

Учебно-исследовательские работы школьников по астрономии

Авторы:

Татарников Андрей Михайлович, к.ф.-м.н., педагог дополнительного образования МБУДО Астрономическая школа «Вега», с.н.с. ГАИШ МГУ им. М.В.Ломоносова
Татарников Михаил Прохорович, педагог дополнительного образования, директор МБУДО Астрономическая школа «Вега»

Цель настоящей статьи – помощь учителям, организующим проектную деятельность учащихся, а так же педагогам, начинающим деятельность в области астрономического образования школьников.

Введение

В последние годы проектной деятельности учащихся уделяется все больше внимания. Если раньше подобного рода работы проводились в основном в рамках системы дополнительного образования, то сейчас требования о проведении исследовательских работ предъявляются и к школьным учителям.

Рост числа исследовательских работ учащихся положительно сказывается на среднем уровне этих работ. Способствует этому и увеличение количества конференций школьников и конкурсов научных работ учащихся.

Астрономия – уникальная во многих смыслах наука. В настоящее время – это единственная область знания, где любитель, в том числе – школьник, может получить новый и значимый для науки результат. Сейчас любителю астрономии доступна техника, о которой профессиональные астрономы еще 30 лет назад не могли даже мечтать – это высокоэффективные приемники изображения, дистанционно-управляемые телескопы, доступ к базам данных через всемирную сеть, наконец, быстродействующие компьютеры. Соответственно, в последние годы радикально повысился уровень лучших астрономических исследовательских работ школьников.

Сейчас астрономия возвращается как самостоятельный предмет в школьную программу. Кроме того, по-прежнему её элементы встречаются в программах других предметов. Красота астрономических объектов, доступность этих объектов для исследования самыми простыми средствами, привлекают внимание и педагогов, и самих школьников. Поэтому, выбрав в качестве темы практической работы астрономическую тематику, вы не ошибетесь – работа получится интересной, а ее результаты будут достойны представления на конкурсах научных работ учащихся самых высоких уровней.

Авторы надеются, что представленный в этой статье опыт многолетней работы кружка «Астрофизика» Астрономической школы «Вега» города Железнодорожного (сейчас г. Балашиха) Московской области поможет заинтересованному читателю в деле организации и проведения научно-исследовательских работ учащихся.

Типы практических работ

Можно выделить несколько основных типов практических работ, встречающихся в школьном и дополнительном астрономическом образовании.

Прежде всего, это *лабораторные работы*. Их основная цель – экспериментальное изучение, подтверждение и проверка теоретических положений. Помимо этого, они дают базовые навыки использования лабораторного оборудования. Лабораторные работы

обычно посвящены какому-то одному узкому вопросу (как пример – работа «Определение фокусного расстояния окуляра»), выполняются по строго установленному алгоритму, отчет по ним представляется в заранее заданном виде (учащимся раздаются пустые формы для заполнения) и выполняются они за одно занятие (максимум за два).

Следующими по сложности и объемности идут *учебно-исследовательские работы*. Перед работами этого типа не ставится цель получения нового знания или исследование неизвестной ранее зависимости. Основное их отличие от лабораторных работ в том, что учащийся самостоятельно разрабатывает план работ по теме, а в качестве отчета по такого рода работам лучше всего подходит доклад на школьной или городской конференции. Выполняются такого рода работы обычно от одного до трех месяцев.

Отдельно отстоят работы, которые можно объединить под общим названием *опытно-конструкторские работы*. При их выполнении не ставится задача получения какого-то нового результата. Их основная цель – создание или усовершенствование прибора или установки, которая может иметь ценность сама по себе (например, изготовление телескопа) или может быть использована в будущем в исследовательских работах.

Вершиной списка типов практических работ, несомненно, являются *научно-исследовательские работы* (НИР) или научно-практические работы. Результатом НИР является новый научно-значимый результат. Необязательно это должен быть результат, в той области, в которой ранее никто не работал или абсолютно новый результат в уже существующих областях. Это может быть, например, исследование скорости таяния полярной шапки на Марсе, поиск и открытие переменной звезды или исследование изменения яркости фона неба в каком-то пункте Земли. Важно, чтобы эта работа была проделана с использованием научных методов наблюдений и обработки и, главное, на оригинальном материале (например, на основе результатов собственных наблюдений). Обязательным условием выполнения НИР должна стать защита результатов на ученической конференции хотя бы регионального уровня. Наверное не стоит требовать выполнения работы такого уровня от каждого ученика 10-11 класса (в которых появится предмет астрономия), но надо стремиться к тому, чтобы в каждом классе был хотя бы один такой ученик. Другое дело, если речь идет о дополнительном образовании. Мы считаем, что каждый, занимающийся в астрономическом кружке или посещающий факультатив, должен за свою ученическую карьеру выполнить хотя бы одну научно-практическую работу.

Ну и, наконец, специфичными для предмета астрономии являются такие практические работы, как *наблюдения небесных объектов*. Их проведение необходимо при изучении астрономии, т.к. они осуществляют связь между знаниями, полученными в ходе теоретических занятий, и реально существующей Вселенной. Астрономические наблюдения во многих случаях являются отправной точкой в исследовательской работе. Уникальность астрономии с точки зрения НИР проявляется, прежде всего, в возможности самостоятельного проведения наблюдений исследуемого объекта или явления. Кроме того, групповые астрономические наблюдения помогают поддерживать интерес учащихся к предмету и сплачивают коллектив.

Об организации различного рода практических работ рассказано ниже.

Лабораторные работы

Лабораторные работы в кружке астрономии (и на занятиях в школе) – естественный способ изучения целого ряда вопросов и проблем. Особенно это касается разного рода дополнительных, но тем не менее важных вопросов – например, работа с подвижными картами звездного неба, изучение законов распространения света, знакомство с различными астрономическими инструментами. Помимо этого, правильный

подбор тем лабораторных работ – залог успешного проведения в будущем НИР. Таким образом, лабораторные работы (в рамках рассматриваемой нами в этой статье темы) можно разделить на два больших класса: 1) лабораторные работы на обще-астрономические темы, 2) лабораторные работы, помогающие в подготовке учащегося к проведению НИР.

Лабораторные работы можно проводить как по опубликованным в литературе методическим пособиям, так и по своим наработкам. Какие темы лабораторных работ можно рекомендовать для изучения астрономии? Приведем примерный (далеко не полный) список таких тем:

1. Подвижная карта звездного неба
2. Работа с картами звездного неба
3. Небесные координаты
4. Собственное движение звезд
5. Посох Якова
6. Гномон
7. Определение фокусного расстояния окуляра
8. Определение разрешающей способности объектива
9. Определение предельной звездной величины снимка
10. Определение расстояния до галактики с помощью закона Хаббла
11. Кривая вращения галактики
12. Использование компьютерных программ-планетариев для моделирования некоторых астрономических явлений (на примере программы Stellarium)

и т.д.

Если планируется в ходе занятий работать над выполнением и научно-практических работ, то желательно включить в список выполняемых лабораторных работ работы, связанные с использованием измерительной аппаратуры. Например:

1. Изучение работы электронных приёмников света на примере фотодиода
2. Проверка закона обратных квадратов зависимости освещенности от расстояния
3. Изучение работы усилителя постоянного тока
4. Изучение работы аналого-цифрового преобразователя

Для организации и проведения выше перечисленных работ, достаточно простейшего оборудования, которое входит сейчас во многие комплекты учебных школьных лабораторий.

Если у руководителя научно-практической работы есть опыт использования микропроцессорной техники (например, популярные сейчас платы Arduino), то возможна организация соответствующих лабораторных работ.

Еще одна важная составляющая современной практической работы – программное обеспечение. Это могут быть как привычные офисные пакеты программ, так и специальное программное обеспечение, предназначенное для решения каких-то отдельных задач – управление оборудованием, визуализация данных. Нестандартное ПО удобнее изучать во время выполнения лабораторной работы, поэтому старайтесь включать его использование в соответствующие работы. Например, в работе с фотодиодом данные можно представлять в виде графика, построенного в специальной программе визуализации данных.

Желательно, чтобы лабораторные работы проводились с использованием реальных астрономических фотографий, спектров, приборов и т.д. Однако для ряда работ можно изготовить необходимый практический материал самостоятельно. Например, для работы по определению расстояния до галактики по величине красного смещения можно нарисовать необходимые спектры самостоятельно, предварительно рассчитав положение спектральных линий. Это позволит упростить работу, сделав ее доступной для учащихся разных возрастов.

Т.к. время занятий на уроке (да и в кружке) ограничено, желательно на занятии, предшествующем лабораторной работе, раздать учащимся описание работы для подготовки к ней. Кроме собственно описания хода выполнения работы, оно обязательно должно содержать:

- небольшой вводный текст, описывающий изучаемые явления и/или закономерности
- список литературы (с указанием страниц) и сайтов где ученик может найти дополнительную информацию
- список вопросов, на которые необходимо ответить при подготовке к работе
- список вопросов, на которые необходимо ответить при защите работы

Вопросы для подготовки к работе необходимо составить таким образом, чтобы ответы на часть из них содержались в вводном тексте к работе, а ответы на другую часть можно было бы найти в приведенных литературных источниках.

Оборудование, используемое в работе, должно быть исправно и иметь аккуратный внешний вид. Так же, у него, в идеале, должно быть собственное описание (вне рамок описания лабораторной работы). Это позволяет создать соответствующую атмосферу на занятиях – надо помнить, что для учащегося выполнение хорошо разработанной и организованной лабораторной работы – это каждый раз собственное небольшое исследование. Особенно это важно для первых лабораторных работ, а в кружках – и для новых кружковцев и младших ребят.

Из-за отсутствия в достаточном количестве одинаковых комплектов оборудования и раздаточного материала, лабораторные работы в условиях кружка обычно выполняются различными учащимися в разные дни. Выполнение работы должно начинаться с инструктажа по технике безопасности (если работа подразумевает, например, наблюдения Солнца, использование высоковольтного или высокотемпературного лабораторного оборудования). Затем проверяются знания учащегося по теме работы и ответы на вопросы из описания работы. Таким образом, учащийся получает (или не получает) допуск к работе.

Большинство лабораторных работ выполняется по следующей схеме: подготовка оборудования (карт, схем и пр.) к работе, проведение измерений/наблюдений, обработка, защита работы. Все шаги, необходимые для выполнения работы, должны быть последовательно описаны в методичке и не допускать различного толкования.

Защита результатов работы должна проходить в максимально творческой обстановке. Дидактическая задача защиты – не столько представить результаты, сколько формировать навыки общения на тему своей деятельности.

Учебно-исследовательские работы

Учебно-исследовательская работа в условиях астрономического кружка имеет черты как лабораторной работы, так и НИР. С первым типом их объединяет неоднократность выполнения такой работы в школе или в кружке (обычно предшествующими поколениями кружковцев) и существование у педагога плана выполнения работы и четкого понимания, что и на каком этапе должно получиться. Несмотря на это, желательно организовать работу учащегося таким образом, чтобы он активно принимал участие в формулировании целей и задач исследования, формировании плана работ «с нуля».

Учебно-исследовательская работа обычно выполняется в течение нескольких занятий (в отдельных случаях это может занять до 3 месяцев). Таким образом, необходимо выбирать такие темы работ, которые будут укладываться в указанные сроки. Превышение длительности выполнения работы может повлечь за собой снижение интереса учащегося. Кроме того, надо успеть приготовить работу к защите на одной из конференций в текущем учебном году.

Тема и цель работы должны быть заранее четко сформулированы. К началу работы над исследованием необходимо представить рабочую гипотезу, методику выполнения работы, детальный план работ. Учащийся, как мы уже говорили, должен принимать посильное участие в этой подготовке, прежде всего в формулировании рабочей гипотезы.

Отметим здесь, что так называемая «гипотеза» далеко не всегда может быть сформулирована до окончания НИР. Хороший пример: НИР с условным названием «Исследование новой переменной звезды». Если наблюдения этой переменной еще не проведены, то ничего о природе переменности этой звезды мы сказать не можем. Соответственно, не может быть выдвинута и гипотеза. К сожалению, на конкурсах часто встречаются работы, в которых гипотезы выдвигаются лишь потому, что «так положено». Если же гипотезу выдвигать после окончания работы, то в приведенном примере это будет уже не гипотеза, а подтвержденный факт (например, «данная звезда – цефеида»). В примере работы, приведенной чуть ниже, гипотеза так же сформулирована не лучшим образом (без нее работа и текст доклада выглядят более согласованными)...

Какие темы работ можно порекомендовать? Как уже было сказано ранее, будет хорошо, если работа будет сочетать в себе черты как лабораторной, так и исследовательской работы.

Кратко рассмотрим отдельные части работы на примере такой темы, как «*Изучение распределения яркости безоблачного дневного неба*». Для выполнения работы в ее простейшем варианте потребуются:

- приемник света (например, фотодиод; хотя может быть и вариант с использованием цифрового фотоаппарата, но он потребует последующей компьютерной обработки),
- измерительный прибор (подойдет милливольтметр или цифровой мультиметр),
- горизонтальная монтировка (от телескопа, подходящего геодезического прибора, треноги для фотоаппарата или самодельная) с разделенными кругами высоты и азимута.

Цель работы в данном случае может совпадать с названием. За рабочую гипотезу примем два положения, которые встречаются иногда в литературе: 1) самая темная точка на небе находится в зените, 2) в направлении, противоположном направлению на Солнце, яркость неба больше, чем в окрестностях. Обратите внимание, что такая формулировка гипотезы, по сути, абсолютно частная. Она говорит лишь о каких-то отдельных точках на небе, но ничего не сообщает о яркости всего безоблачного дневного неба. Однако, увы, часто бывает так, что авторов доклада просто заставляют использовать некий шаблон, в котором строка «гипотеза» обязательно должна быть заполнена.

Методика выполнения работы предельно проста. Фотодиод необходимо установить так, чтобы ограничить участок неба, свет с которого попадает на чувствительную площадку. Для этого можно установить диод в фокусе объектива или линзы, а можно просто поместить его в трубку, покрашенную внутри черной матовой краской. При диаметре трубки в 5 мм и длине 287 мм получится поле зрения около 1 градуса. Трубку устанавливаем на монтировку. Далее, с некоторым заранее выбранным шагом (например, 15 градусов) мы сканируем небесную сферу, измеряя при этом сигнал с помощью милливольтметра.

Методологически важно предусмотреть контроль чувствительности фотодиода и точности установки монтировки. Разработать методы контроля должен учащийся. Так же важной частью практической работы является определение и контроль ошибок измерений.

Работа подходит для учащихся 7-11 классов. При наличии перечисленных материалов и оборудования для выполнения работы потребуется 4-5 занятий.

Итоговый результат лучше представить в виде компьютерной картинке, на которой изофотами показано распределение яркости неба. По результатам работы желательно подготовить доклад на одну из научно-практических конференций учащихся.

Научно-исследовательские работы

Для проведения НИР желательно формировать команды по 2-3 человека (однако, обратите внимание, что существуют конкурсы работ учащихся, куда не допускаются коллективные работы!). Если работа выполняется в астрономическом кружке, то, как показывает практика, хорошо если один из членов команды старше на 2-3 года и имеет опыт участия в практических работах (например, один ученик 10-11 класса и один-два ученика 7-9 класса). На старшего возлагаются функции руководителя группы, задача которого, помимо собственно выполнения проекта – распределение работ внутри группы, контроль сроков, качества и т.п.

Самое важное при подготовке к НИР – выбор темы исследования. Диапазон возможных вариантов – от чисто теоретических работ (например, «Компьютерное моделирование эволюции скоплений галактик» или «Расчет эволюции галактики методом популяционного синтеза») до наблюдательных работ (например, «Исследование распределения часового числа Персеид в 2018 г.»).

Какие требования или ограничения может накладывать выбранная тема исследования или, иначе говоря, какие факторы могут ограничить педагога в выборе темы НИР?

1) *Интерес участников работы.* При выборе темы обязательно надо учитывать мнение будущих участников НИР, чтобы в ходе работ не потерять группу из-за отсутствия интереса к теме.

2) *Сроки выполнения.* Выбор темы в определенной мере влияет и на срок выполнения работы. Приведенная в качестве примера работа по наблюдению метеорного потока может быть выполнена за 2-3 месяца, тогда как работа по эволюции скоплений галактик может потребовать и более года.

3) *Оснащение.* Еще одно важное требование при выборе темы НИР – соответствие приборного оснащения школы или кружка и требований тематики работы. Если для выполнения работы требуются спектральные наблюдения, но у кружка нет спектрографа и нет возможности получить доступ к «чужому» оборудованию – лучше сразу сменить тему работы, чем в последствии столкнуться с непреодолимыми трудностями.

4) *Квалификация педагога.* Квалификация педагога и его опыт несомненно накладывают ограничения на выбор темы исследования. Если нет возможности получать консультации у более опытного коллеги или научного сотрудника профильного ВУЗа, не стоит браться за темы, которые кажутся педагогу непонятными, т.к. это не позволит корректно сформулировать цель работы и интерпретировать полученные результаты. В частности, из-за этого время от времени на научных конференциях учащихся встречаются доклады псевдонаучного содержания. Хотя и здесь возможен вариант такой формулировки целей работы, которая позволит, не углубляясь в проблему, ограничиться лишь самыми общими положениями. Например, интересной является тема исследования влияния аэрозольного загрязнения атмосферы Земли на спектральный состав сумеречного света. Однако, она требует серьезного понимания проблемы со стороны педагога. Ограничив цели исследования, например, только определением спектрального состава сумеречного света, можно получить интересную работу, доступную для выполнения в данном кружке.

5) *Возраст учащихся.* Одна из основных дидактических целей практической работы – привить навыки самостоятельной работы. Поэтому

работа на всех этапах должна быть доступна для понимания учащегося. Есть и другая причина, более «приземленная» — если результаты работы будут представляться на одном из конкурсов научных работ учащихся, то одним из критериев оценки работы будет вклад учащегося в выполнение работы. Жюри будет трудно поверить, что учащийся, например, 6 класса самостоятельно выполнил работу под названием «Компьютерное моделирование эволюции скопления галактик» (но оно достаточно легко сможет это проверить, задав 2-3 вопроса на понимание частностей работы).

б) *Уровень подготовки учащихся.* Выбирая тему работы, учитывайте уровень подготовки учащихся. Особенно это касается учащихся – лидеров команды. Хорошую тему легко «испортить» плохим подбором исполнителей. Большинство НИР отличается тем, что выполняются один раз в истории кружка, переходя затем в категорию учебно-практических работ. Поэтому будет очень обидно «потерять» интересную тему.

Отдельно коснемся таких вопросов, как формулировка названия и целей научно-исследовательской работы.

Название – визитная карточка проекта. Оно должно давать полное представление о предмете исследования. Сравните название доклада «Измерение яркости неба» с такими названиями, как «Исследование распределения яркости безоблачного сумеречного неба» или «Зависимость яркости неба в зените от высоты Солнца». В первом случае понятно только одно – измерялась яркость неба. Когда это делалось, сколько раз, в какой точке неба, были облака на небе или нет и т.д. – ни на один подобный вопрос мы не сможем ответить без близкого знакомства с текстом работы. Другие два названия говорят нам, что в одном случае яркость неба измерялась в разных точках неба, наблюдения проводились в сумерках при ясной погоде; в другом случае – измерялась яркость неба в одной точке – в точке зенита, измерения проводились неоднократно при разной высоте Солнца. Наконец, еще одно требование к названию работы – оно должно соответствовать заявленным целям исследования

То же самое касается и формулировки целей НИР. Выше было сказано, что название должно соответствовать цели работы и, соответственно, наоборот. Для приведенных выше корректных названий работ можно предложить следующие формулировки целей: «исследование симметричности распределения яркости безоблачного сумеречного неба относительно солнечного вертикала» или «определение зависимости яркости неба в зените от высоты Солнца».

Не надо указывать в качестве цели НИР «идеологически» или «воспитательно-педагогически» окрашенные предложения, чем иногда грешат наши педагоги. Такие цели, как «воспитание патриотизма у подрастающего поколения» или «повышение заинтересованности учащихся» смотрятся неуместно в работе, имеющей название «Наблюдения метеорного потока Персеид в 2010 г.». Такая цель может быть у педагога, когда он начинает работать с учащимися. Но это не есть цель НИР!

Формулировка цели работы при подготовке доклада должна учитывать требования конкретного мероприятия, на которое представляется доклад. Например, на конкурсе юношеских исследовательских работ им. В.И.Вернадского вашу работу могут не допустить до участия из-за отсутствия прямого указания в формулировке целей работы на то, что она является исследовательской. Т.е. должна присутствовать фраза «Цель работы – исследование/изучение/определение/анализ...». Такой прецедент был у автора с работой «Ореольный фотометр».

Структура письменного отчета (доклада) по результатам НИР

В этом разделе мы приведем примерную структуру текста доклада, который должен быть подготовлен членами команды по результатам выполнения НИР (редко

встречающиеся теоретические работы, основанные на результатах численного моделирования, оформляются схожим образом, меняются лишь названия некоторых пунктов):

1. Название
2. Цель работы (решение той проблемы или задачи, которая вынесена в заголовок работы)
3. Список решаемых задач (по сути, задачи – это цели отдельных этапов работы)
4. Аннотация (необязательный пункт; тем не менее, она часто требуется при представлении работы на конференцию или конкурс; составление аннотации помогает учащемуся выделить из текста наиболее важные моменты и структурировать представление о проделанной работе и полученных результатах)
5. Введение (необходимо дать общее представление о предмете исследования, используемых методах, рассмотреть основные литературные источники по теме работы, дать оценку существующим результатам в этой области)
6. Описание установки/прибора (если в ходе работы была изготовлена или модернизирована установка, создан прибор – в этом разделе необходимо дать ее описание и описать ход работы с ней)
7. Наблюдения (если в ходе работы проводились наблюдения, то в этом разделе дается их описание – дата и время наблюдений, использованная аппаратура (если она не была описана в п. 6 данного списка или раздела из п. 6 в докладе нет), режимы, в которых она работала и пр.; если для работы использовались чужие данные, то в этом разделе описываются они)
8. Обработка (описываются использованные методы обработки результатов наблюдений, результатов моделирования и т.д)
9. Полученные результаты (приводятся полученные результаты, ошибки числовых величин)
10. Обсуждение (обсуждение полученных результатов, достигнута ли цель исследования)
11. Заключение (или выводы; если работу планируется продолжить, то сюда же можно добавить «планы на будущее»; выводы должны соответствовать целям и задачам исследования)
12. Список литературы (список использованной при работе и подготовке доклада литературы и интернет-источников; не надо гнаться за количеством – указывайте только те источники, которые реально использовались учащимся; обязательно указывайте страницы, а не просто Евклид, «Начала», 300 г. до н.э. или google.ru)

Часть пунктов может быть объединена, иметь другие названия или вовсе отсутствовать. Обязательными являются «стандартные» пункты: Введение, Наблюдения (т.е. пункт об источнике исходных данных), Обсуждение, Заключение и Список литературы.

Работу над текстом будущего доклада очень удобно начать с раздела «Введение». Причем её можно начать одновременно с выполнением самой НИР, а то и до этого момента. Это позволит учащимся глубже понимать то, что и зачем они делают. При качественном подходе к написанию этого раздела, возможно получение «побочного продукта» — реферативного доклада на тему будущей НИР. Этот доклад может быть представлен как самостоятельная работа на реферативных конференциях. В Московском регионе это «Космический патруль» (конференция, проводимая отделом астрономии бывшего Дворца Пионеров) и «Веговские чтения» (конференция, проводимая Астрономической школой «Вега». Можно добавить «Зов Вселенной» и «Первый шаг в науку (МГОУ)

Не пытайтесь покорить читателей или слушателей (последних – особенно!) объемом текста. Излагайте материал кратко. Практически на всех конференциях и

конкурсах научных работ учащихся установлены жесткие ограничения на объем работ – обычно это 7-10 минут для устного выступления и 10 страниц для текста доклада. При этом практически всегда есть возможность представить и полный текст работы (обратите внимание, не доклада). Он может иметь любой размер.

Задачи руководителя исследовательской работы

У любой школьной научно-практической работы два исполнителя – ученик (или коллектив учеников) и педагог. Несмотря на все рекомендации и пожелания о том, что учащийся должен выполнять работу самостоятельно, вклад педагога редко бывает меньше 50%. Надо отметить, что это нормальное явление. Желательно при выступлении с докладом о результатах работы не скрывать этого, четко очерчивая круг проблем и вопросов, решенных учеником самостоятельно. Сомнительно выглядят работы, в которых, например, решаются системы дифференциальных уравнений, и при этом заявляется о полностью самостоятельной работе учащихся 9 классов.

Научный руководитель (педагог) проекта должен участвовать в нем на всех этапах. Можно привести такую схему помощи своему ученику (ученикам):

1. Формирование коллектива
2. Помощь в формулировании темы
3. Помощь в формулировании цели и задач исследования
4. Консультирование ученика по подбору литературы по теме работы
5. Участие в составлении плана проведения НИР
6. Контроль хода выполнения плана
7. Помощь в решении отдельных сложных задач
8. Подготовка ученика к защите работы

Какой пункт (1 или 2) из списка, приведенного выше, поставить первым – вопрос, на который сложно ответить однозначно. Обычно пункты 1-2 выполняются практически одновременно. Например, с активным кружковцем ведется подбор и обсуждение темы работы и подбирается еще 1-2 человека в команду. А бывает так, что ключевая идея работы долгое время обдумывается педагогом в ожидании появления подходящего ученика.

Самостоятельная формулировка целей и задач исследования обычно представляет значительную сложность для школьника. Часто и выбор темы работы ложится на плечи педагога. Тем не менее, надо стремиться к тому, чтобы привлекать учащегося к активной работе на этом этапе, например, подводить его к выбору темы наводящими вопросами, рассказами о той или иной узкой области науки, о потребностях кружка или школы и т.п. Если ученик сам выбрал тему, понял и сформулировал цель исследования, то и вся последующая работа будет более привлекательна для него.

Следующей задачей руководителя работы является консультирование учащихся по составлению списка литературы по теме работы. Иногда этот этап частично начинается при формулировании темы и основных задач работы. Грамотный подбор литературы по теме НИР, несомненно, один из важнейших подготовительных инструментов. Важно не «перекормить» учащихся, выделив отдельно наиболее важные статьи, книги или отдельные главы в них. Уже здесь можно начинать работать над разделом «Введение».

Следующим шагом, в котором участие педагога является обязательным, будет составление сначала общего, а затем и подробного плана будущих работ. В идеале, иметь план работы на каждое занятие. Такие подробные планы помогут, помимо всего прочего, бороться с проявляющимися время от времени у любого человека приступами лени. Заглянув в план, учащийся сразу видит объем работ на занятие, что помогает правильно распределить время. План лучше всего составить в виде отдельного файла с таблицей, в которой обязательно надо предусмотреть колонки для отметки о выполнении данного пункта плана и комментариев, куда заносится вся сопутствующая информация, имеющая отношение к текущему пункту. Помимо компьютерной копии плана должна существовать и бумажная – именно с ней ведется основная работа. Описанная в этом абзаце ситуация, конечно, идеализирована. Но, по нашему мнению, к этому надо стремиться.

Необходимо постоянно контролировать ход работ. Учащийся, предоставленный самому себе, особенно в условиях поездки или экспедиции с численностью участников больше 4-5 человек, часто оказывается неспособным выдержать темп, предлагаемый планом. Обычно находится более «интересное» занятие, предлагаемое сверстниками. В условиях систематического невыполнения плана работ, возможно, стоит пересмотреть план (конечно, если это возможно). Текущий контроль за выполнением плана хорошо возложить на старшего среди учащегося, работающих над темой НИР (если над ней работает хотя бы два человека). Таким учащимся-руководителем можно назначать и других учеников. Главное, чтобы это было ими заслужено и принималось другими членами коллектива. В противном случае можно получить протестный саботаж со стороны несправедливо обойденных вниманием учеников.

Некоторые этапы НИР бывает нереально выполнить исключительно силами учащихся. Например, бывает необходимо изготовить какую-то деталь установки на токарном или фрезерном станке; или написать сложный участок компьютерной программы для работы с микроконтроллером и т.д. Эту часть работы должен взять на себя педагог и либо сам сделать необходимые детали/программы/т.п., либо заказать эту работу «на стороне». Желательно указать это в докладе, чтобы у слушателей не сложилось впечатление, что докладчик приписывает себе работу, которая ему явно не по плечу.

Наконец, еще одна задача педагога – подготовка учащихся к выступлению с докладом о проделанной работе. Начинается она с подготовки доклада, а заканчивается созданием презентации и репетицией устного выступления. Обычно у учителя есть большой соблазн самому написать текст доклада – работа «выстрадана» настолько, что смотреть на то, что пишут о ней ученики просто тяжело. Лучше не делать этого, а дорабатывать текст (презентацию) совместно с учащимся, постепенно приводя ее к приемлемому виду. Написанный учеником текст, может быть останется «корявым», но при устном выступлении он будет лучше звучать, не выглядя при этом заученным.

Практические работы в экспедициях

Организация и проведение практических работ в условиях экспедиции имеют некоторые особенности. Прежде всего, они связаны с тем, что учащийся и педагог, работая над выполнением НИР, проводят вместе больше времени, что позволяет за относительно короткий промежуток получить результат. Другая особенность – временные ограничения, связанные с поездкой. Обычно НИР, выполняемая в поездке, связана с проведением наблюдений. В такой НИР это ключевая фаза работы. Ее нельзя не выполнить, а часто нельзя и повторить. Например, работа «Определение скорости таяния полярной шапки Марса во время великого противостояния 2003 г.» выполнялась в Астрономической школе «Вега» по фотографическим и видео материалам, которые

учащиеся — авторы работы, получили во время экспедиции в Крым. Отсутствие результатов наблюдений означало бы отказ от выполнения этой работы. В случае астрономических НИР это бывает очень часто и к этому надо быть готовыми. В случае невозможности проведения наблюдений конкретных явлений и объектов (например, метеорного потока или кометы) из-за погоды, поломки оборудования или болезни участников, можно привлечь данные других наблюдателей – их сейчас не сложно найти в сети Интернет. В докладе надо обязательно сослаться на источник данных.

Таким образом, надо стараться максимально использовать указанные выше особенности – на весь срок экспедиции должен быть составлен подробный план работы по теме НИР, до поездки должны быть проведены все литературные исследования, подготовлено и опробовано оборудование. Желательно иметь и план действий на случай отсутствия погоды. Для особо важных и редких наблюдений (например, наблюдений полного солнечного затмения) обязательно надо иметь и запасных наблюдателей, и запасное оборудование (может быть более простое, чем основное).

Необходимо вести журнал экспедиции, в который заносить все события и все проведенные наблюдения. Для каждого прибора и каждой установки надо иметь отдельный журнал наблюдений. В него заносится вся информация, которая потом позволит восстановить условия получения данных с этими приборами. Не стоит полностью доверять цифровым методам регистрации даты и времени наблюдений, положения фильтров и прочего. Часто бывает так, что часы, к примеру, в фотоаппарате идут с ошибкой, дата установлена не верно и т.п. И это может привести к тому, что полученные с ним данные придется просто выкинуть. Кроме этого (весьма важного фактора) есть еще и методическая ценность журнала наблюдений – он дисциплинирует учащихся, приучает их к порядку и дисциплине.

Для создания в последующем презентации для доклада учащихся, для вашего собственного отчета или доклада об экспедиции, желательно иметь фотографии и видеозаписи различных этапов экспедиции, интересных и просто рабочих моментов. Использование таких материалов в докладе позволяет слушателям лучше представить описываемое оборудование и методики наблюдений с ним.

Вместо заключения

Приведенная в статье классификация видов практических работ, конечно, не претендует на завершенность. К классическим типам ученических практических работ авторы добавили лишь «опытно-конструкторские», которые обычно обходят стороной в школьной практике (а часто и в дополнительном образовании). Да и мы в этой статье его лишь затронули, хотя в практике работы Астрономической школы «Вега» это одно из основных направлений, и нам, конечно, есть что о нем рассказать.

Добавить, что выполнение таких работ требует наличие элементарной мех. мастерской, инструмента, запас мех. деталей и материалов.

Такое невнимание коллег к работам этого рода связано, по-видимому, с тем, что для создания прибора или установки требуется проведение различного рода механических работ (т.е. нужна хотя бы элементарная механическая мастерская, набор инструментов, станков, запасных деталей и расходных материалов). Однако, времена меняются. Во многих образовательных учреждениях появились, например, 3-D принтеры. Один за другим открываются в школах и учреждениях дополнительного образования кружки робототехники. Микропроцессоры и микрокомпьютеры становятся все доступнее и стоят

все дешевле. Сейчас есть возможность недорого заказать любые датчики и исполнительные механизмы. Все это вместе позволяет создавать установки с элементами робототехники вообще без работы в механической мастерской. А ведь такие темы практических работ – одни из самых привлекательных для современных школьников!

Авторы надеются, что своей статьей смогли показать, что проведение астрономических практических работ – это доступно и интересно. Такие работы очень часто оказываются вне конкуренции на различных конкурсах научных работ учащихся (в первую очередь благодаря использованию реальных данных, полученных учащимися самостоятельно в ходе выполнения работы). Для выполнения большого круга работ достаточно иметь распространенные сейчас цифровые фотоаппараты или видео камеры, компьютер и доступ в Интернет. Для каких-то работ достаточно овладеть программированием, для каких-то – элементами робототехники. А работы при этом могут быть самыми разными – от наблюдения движения небесных тел до компьютерного моделирования различных астрономических объектов или явлений.

Список литературы

Белянин В.А. Подготовка будущего учителя физики к постановке натурального и виртуального компьютерного практикума по физике // Материалы Международной научно-методической конференции «Информатизация образования – 2010». Кострома, 2010. С. 388–392.

Пшеничнер Б.Г., Войнов С.С. Внеурочная работа по астрономии: Книга для учителя: Из опыта работы. М. Просвещение 1989г. 208с.

М.А. Мкртчян *«Методологические вопросы педагогических исследований и практических построений» // Методологические теоретические подходы к решению проблем практики образования: Сборник статей. – Красноярск, 2004. – с. 98-109*

Сайт МБУДО Астрономическая школа «Вега» - <http://vega1972.ru>

*Статья опубликована в сборнике
«Астрономия в современной школе, методические разработки»,
Просвещение, Москва, с. 36-55, 2017*