeavenSat», работа с программой «Orbitron»	3	2	1
5.3.	Наблюдения и фотографирования рассчитанных вспышек спутников	3	1	2
5.4.	Расчёт моментов транзита МКС по диску Солнца и Луны, построение карт полосы видимости транзитов	3	1	2
5.5.	Наблюдение и фотографирование транзитов МКС по диску Солнца и Луны	3	-	3
5.6.	Рассмотрение аспектов приёма метеоданных с метеоспутников серии NOAA по радиочастотному каналу	3	3	-
<b>6.</b>	<b>Телескопостроение</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
6.1.	Телескопы: типы оптических систем, механика и оптика телескопа	3	2	1
6.2.	Юстировка, фокусировка, тесты оптики телескопов	3	1	2
	<b>Итоговое занятие</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

## Содержание программы

### Вводное занятие

Знакомство с обучающимися. План работы, задачи клуба. Беседа о правилах противопожарной безопасности на занятиях и безопасного поведения в Планетарии. Энергия кванта – АШ-НЮ.

#### *Практические занятия*

Обзорная экскурсия по планетарию и обсерватории.

Входной контроль знаний: опрос на знание законов физики.

### Раздел 1. Визуальные наблюдения астрономических объектов

#### Тема 1.1 Основы работы с телескопом: основные узлы и механизмы.

##### Установка и наведение телескопов

Основы работы с телескопом: основные узлы и механизмы. Типы оптических систем телескопов: рефракторы, рефлекторы, катадиоптрические

системы. Юстировка телескопов. Разрешающая и проникающая сила телескопа. Увеличения телескопа. Тестирование оптики телескопа. Уход за оптикой телескопа.

Типы монтировок: альт-азимутальные и экваториальные монтировки. Полярная настройка экваториальной монтировки немецкого типа. Использование экваториальной монтировки.

Окуляры: типы оптических систем, их важнейшие параметры, выбор окуляра для наблюдений. Использование линзы Барлоу.

### *Практические занятия*

Работа с телескопом и монтировкой. Подготовка телескопа к наблюдениям.

## **Тема 1.2 Наблюдение наиболее ярких астрономических объектов в черте города (планеты, Луна, Солнце, самые яркие объекты дальнего космоса)**

Техника безопасности при наблюдениях Солнца. Использование светофильтров при наблюдениях Луны, Солнца, планет. Прогнозирование спокойствия и прозрачности атмосферы, выбор места и времени наблюдений. Охлаждение телескопа. Выбор окуляров и увеличений. Учет светового загрязнения при наблюдениях.

Подготовка звездных карт. Планирование списка наблюдений в зависимости от сезонных изменений вида звездного неба. Информация о планетах Солнечной Системы, их спутниках.

### *Практические занятия*

Наблюдение наиболее ярких астрономических объектов в черте города (планеты, Луна, Солнце, самые яркие объекты дальнего космоса). Наблюдения Солнца и Луны, планет. Поиск планет на небе. Наблюдение Венеры и Меркурия, Марса, Юпитера и его спутников, Сатурна и его спутников, Урана и Нептуна. Зарисовки деталей на дисках планет, солнечных пятен, рельефа Луны. Использование светофильтров при наблюдениях.

Знакомство с созвездиями и звездным небом. Наблюдение самых ярких объектов глубокого космоса (галактика Андромеды, туманность Ориона, шаровое звездное скопление М13, и др. доступных в городских условиях объектов глубокого космоса), использование UHC-S фильтра для уменьшения влияния светового загрязнения, наблюдение планетарных туманностей «Кольцо» М57, «Гантель» М27. Наблюдения двойных звезд. Проверка разрешающей силы телескопа по тесным двойным.

Организация и проведение весеннего и осеннего Международных дней астрономии, вечеров «тротуарной астрономии».

## **Раздел 2. Астрофотография**

### **Тема 2.1. Введение в современную астрофотографию**

Введение в современную астрофотографию. Теоретические аспекты. Оборудование, необходимое для занятий астрофотографией. Телескопы, фотографические объективы, монтировки, приемники изображения, подходящие для различных работ в астрофотографии. Литература по методам современной астрофотографии, полезные сайты в сети Internet.

#### *Практические занятия*

Знакомство с оборудованием для астрофотографии. Сравнение пленочного и цифрового фото, принципы работы цифровых приемников изображения. Компьютерная обработка изображений.

### **Тема 2.2. Современная любительская съемка планет, Луны, Солнца**

Современная любительская съемка планет, Луны, Солнца. Использование цифровой компактной камеры, вебкамеры, специальных ССД и CMOS-камер для съемки объектов Солнечной Системы. Техника съемки в окулярной проекции, в прямом фокусе, с окулярным увеличением. Использование светофильтров. Техника фокусировки.

#### *Практические занятия*

Съемка и получение фотографий Солнца, Луны, планет Солнечной Системы.

### **Тема 2.3. Методы компьютерной обработки фотографий планет, Луны, Солнца. Работа в программе «Registax», использование «Adobe Photoshop»**

Методы компьютерной обработки фотографий планет, Луны, Солнца. Этика цифровой обработки изображений. Основы работы в «Registax». Принцип действия программы. Выбор опорного кадра, сортировка кадров по качеству, выравнивание и сложение кадров. Использование вейвлетов. Основы работы с астрофотографиями в «Adobe Photoshop».

#### *Практические занятия*

Проведение семинаров и мастер-классов по обработке фотографий и видеороликов Луны, Солнца, планет.

### **Раздел 3. Наблюдение и фотографирование астероидов**

#### **Тема 3.1. Изучение основ астрометрии астероидов при помощи специализированного программного обеспечения. Работа с программами «Astrometrica» и «IzmCCD»**

Изучение основ астрометрии астероидов при помощи специализированного программного обеспечения.

Основы фотометрии и астрометрии звёзд и астероидов. Использование фотометрических фильтров для проведения фотометрии. Определение параметров орбиты астероидов. Программы «MaximDL» и «IzmCCD».

#### *Практические занятия*

Работа с программами «MaximDL» и «IzmCCD». Построение фотометрических кривых, определение координат и расчёт элементов орбит астероидов. Формирование научных отчетов согласно строгой формы и отправка их в MPC.

#### **Тема 3.2. Фотографирование участков неба, поиск на фотографиях астероидов и проведения их фотометрии и астрометрии. Формирование отчетов и отправка их MPC**

Фотографирование участков неба с целью поиска на полученных фотографиях астероидов и проведения их фотометрии и астрометрии.

*Практические занятия*

Поиск и съёмка астероидов цифровыми камерами, проведение фотометрии и астрометрии.

**Раздел 4. Астрономия и компьютер**

**Тема 4.1. Разработка программы синхронизации секундомеров по сигналу ПК**

Теория времени. Ошибки, возникающие при хранении времени и способы их компенсации.

*Практические занятия*

Инструментальные средства работы с носителями времени.

Разработка программного обеспечения для управления носителями времени.

**Тема 4.2. Разработка программы управления двигателями монтировки и затвором фотоаппарата по заданному алгоритму (проект GOTO-системы)**

Устройство монтировок современных телескопов.

Системы координат и способы позиционирования.

*Практические занятия*

Разработка программного обеспечения для управления позиционированием монтировок, не имеющих встроенных средств наведения.

**Раздел 5. Космонавтика**

**Тема 5.1. Основы небесной механики и сферическая астрономия в приложении к спутникам. Основы космонавтики**

Законы небесной механики. Законы Ньютона. Законы Кеплера.

Сферическая система координат. Способы описания координат. Системы координат, используемые в астрономии. Перевод систем координат.

Геоцентрическое движение. Ориентация спутников. Пассивные и активные системы ориентации.

Основные понятия космонавтики. Системы управления, системы навигации, системы ориентации. Системы жизнеобеспечения.

### **Тема 5.2. Расчёт вспышек спутников серии «IRIDIUM» и других спутников в программе «HeavenSat», работа с программой «Orbitron»**

Изучение основ расчёта моментов пролёта ИЗС над заданной территорией, природа вспышек спутников. Создание модели ориентации солнечных панелей ИЗС на основе данных о характере вспышки ИЗС.

#### *Практические занятия*

Расчёт моментов пролёта и обстоятельств вспышек спутников для заданного географического пункта в программах «HeavenSat» и «Orbitron».

### **Тема 5.3. Наблюдения и фотографирования рассчитанных вспышек спутников**

Методика проведения визуальных, фото- и видео-наблюдений вспышек ИЗС. Методы синхронизации секундомеров и хранение точного времени.

#### *Практические занятия*

Проведение наблюдений и съёмки вспышек ИЗС. Определение параметров вспышки: яркость, длительность, яркостно-временная эволюция. Построение временного фотометрического профиля треков спутников на основе полученных фото- и видеоматериалов. Анализ полученных данных и построение модели ориентации солнечных панелей ИЗС.

### **Тема 5.4. Расчёт моментов транзита МКС по диску Солнца и Луны, построение карт полосы видимости транзитов**

Расчёт обстоятельств видимости транзитов ИЗС по дискам Луны и Солнца для различных географических точек в программе «HeavenSat».

#### *Практические занятия*

Построение на основе полученных данных карт полосы видимости транзитов для заданной территории.

### **Тема 5.5. Наблюдение и фотографирование транзитов МКС по диску Солнца и Луны**

#### *Практические занятия*

Проведение выездных фотографических и видеонаблюдений в центре рассчитанной полосы видимости транзитов МКС по диску Солнца и Луны. Получение и обработка фото- и видеоматериалов. Цифровая обработка полученных материалов в программах «Registax».

### **Тема 5.6. Рассмотрение аспектов приёма метеоданных с метеоспутников серии “NOAA” по радиочастотному каналу**

Особенности приёма радиосигналов от ИЗС серии “NOAA”, структура сигнала радиоданных, принцип его дешифровки. Расчёт обстоятельств и моментов пролётов ИЗС в программах «HeavenSat» и «Orbitron».

## **Раздел 6. Телескопостроение**

### **Тема 6.1. Телескопы: типы оптических систем, механика и оптика телескопа**

Принцип действия телескопа. Типы оптических систем. Аберрации. Разрешающая и проникающая сила телескопа. Тестирование оптики телескопа. Устройство телескопа-рефлектора. Механика телескопа.

#### *Практические занятия*

Знакомство с устройством оптической трубы заводского телескопа-рефлектора. Тестирование оптики с помощью «звездного теста».

### **Тема 6.2. Юстировка, фокусировка, тесты оптики телескопов**

Юстировка, фокусировка, тесты оптики телескопов.

#### *Практические занятия*

Усовершенствование фокусирующего узла, изготовление электрофокусера. Юстировка телескопов различных систем с помощью

коллиматора или по звезде. Тестирование оптических свойств телескопа различными методами.

### **Итоговое занятие**

Внутренняя конференция. Отчеты и презентаций исследовательских работ обучающихся.

### **Ожидаемые результаты**

По окончании первого года обучения обучающиеся будут

#### ***знать:***

- принципы наблюдения и фотографирования астероидов;
- основы работы с астрономическим программным обеспечением;
- основы небесной механики и космонавтики;
- принципы телескопостроения и типы оптических систем телескопов.

#### ***уметь:***

- ориентироваться на звёздном небе;
- проводить визуальные наблюдения;
- работать с телескопом: устанавливать, проводить наблюдения в телескоп наиболее ярких объектов космоса;
- проводить самостоятельно исследовательскую работу.

### **Второй год обучения**

#### **Задачи:**

- обучить проводить визуальные наблюдения;
- углубить знания об астрофотографии и радионаблюдениях, космонавтике;
- развить навыки работы с астрономической техникой;
- обучить проведению наблюдения в телескоп наиболее ярких объектов космоса;
- сформировать умения оформлять исследовательскую работу и представлять ее результаты.

### Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов, тем	Кол-во часов		
		Всего часов	В том числе	
			теория	практика
	<b>Вводное занятие</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>Визуальные наблюдения астрономических объектов</b>	<b>21</b>	<b>3</b>	<b>18</b>
<b>2.</b>	<b>Астрофотография</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>11</b>
2.1.	Современная любительская съемка объектов глубокого космоса	9	2	7
2.2.	Методы компьютерной обработки фотографий объектов глубокого космоса. Работа с программами «IRIS», «Registar», «MaximDL», использование «Adobe Photoshop»	6	2	4
<b>3.</b>	<b>Наблюдение и фотографирование астероидов</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
3.1.	Работа в международном проекте IASC	15	5	10
<b>4.</b>	<b>Новые и сверхновые звезды</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
4.1.	Изучение основ теории новых и сверхновых звезд. Методики обработки изображений галактик	3	1	2
4.2.	Работа в международном проекте CRTS Catalina	3	1	2
<b>5.</b>	<b>Космонавтика</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
5.1.	Основы небесной механики и сферическая астрономия в приложении к спутникам. Основы космонавтики	3	3	-
5.2.	Расчёт вспышек спутников серии «IRIDIUM» и других спутников в программе «HeavenSat», работа с программой «Orbitron»	3	2	1
5.3.	Наблюдения и фотографирования рассчитанных вспышек спутников	3	1	2
5.4.	Расчёт моментов транзита МКС по диску Солнца и Луны, построение карт полосы видимости транзитов	3	1	2
5.5.	Наблюдение и фотографирование транзитов МКС по диску Солнца и Луны. Основы работы со сканирующим приёмником	3	1	2
5.6.	Аспекты приёма метеоданных с метеоспутников серии NOAA по радиочастотному каналу. Декодирование и анализ данных, полученных со спутников серии NOAA	3	3	-
<b>6.</b>	<b>Наблюдения покрытий звёзд астероидами</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
6.1.	Теоретические аспекты явления	3	3	-

6.2.	Расчёт покрытий звёзд астероидами в программе «LinOCCULT» и «OCCULT»	3	2	1
6.3.	Проблема синхронизации и хранения времени. Синхронизация часов и секундомеров от ПК. Синхронизация по сигналам точного времени (PVM)	3	2	1
6.4.	Отработка скорости реакции, личное уравнение времени. Расчёт погрешностей определения моментов времени	3	1	2
6.5.	Расчёт обстоятельств покрытий звёзд астероидами для необходимых наблюдательных точек на каждый месяц. Наблюдения рассчитанных покрытий	3	2	1
<b>7.</b>	<b>Радионаблюдения</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>5</b>
7.1.	Теория явления отражения радиоволн от метеорных следов	3	2	1
7.2.	Изучение основ работы с радиоприёмниками для приёма отражённых сигналов	3	2	1
7.3.	Методы пред- и постобработки полученных данных. Работа в программах «Exel», «GnuPlot», «Octave», «EXTREMA», «SURFER», «Origin»	3	2	1
7.4.	Теория явления радиоизлучения Юпитера. Расчёт радиоштормов. Работа с программой «RadioJove»	3	1	2
	<b>Итоговое занятие</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>43</b>	<b>65</b>

## Содержание программы

### Вводное занятие

План работы на учебный год, содержание деятельности. Беседа о правилах противопожарной безопасности на занятиях и безопасного поведения в планетарии. Астрономия и смежные науки.

### *Практические занятия*

Подготовка астрономической и фотографической техники к наблюдениям.

### **Раздел 1. Визуальные наблюдения астрономических объектов**

Техника безопасности при проведении ночных наблюдений за городом. Техника наблюдений объектов глубокого космоса. Особенности восприятия тусклых объектов на ночном небе глазом человека. Адаптация зрения к

темноте. Использование светофильтров. Приемы поиска и наведения телескопа на объект. Работа с картами звездного неба. Поиск интересных объектов для наблюдений, разработка плана наблюдений. Марафон Мессье.

#### *Практические занятия*

Выезды на наблюдения. Знакомство с созвездиями и объектами, наблюдаемыми зимой, весной, летом, осенью. Млечный путь, яркие объекты глубокого космоса, видимые невооруженным глазом. Наблюдение галактик, шаровых звездных скоплений, рассеянных звездных скоплений, диффузных и планетарных туманностей, интересных астеризмов. Проведение «Марафона Мессье».

## **Раздел 2. Астрофотография**

### **Тема 2.1 Современная любительская съемка объектов глубокого космоса**

Фотографии звездного неба с помощью неподвижной камеры. Съемка ярких объектов методом окулярной проекции с помощью цифровой компактной камеры. Использование цифровых зеркальных камер и съемка в прямом фокусе. Гидирование. Автогидирование. Светофильтры для съемки объектов глубокого космоса. Съемка калибровочных кадров: дарков, флэтов, офсетов.

#### *Практические занятия*

Фотографирование звездного неба и объектов глубокого космоса в городе и на выездах.

### **Тема 2.2 Методы компьютерной обработки фотографий объектов далекого космоса**

Цифровая обработка изображений. Основы работы в «Registax». Принцип действия программы. Выбор опорного кадра, сортировка кадров по качеству, выравнивание и сложение кадров. Использование вейвлетов. Основы работы с астрофотографиями в «Registar», «MaximDL» «Adobe Photoshop».

#### *Практические занятия*

Проведение семинаров и мастер-классов по обработке фотографий и видеороликов Луны, Солнца, планет.

### **Раздел 3. Наблюдение и фотографирование астероидов**

Международный проект IASC. Задачи проекта.

#### *Практические занятия*

Участие в поисковых компаниях проекта IASC. Обработка изображения в программе Astrometrica, астрометрия и фотометрия новых астероидов. Формирование отчетов и отправка их в MPC.

### **Раздел 4. Новые и сверхновые звезды**

**Тема 4.1. Основы теории новых и сверхновых звезд. Методики обработки изображений галактик**

Основы теории новых и сверхновых звезд. Причины их появления, периодичность, длительность.

#### *Практические занятия*

Рассмотрение методик обработки изображений галактик и поиска в них новых и сверхновых звезд методом бликования.

**Тема 4.2. Работа в международном проекте CRTS Catalina**

Международный проект CRTS Catalina. Задачи проекта.

#### *Практические занятия*

Работа в международном проекте CRTS Catalina по поиску новых и сверхновых звезд. Регистрация в проекте. Анализ статистики и работы проекта. Поиск новых объектов, формирование отчетов и их отправка.

### **Раздел 5. Космонавтика**

**Тема 5.1. Основы небесной механики и сферическая астрономия в приложении к спутникам. Основы космонавтики**

Законы небесной механики. Законы Ньютона. Законы Кеплера. Сферическая система координат. Способы описания координат. Системы координат, используемые в астрономии. Перевод систем координат.

Геоцентрическое движение. Ориентация спутников. Пассивные и активные системы ориентации.

Основные понятия космонавтики. Системы управления, системы навигации, системы ориентации. Системы жизнеобеспечения.

### **Тема 5.2. Расчёт вспышек спутников серии «IRIDIUM» и других спутников в программе «HeavenSat», работа с программой «Orbitron»**

Изучение основ расчёта моментов пролёта ИЗС над заданной территорией, природа вспышек спутников. Создание модели ориентации солнечных панелей ИЗС на основе данных о характере вспышки ИЗС.

#### *Практические занятия*

Расчёт моментов пролёта и обстоятельств вспышек спутников для заданного географического пункта в программах «HeavenSat» и «Orbitron».

### **Тема 5.3. Наблюдение и фотографирование рассчитанных вспышек спутников**

Методика проведения визуальных, фото- и видео-наблюдений вспышек ИЗС. Синхронизация секундомера и хранение точного времени.

#### *Практические занятия*

Проведение наблюдений и съёмки вспышек ИЗС. Определение параметров вспышки: яркость, длительность, яркостно-временная эволюция. Построение временного фотометрического профиля треков спутников на основе полученных фото- и видео-материалов. Анализ полученных данных и построение модели ориентации солнечных панелей ИЗС.

### **Тема 5.4. Расчёт моментов транзита МКС по диску Солнца и Луны, построение карт полосы видимости транзитов**

Расчёт обстоятельств видимости транзитов ИЗС по дискам Луны и Солнца для различных географических точек в программе «HeavenSat».

#### *Практические занятия*

Построение на основе полученных данных карт полосы видимости транзитов для заданной территории.

## **Тема 5.5. Наблюдение и фотографирование транзитов МКС по диску Солнца и Луны. Основы работы со сканирующим приемником**

Наблюдение и фотографирование транзитов МКС по диску Солнца и Луны. Сканирующий приемник, основы работы на нем.

### *Практические занятия*

Проведение выездных фотографических и видео-наблюдений в центре рассчитанной полосы видимости транзитов МКС по диску Солнца и Луны. Получение и обработка фото-и видеоматериалов. Цифровая обработка полученных материалов в программах «Registax».

## **Тема 5.6. Аспекты приёма метеоданных с метеоспутников серии «NOAA» по радиочастотному каналу. Декодирование и анализ данных, полученных со спутников серии «NOAA»**

Особенности приёма радиосигналов от ИЗС серии «NOAA», структура сигнала радиоданных, принцип его дешифровки. Расчёт обстоятельств и моментов пролётов ИЗС в программах «HeavenSat» и «Orbitron».

## **Раздел 6. Наблюдения покрытий звёзд астероидами**

### **Тема 6.1. Теоретические аспекты явления**

Теория явления покрытий звёзд астероидами. Основные методы наблюдения: визуальный, дрейф-скан, видеосъёмка. Особенности визуальных наблюдений покрытий звёзд астероидами: запас по предельному проницанию телескопа, усталость глаз при наблюдениях покрытий, проблема скорости реакции при наблюдениях, учёт изменчивости собственного уравнения времени и хода секундомера при различных погодно-климатических условиях. Метод дрейф-скана покрываемой звезды: техника наблюдения, использование цифровых компактных, цифровых зеркальных фотоаппаратов и астрономических камер с длительными выдержками, проблема компромисса между временным разрешением покрытия, падением блеска покрываемой звезды и длины трека при использовании метода дрейф-скана, проблема синхронизации спуска затвора фотоаппаратов по сигналам точного

времени и определение длительности экспозиций с большой точностью. Методика построения временного фотометрического профиля трека покрываемой звезды. Видеосъемка покрытий: использование цифровых видеокамер и требования к ним при проведении съемки покрытий звезд астероидами, впечатывание меток точного времени в кадры видеоролика, методика построения временного фотометрического профиля покрываемой звезды на основе полученного видео-ролика.

## **Тема 6.2 Расчёт покрытий звёзд астероидами в программе «LinOCCULT»**

Основы работы с программой «LinOCCULT»: создание скриптовых файлов-запросов, проведение поиска покрытий звёзд астероидами с заданными критериями (предельная яркость, диапазон номеров астероидов, диапазон дат для поиска, и т.д.), проведение уточнённых расчётов найденных покрытий, расчёт обстоятельств видимости покрытия для заданного географического пункта и их набора (получение и использование уточнённых элементов орбит астероидов, астрометрических уточнений координат звёзд).

### *Практические занятия*

Поиск и расчёт обстоятельств покрытий звёзд астероидов в программе «LinOCCULT» для территории Беларуси для заданного промежутка времени, расчёт условий видимости покрытий для выбранных географических пунктов.

## **Тема 6.3 Проблема синхронизации и хранения времени. Синхронизация часов и секундомеров от ПК. Синхронизация по сигналам точного времени (РВМ)**

Основы получения и хранения точного времени. Синхронизация часов и секундомеров от ПК: принцип построения LPT-интерфейса для синхронизации секундомеров, LPT-интерфейс для синхронизации спуска затворов фотокамер с метками секундомера, сопряжение секундомера с ПК посредством LPT-интерфейса, использование серверов точного времени

(NTP-серверы) для получения точного времени по сети INTERNET, работа с программой «Dimention 4» синхронизации системных часов ПК, критерии выбора наиболее оптимального и точного NTP-сервера, проблема хранения точного времени на ПК.

Методика синхронизации часов и секундомеров по системным часам ПК – синхронизированным по NTP-серверу (синхронизация часов вручную и посредством LPT-интерфейса). Синхронизация по радиосигналам точного времени (РВМ). Основы работы с КВ-радиоприёмником для настройки на радиостанции сигналов точного времени РВМ. Структура сигнала и расписание работы станций. Методика синхронизации часов и секундомеров по сигналам точного времени РВМ вручную. Сопряжение радиоприёмника и ПК для дешифровки сигналов РВМ в программе «RadioClock», коррекция системных часов ПК по результатам дешифровки сигналов РВМ. Методика синхронизации часов и секундомеров по показаниям системных часов ПК, синхронизированным по NTP-серверу, с контролем синхронизации по сигналам РВМ.

#### *Практические занятия*

Создание LPT-интерфейса для синхронизации часов и секундомеров по системным часам ПК, создание LPT-интерфейса для спуска затворов фотокамер синхронно с метками секундомеров. Синхронизация системных часов ПК по NTP-серверам. Синхронизация часов и секундомеров по сигналам точного времени РВМ (вручную и посредством LPT-интерфейса). Хранение и контроль хранения точного времени на ПК по показаниям программ «Dimention 4» и «RadioClock».

#### **Тема 6.4 Отработка скорости реакции, личное уравнение времени. Расчёт погрешностей определения моментов времени**

Методика синхронизации часов и секундомеров по сигналам точного времени и показаниям синхронизированных системных часов ПК. Расчет

погрешностей определения моментов времени. Определение персонального уравнения времени.

#### *Практические занятия*

Синхронизация часов и секундомеров по сигналам точного времени и показаниям синхронизированных системных часов ПК. Расчёт погрешностей определения моментов времени. Обучение определения персонального уравнения времени.

### **Тема 6.5 Расчёт обстоятельств покрытий звёзд астероидами для необходимых наблюдательных точек на каждый месяц. Наблюдения рассчитанных покрытий**

Расчёт таблиц покрытий и построение на их основе карт полос видимости ожидаемых покрытий в программах «PovRay», «OziExplorer», «GoogleEarth», «SHADOW». Анализ обстоятельств предстоящих покрытий в программе «OccultWatcher».

#### *Практические занятия*

Выбор наиболее оптимальных географических пунктов для наблюдения интересующих покрытий звёзд астероидами на основе анализа данных расчётов обстоятельств покрытий и географических карт местности. Организация выездных и стационарных групп наблюдателей покрытий. Инструктаж о технике безопасности при проведении выездных наблюдений. Синхронизация часов и секундомеров наблюдателей, определение персональных уравнений времени. Подготовка и раздача карт местности и звёздных карт окрестностей покрываемой звезды для каждой из выездных групп. Проведение выездных и стационарных наблюдений покрытий звёзд астероидами. Анализ полученных визуальных, фото- и видеоданных, построение фотометрических временных кривых в программах «LiMOVIE», «SCANANALYZER», «TeleAUTO», «IRIS».

### **Тема 7. Радионаблюдения**

#### **Тема 7.1. Теория явления отражения радиоволн от метеорных следов**

Основные процессы развития плазменного следа метеоров, основные методы любительских радионаблюдений метеоров: приём отражённых сигналов от удалённых FM-станций (приём МРС – музыкально-речевых сигналов) и удалённых ТВ-станций (приём ТВ-бурстеров). Основы антенно-фидерной техники, теория построения антенн и симметрирующе-согласующих устройств.

#### *Практические занятия*

Обзор программ моделирование антенн: программы «MAANA», «YagiMAX», «YagiCAD», «Quick Yagi». Обучение работы в программах моделирования антенн.

### **Тема 7.2. Изучение основ работы с радиоприёмниками для приёма отражённых сигналов**

Изучение основ работы с радиоприёмниками для приёма отражённых сигналов.

#### *Практические занятия*

Работа с радиоприёмниками на примере автомагнитол SANYO, RoadStar а также радиолюбительского приёмника YAESU VR-500: подключение внешней антенны, настройка на выбранную частоту, выбор модуляции принимаемого сигнала, поиск частот и сигналов, сопряжение радиоприёмника с ПК.

### **Тема 7.3. Методы пред- и постобработки полученных данных. Работа в программах «Exel», «GnuPlot», «Octave», «EXTREMA», «SURFER», «Origin»**

Основные методы обработки данных радиометеорных наблюдений: построение карт метеорной активности, определение спорадического фона и реальной интенсивности метеорных потоков, аппроксимация полученных данных, анализ полученных данных на основе математического и статистического анализа.

### *Практические занятия*

Обработка данных по радионаблюдениям метеоров на готовых примерах. Работа в программах «Excel», «GnuPlot», «Octave», «EXTREMA», «SURFER», «Origin».

### **Тема 7.4. Теория явления радиоизлучения Юпитера. Расчёт радиоштормов. Работа с программой «RadioJove»**

Теория явления радиоизлучения Юпитера. Основные процессы генерирования КВ-излучения в радиационных поясах Юпитера. Основные виды радиоштормов Юпитера и принципы расчёта их параметров.

### *Практические занятия*

Расчёт параметров радиоштормов Юпитера на основе Java-апплетов сети INTERNET. Работа с программой «RadioJove».

### **Итоговое занятие**

Внутренняя конференция. Отчеты и презентации исследовательских работ обучающихся.

### **Ожидаемые результаты**

По окончании второго года обучения обучающиеся будут:

#### ***знать:***

- методику проведения визуальных наблюдений;
- основы астрофотографии;

#### ***уметь:***

- ориентироваться на звёздном небе по звездным картам;
- проводить визуальные наблюдения и работать с телескопом;
- оформлять исследовательскую работу, научные отчеты;
- представлять результаты исследовательской работы.

## **Формы подведения итогов реализации программы**

Текущий контроль освоения программы осуществляется педагогом на каждом занятии. Основными формами и методами контроля проверки знаний, умений и навыков обучающихся являются:

- устные опросы;
- проверка знаний и умений на практике;
- отчеты об астрономических наблюдениях;
- практические наблюдения в ходе занятий;
- задания для самостоятельной работы;
- анализ результатов деятельности обучающихся (собеседование);
- самоконтроль.

Итоговый контроль осуществляется на итоговом занятии после каждого года обучения. Занятие проводится в форме внутренней конференции, в ходе которой обучающиеся представляют отчеты и презентации исследовательских работ.

## **Формы и методы реализации программы**

Основным методом обучения по программе является исследовательский – проведение астрономических наблюдений. Особенностью данного метода является необходимость регулярных выездных наблюдений и зависимость от погодных условий. Астрономические наблюдения обучающиеся клуба оформляют в виде отчетов о наблюдениях, отчетов согласно требуемым формам различных астрономических организаций, готовят презентации и доклады для представления своих работ на научно-практических конференциях и конкурсах.

Так же эффективной реализации данной программы способствует использование следующих форм обучения: беседа, рассказ, инструктаж, объяснение, показ и иллюстрация, обсуждение, работа с оптическими приборами (телескоп, фотоаппарат, бинокль, зрительная труба), астрономическими атласами, звёздными картами, наблюдение, зарисовка,

создание реферата (статьи, доклада, презентации), самостоятельная работа учащихся и др.

Применяются фронтальная, индивидуальная и групповая формы организации деятельности обучающихся.

Решение воспитательных задач обеспечивается через создание воспитывающих ситуаций, организацию позитивного общения на основе диалога.

Важное значение для практической реализации программы имеет структура учебного занятия. Его специфика предопределяет вариативность методов и мобильность структуры занятий. Все формы, методы и средства обучения и воспитания должны быть нацелены на обучающегося как центральную фигуру образовательного процесса, на стимулирование его учебной деятельности, на развитие его самостоятельности в учении.

Педагог может изменить последовательность изучаемых тем и частично их содержательную часть в зависимости от интересов и подготовленности обучающихся.

Учитывая специфику астрономических наблюдений (определенное время начала и продолжительность наблюдаемых явлений, условия видимости, метеорологические факторы), их можно проводить комплексно и в удобное время. Самостоятельные наблюдения, организуемые и координируемые педагогом, могут быть индивидуальными, групповыми, эпизодическими, кратко и долговременными. Соответственно обработанные и оформленные данные и результаты наблюдений обучающихся могут быть использованы педагогом как дидактический материал и средства наглядности. Изучаемый материал может углубляться и расширяться, особенно в исторической, практической и прикладной его частях. Для повышения общеобразовательной и воспитательной роли содержания занятий желательно использовать сведения из истории науки, новейшую информацию, приглашать на занятия (если это возможно) специалистов, приобщать обучающихся к чтению научно-популярной литературы.

Общение среди членов Клуба любителей астрономии «АШ-НЮ», участие в совместных мероприятиях на базе Планетария, выездных мероприятиях и общение с представителями других школ и клубов других стран позволяет ориентировать обучающихся на правильную организацию труда и свободного времени, здоровый образ жизни, воспитывают чувство собственного достоинства и уважение достоинства других людей.

### **Литература и информационные ресурсы**

1. Беляев Н. А., Чурюмов К. И. Комета Галлея и ее наблюдение. — М.: Наука, 1985. — 272 с.
2. Бронштэн В. А. Планеты и их наблюдение. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Наука, 1979. — 240 с.
3. Бронштэн В. А. Серебристые облака и их наблюдение. — М.: Наука, 1984. — 128 с.
4. Дагаев М. М. Наблюдения звездного неба. — 5-е изд. — М.: Наука, 1963. — 176 с.
5. Даффет-Смит П. Практическая астрономия с калькулятором / Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — 175 с.
6. Зигель Ф. Ю. Звездная азбука: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1981. — 191 с.
7. Зигель Ф. Ю. Сокровища звездного неба: Путеводитель по созвездиям и Луне. — 4-е изд., доп. и испр. — М.: Наука, 1980. — 311 с.
8. Зоткин И. Т. Наблюдения метеоров. — М.: Наука, 1972. — 55 с.
9. Клякотко М. А. Задачи и методика наблюдений Солнца. — М.: Наука, 1971. — 59 с.
10. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. — 4-е изд., доп. и перераб. — М.: Наука, 1971. — 624 с.
11. Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах: Ориентирование по небу. — М.: Наука, 1973. — 200 с.

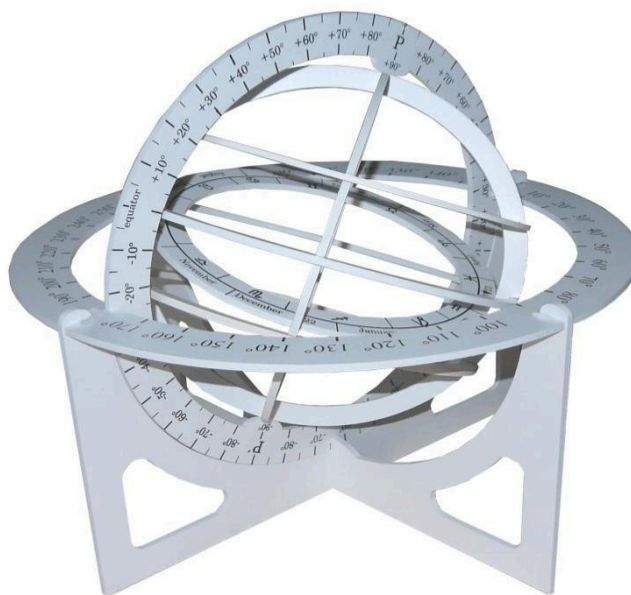
12. Марленский А. П. Учебный звездный атлас. — 3-е изд. — М.: Просвещение, 1970. — 32 с., 4 л. карт.
13. Михайлов А. А. Атлас звездного неба: Четыре карты звездного неба до  $50^\circ$  южного склонения, содержащие все звезды до  $5\frac{1}{2}$  величины. — 4-е изд., перераб. — Л.: Наука, 1980. — 12 с., 4 л. карт.
14. Михайлов А. А. Атлас звездного неба: 20 карт со всеми звездами до 6,5 величины на обоих полушариях неба для равноденствия 1950, 0 с приложением полного каталога всех изображенных на карте звезд и объектов. — Л.: Наука, 1974. — 50 с., 20 л. карт.
15. Михайлов А. А. Звездный атлас, содержащий для обоих полушарий все звезды до 8,25 величины с обозначением переменных и двойных звезд, звездных скоплений и туманностей. — 3-е изд. — Л.: Наука, 1969. — 60 с., 20 л. карт.
16. Новиков И. Д., Шишаков В. А. Самодельные астрономические инструменты и наблюдения с ними. — М.: Наука, 1965. — 124 с.
17. Рей Г. Звезды. Новые очертания старых созвездий / Пер. с англ. — М.: Мир, 1969. — 168 с.
18. Цесевич В. П. Переменные звезды и их наблюдение. — М.: Наука, 1980. — 174 с.
19. Цесевич В. П. Что и как наблюдать на небе: Руководство к организации и проведению любительских наблюдений небесных тел. — 6-е изд., перераб. — М.: Наука, 1984. — 304 с.
20. Чурюмов К. И. Кометы и их наблюдение. — М.: Наука, 1983. — 192 с.
21. Шевченко В. В. Луна и ее наблюдение. — М.: Наука, 1983. — 191 с.
22. Gainer M. K. Real astronomy with small telescopes. — Springer, London, 2007. — 148 p.
23. Schaaf F. 50 Best sights in astronomy and how to see them. — Wiley, Hoboken, 2007 — 288 p.
24. Consolmagno G., Davis D. Turn left at Orion. — Cambridge University Press, Cambridge, 2000 — 224 p.

25. Pennington H. C. The year-round Messier marathon field guide. - Willmann-Bell, Richmond, 2000 – 196 p.
26. O'Meara S. J. Deep-sky companions: the Messier objects. - Cambridge University Press, Cambridge, 2001 – 306 p.
27. O'Meara S. J. Deep-sky companions: hidden treasures. - Cambridge University Press, Cambridge, 2007 – 584 p.
28. North G. Observing the Moon: the modern astronomer's guide. - Cambridge University Press, Cambridge, 2002 – 382 p.

### **Интернет-ресурсы**

1. Центр малых планет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minorplanetobserver.com/> – Дата доступа: 20.10.2017.
2. Международное поисковое сообщество астероидов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iasc.hsutx.edu/> – Дата доступа: 07.11.2017.

## АРМИЛЛЯРНАЯ СФЕРА



### РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ С МЕТОДИЧЕСКИМИ РЕКОМЕНДАЦИЯМИ И ИНСТРУКЦИЕЙ ПО СБОРКЕ

Минск

## ВВЕДЕНИЕ

Исторически армиллярная сфера (от лат. *Armilla* — браслет, кольцо) использовалась как астрономический инструмент для определения экваториальных или эклиптических координат небесных светил. В образовательном процессе армиллярная сфера используется как наглядное учебное пособие — в качестве модели небесной сферы.

Целью настоящего руководства является формирование практических умений учащихся при изучении отдельных тем учебного предмета «Астрономия». Предлагается использование модели армиллярной сферы путем демонстрации и выполнения практических задач по астрономии.

Руководство содержит термины и определения, касающиеся небесной сферы, рекомендации по сборке модели армиллярной сферы, примеры решения практических задач с её использованием, качественные вопросы и задачи для самостоятельного решения.

Задачи и качественные вопросы повышенной сложности отмечены «звездочкой» (\*).

Модель небесной сферы (армиллярная сфера) входит в перечень средств обучения, учебного оборудования для общеобразовательных учреждений (утверждено постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 06.10.2008 № 97).



**Плоскость истинного или математического горизонта** – плоскость, проходящая через центр небесной сферы перпендикулярно вертикальной линии.

**Вертикальный круг (круг высоты)** – это круг небесной сферы, проходящий через зенит, надир и данное светило  $M$ .

**Ось мира ( $PP'$ )** – прямая, проходящая через центр небесной сферы параллельно оси вращения Земли, пересекающая небесную сферу в двух диаметрально противоположных точках.

**Северный полюс мира ( $P$ )** – точка пересечения оси мира с небесной сферой, вблизи которой находится Полярная звезда.

**Южный полюс мира ( $P'$ )** – точка на оси мира противоположная северному полюсу мира.

**Круг склонения (часовой круг)** – это круг небесной сферы, проходящий через северный, южный полюсы мира и данное светило  $M$ .

**Небесный экватор** – плоскость, проходящая через центр небесной сферы и перпендикулярная оси мира. Он делит небесную сферу на две части: **Северное полушарие** с вершиной в северном полюсе мира и **Южное** – с вершиной в южном полюсе мира.

**Круг склонения** – круг небесной сферы, проходящий через северный и южный полюсы мира.

**Небесный меридиан** – круг небесной сферы, проходящий через точки зенита, надира и полюсы мира.

**Точка севера ( $N$ )** – точка пересечения истинного горизонта и небесного меридиана, ближайшая к северному полюсу мира.

**Точка юга ( $S$ )** – точка пересечения истинного горизонта и небесного меридиана, ближайшая к южному полюсу мира.

С небесным экватором истинный горизонт пересекается в двух диаметрально противоположных точках – **точке востока ( $E$ )** и **точке запада ( $W$ )**. Для наблюдателя, стоящего в центре небесной сферы лицом к точке севера, точка востока будет расположена справа, а точка запада – слева.



Рис. 2 Эклиптика и небесный экватор

**Эклиптика** – годовой путь Солнца относительно звезд или годовой путь Солнца по небесной сфере. Плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора под углом  $23^{\circ} 27'$  и пересекает его в точках весеннего ( $g$ ) и осеннего ( $j$ ) равноденствий.

**Колур равноденствий** – большой круг небесной сферы, проходящий через полюсы мира и точки весеннего и осеннего равноденствий.

**Колур солнцестояний** – большой круг небесной сферы, проходящий через полюсы мира и точки летнего и зимнего солнцестояний.

Созвездие	Условное обозначение	Дата вступления в созвездие (ориент.)
Овен	♈	18 апреля
Телец	♉	13 мая
Близнецы	♊	21 июня
Рак	♋	20 июля
Лев	♌	10 августа
Дева	♍	16 сентября
Весы	♎	30 октября
Скорпион	♏	23 ноября
Стрелец	♐	17 декабря
Козерог	♑	20 января
Водолей	♒	16 февраля

Рыбы	♈	11 марта
------	---	----------

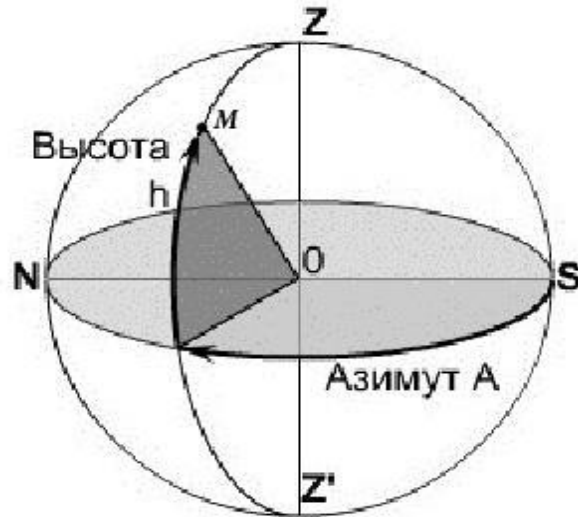


Рис. 3 Горизонтальная система координат

**Высота светила ( $h$ )** – угловое расстояние светила  $M$  от истинного горизонта, измеренное вдоль вертикального круга. Измеряется высота от  $0^\circ$  до  $90^\circ$  в северном полушарии и  $0^\circ$  до  $-90^\circ$  в южном полушарии.

**Зенитное расстояние ( $z$ )** – угловое расстояние от точки зенита до светила  $M$ . Оно отсчитывается от  $0^\circ$  до  $+180^\circ$  к надиру.

Высота и зенитное расстояние связаны соотношением:

$$h+z=90^\circ \quad (1)$$

**Астрономический азимут светила ( $A$ )** – угловое расстояние, измеренное вдоль истинного горизонта, от точки юга ( $S$ ) до точки пересечения горизонта с вертикальным кругом, проходящим через светило  $M$ . Азимут отсчитывается к западу от точки юга (по часовой стрелке) от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

**Геодезический азимут ( $A'$ )** – угловое расстояние от точки севера  $N$  в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  к западу (западный азимут) и от  $0^\circ$  до  $-180^\circ$  к востоку (восточный азимут).

Астрономический и геодезический азимуты связаны соотношением:

$$A'=A\pm 180^\circ \quad (2)$$

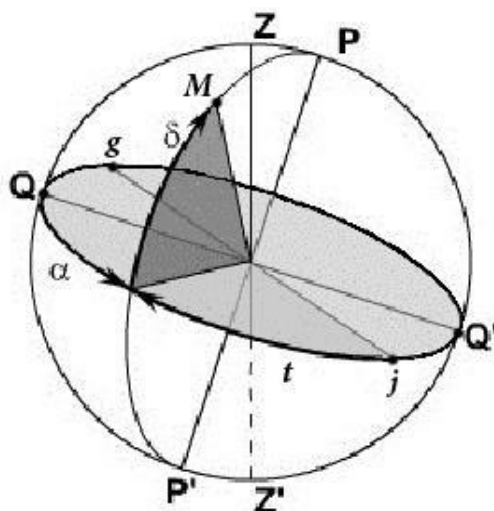


Рис. 4 Экваториальная система координат

**Склонение светила ( $\delta$ )** – угловое расстояние светила  $M$  от небесного экватора, измеренное вдоль круга склонения. Склонение отсчитывается в пределах от  $0^\circ$  до  $+90^\circ$  к северному полюсу мира и от  $0^\circ$  до  $-90^\circ$  к южному полюсу мира.

**Полярное расстояние ( $p$ )** – угловое расстояние светила  $M$  от северного полюса мира, измеренное вдоль круга склонения. Полярное расстояние измеряется от северного полюса мира к южному в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .

Склонение и полярное расстояние связаны соотношением:

$$\delta + p = 90^\circ \quad (3)$$

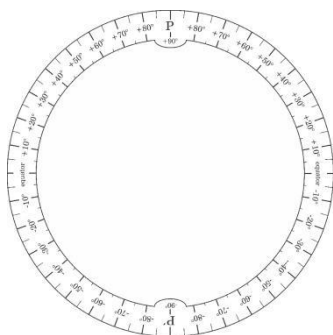
**Прямое восхождение светила ( $\alpha$ )** – угловое расстояние, измеренное вдоль небесного экватора, от точки весеннего равноденствия  $g$  до точки пересечения небесного экватора с кругом склонения светила  $M$ . Прямое восхождение отсчитывается в сторону, противоположную суточному вращению небесной сферы (против часовой стрелки), в пределах от  $0^h$  до  $24^h$  (или от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ).

**Часовой угол ( $t$ )** – угловое расстояние, отсчитываемое вдоль небесного экватора от верхней его точки  $Q$  до круга склонений, проходящего через данное светило. Часовой угол отсчитывается в сторону суточного вращения небесной сферы (по часовой стрелке) от  $0^h$  до  $24^h$  (или  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ).

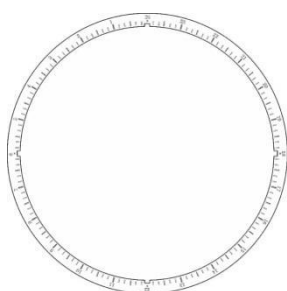
# ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКТА ЭЛЕМЕНТОВ МОДЕЛИ АРМИЛЛЯРНОЙ СФЕРЫ

## Комплект модели небесной сферы:

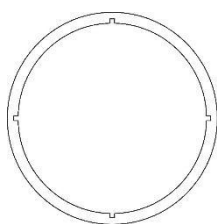
1. Кольцо небесного меридиана (с разметкой высоты  $h$ ) – 1 шт.



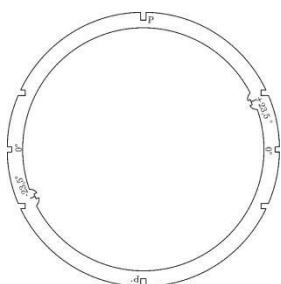
2. Кольцо небесного экватора (с разметкой прямого восхождения  $\alpha$ ) – 1 шт.



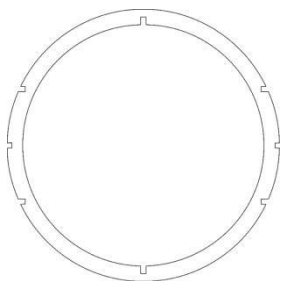
3. Кольца тропиков – 2 шт.



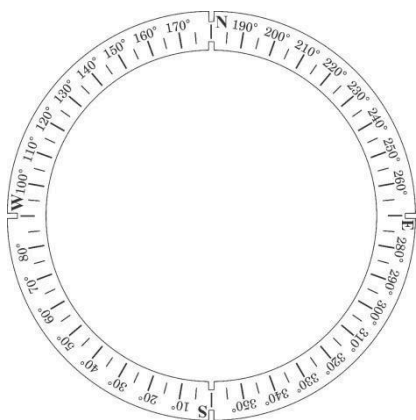
4. Кольцо 1 небесной сферы (колпур солнцестояний) – 1 шт.



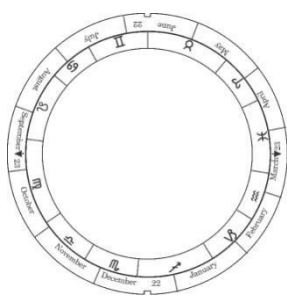
5. Кольцо 2 небесной сферы (колпур равноденствий) – 1 шт.



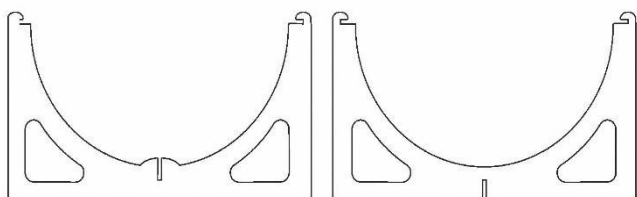
6. Кольцо горизонта (с разметкой астрономического азимута  $A$ ) – 1 шт.



7. Кольцо эклиптики – 1 шт.



8. Элемент подставки – 2 шт.



9. «Указатель Солнца» – 1 шт.



## ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ АРМИЛЛЯРНОЙ СФЕРЫ

Армиллярная сфера состоит из подвижной части, изображающей небесную сферу с её основными кругами, вращающейся вокруг оси мира  $PP'$ , а также подставки с кругом горизонта. Перемещая кольцо небесного меридиана в пазах можно изменить наклон небесной сферы (оси мира  $PP'$ ) к горизонту. Подвижная сфера образуется большими кругами – небесным экватором, а также проходящими через небесные полюсы «колюром равноденствий» и «колюром солнцестояний». Ещё один круг изображает эклиптику с нанесёнными на неё месяцами и знаками зодиака. На небесной сфере имеются малые круги, изображающие северный и южный тропики.

Армиллярная сфера ориентирована на геоцентрическую позицию наблюдения (земного наблюдателя). Надо только представить себя находящимся в самом центре. Тогда горизонтально лежащее кольцо с нанесёнными на нем точками  $N$ ,  $E$ ,  $S$ ,  $W$  (север, восток, юг, запад) представляет **плоскость горизонта**. Вертикальное кольцо, пересекающее плоскость горизонта в точках юга и севера, - **меридиан**. На нем имеются две особые точки – **Северный и Южный полюсы мира ( $P$  и  $P'$ )**, - сквозь них проходит **ось мира** – вращения небесной сферы.

## ИНСТРУКЦИЯ ПО СБОРКЕ МОДЕЛИ АРМИЛЛЯРНОЙ СФЕРЫ

Внимание! Во избежание поломки колец, следует прилагать минимально необходимое усилие для ввода деталей друг в друга.

При сборке деталей, как правило, вначале нужно посадочную прорезь одного кольца армиллярной сферы совместить с ребром другого кольца и затем аккуратно передвигать их относительно друг друга до совмещения соответствующих посадочных прорезей.

1. Вставьте кольцо эклиптики в 1 кольцо небесной сферы таким образом, чтобы точка «22 июня» эклиптики совпала с точкой « $+23,5^\circ$ », а точка «22 декабря» — с « $-23,5^\circ$ ».

2. Вставьте 1 и 2 кольца небесной сферы друг в друга, совместив соответствующие пазы на полюсах.

3. Закрепите на полученной сфере небесный экватор, а затем кольца северного и южного тропиков. Обратите внимание, что точка «24» экватора должна совпадать с точкой весеннего равноденствия, обозначенной на кольце эклиптики как «23 March».

4. В подготовленные отверстия в небесном меридиане вверните винты таким образом, чтобы их острие вышло на уровень внутреннего диаметра меридиана.

5. Внутри небесного меридиана введите небесную сферу. Закрепите внутри небесного меридиана небесную сферу, ввернув отверткой винты до упора (не прилагайте излишних усилий!). Следите за тем, чтобы острие винта вошло в отверстие для него в кольце небесной сферы. Обратите внимание на то, чтобы точки «*P*» сферы и меридиана совпадали.

6. Соберите основание, вставив его детали крест-накрест друг в друга. В пазы основания вставьте кольцо горизонта.

7. Вставьте вертикально небесный меридиан с введенной в него небесной сферой в пазы горизонта и нижний паз основания.

Сфера собрана.

### **ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ**

Армиллярная сфера позволяет продемонстрировать и выполнить практические задачи по следующим темам:

- Движение небесной сферы в любом месте Земли;
- Места восхода и захода зодиакальных созвездий и их суточное движение;
- Восход, заход и суточное движение Солнца и его изменение в течение года, а также особенности этого движения на различных широтах;

- Перемещение Солнца и планет вдоль эклиптики;
- Экваториальная, эклиптическая и горизонтальная системы координат.

### Задача 1

*Как «увидеть» движение звездного неба в своем городе?*

Вначале следует установить на армиллярной сфере широту своего города. Для этого нужно повернуть меридианное кольцо так, чтобы высота Северного полюса над точкой севера горизонта равнялась географической широте вашего города. При этом на меридианном кольце нанесены градусы, но они показывают не широту места, а склонение небесного светила – одну из экваториальных координат. Тогда следует действовать так. Например, широта Минска – около  $54^\circ$ . Следовательно, угол наклона экватора над горизонтом составит:  $90^\circ - 54^\circ = 36^\circ$ . Мы устанавливаем меридианный круг так, чтобы экватор поднимался над точкой юга горизонта на  $36^\circ$ , тогда Северный полюс мира будет возвышаться над точкой севера ровно на  $54^\circ$ .

Теперь, если вращать небесную сферу вместе с закрепленной на ней эклипстикой с востока через юг на запад (по часовой стрелке, если смотреть со стороны Северного полюса мира), можно наблюдать, как на восточной стороне горизонта одно за другим восходят зодиакальные созвездия: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. В том же порядке они заходят на западной стороне горизонта. При этом можно отметить, что точно на востоке восходят всего два созвездия – Дева и Рыбы, они все время движутся в плоскости небесного экватора. Одна часть зодиакальных созвездий – а в особенности зимние созвездия: Скорпион, Стрелец, Козерог – восходит примерно на юго-востоке, проходит совсем низко над горизонтом (немногим более  $11^\circ$ ) и заходит на юго-западе. Другая группа созвездий, наоборот, описывает высокую дугу над горизонтом, к ним относятся прежде всего летние созвездия – Телец, Близнецы, Рак.

### Задача 2

*С каким значением прямого восхождения находятся звезды, в верхней кульминации во время восхода солнца 22 июня?*

В указанную дату солнце находится в точке летнего солнцестояния. Необходимо установить кольцо небесного экватора совместно с эклиптикой таким образом, чтобы данная точка находилась на горизонте в восточной части неба. В верхней кульминации будут находиться звезды, которые пересекают кольцо небесного меридиана, а прямое восхождение этих звёзд будет указано на небесном экваторе в точке его пересечения с небесным меридианом.

### Задача 3

*Определите географическую широту места наблюдения, если звезда Вега проходит через зенит.*

Для решения этой задачи необходимо установить кольцо небесного меридиана в такое положение, при котором отметка  $+40^\circ$  будет находиться в зените, а точка северного полюса мира будет ближе к точке севера. Тогда широта места наблюдения будет равна углу между направлением на север и на северный полюс мира. Таким образом, армиллярная сфера позволяет дать наглядное объяснение тому, что склонение звезд, проходящих через зенит, всегда равно широте места наблюдения.

### ЗАДАЧИ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких двух случаях высота звезды над горизонтом никогда не меняется? Продемонстрируйте это на армиллярной сфере.
2. Определите географическую широту места наблюдения, если:
  - о звезда Арктур проходит через зенит;
  - о звезда Альгаир проходит через зенит;
  - о звезда Сириус находится на уровне горизонта.
3. В каких случаях азимут звезды от восхода до кульминации не меняется?
4. У каких светил на широте вашего города азимут никогда не равен нулю?
5. Определите экваториальные координаты северного полюса эклиптики.
6. Какой максимальный и минимальный угол составляет эклиптика с горизонтом на широте вашего города?
7. Где и при каких условиях эклиптика совпадает с горизонтом?

8. На какую максимальную высоту поднимется Солнце сегодня?
9. Звезды с каким значением прямого восхождения находятся в верхней кульминации сегодня во время захода Солнца?
10. (\*) В какой стороне неба (западной или восточной) находится звезда с  $\alpha=5^h$  в момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия?
11. (\*) Звезды с каким склонением никогда не заходят на широте вашего города?
12. (\*) В каком диапазоне широт Солнце сегодня не восходит над горизонтом?
13. (\*) Какой интервал времени проходит от верхней кульминации звезды с  $\alpha = 7^h 15^m$  до верхней кульминации звезды с  $\alpha = 15^h 42^m$ ?