

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение

Гимназия № 29 г. Томска

ПРОЕКТНАЯ РАБОТА
(практико-ориентированная)
**«Космическая туманность -
место, где рождаются звёзды»**

Работу выполнил:

ученик 8 Б класса

МАОУ гимназии №29 г.Томска

Чаповский Александр.

Художественный руководитель: Беляева Н.А.

Научный руководитель: Остапенко С.М.

Томск, 2023г.

Оглавление

Введение	3
Научная (теоретическая) часть	5
Основная (практическая) часть	13
Заключение	17
Список литературы	20

АВТОРСКОЕ ПРАВО

Введение

Вселенная вокруг нас огромна. С давних лет люди стремятся познать её тайны. Человеку даже сложно представить, какой масштаб имеет пространство вокруг нашей планеты Земля. В настоящее время учёные говорят, что 99,99% космоса не исследовано. Такое число одновременно и немного пугает (как многого мы ещё не знаем!), но и дает большие возможности для изучения в будущем. А значит, тема космических исследований сейчас крайне актуальна и важна.

При этом область астрономии очень обширна. В курсе школьной физики в настоящее время присутствует лишь небольшой астрономический блок. А ведь эта наука сейчас имеет масштабный объем данных и даже подразделяется на 8 крупных разделов знаний: астрометрию, небесную механику, теоретическую астрономию, астрофизику, звёздную астрономию, космохимию, космогонию и космологию.

Я давно увлекаюсь всем, что связано с космосом: много читаю, смотрю обучающие видео, посещаю мероприятия в Томском планетарии, в феврале встречался с настоящим космонавтом Олегом Артемьевым. Тема моей проектной работы, которая носит практико-ориентированную направленность, - "Космические туманности - место, где рождаются звёзды". В этой теме я увидел большую перспективу для научного изучения и прикладной деятельности.

Моя проектная работа состоит из двух взаимодополняющих частей: теоретической (научной) и практической, которая составляет основу работы.

Теоретическая часть моего проекта представляет собой полноценный материал о таком особом космическом объекте как туманности: их строении и составе, внешнем виде и местоположении. Здесь представлена классификация туманностей и история их исследований. Отдельно я выделил информацию о таком типе туманностей как остатки сверхновой и конкретно о Крабовидной туманности. Для моих дальнейших целей было необходимо рассказать об этом объекте: возникновение, открытие, история названия, изучение, строение, значение, условия наблюдения и обзор визуальных материалов. Объём информации достаточно значителен, хотя в каждый вопрос можно углубляться более подробно, каждый раз повышая свой уровень знаний.

Помимо практических причин (природные ресурсы, новые химические элементы и их соединения, новые физические процессы) другие планеты и галактики интересуют человечество также и с эстетической точки зрения. Как много в космосе явлений, аналогов которых на Земле не встретишь: "неосязаемые" планеты из газа и межзвёздные туманности, солнечные вспышки и лунные кратеры... Всё это даёт нам неиссякаемый источник вдохновения!

Поэтому помимо научного блока в мой проект я включил прикладную часть. Я увлекаюсь творчеством и с 1 класса занимаюсь лепкой и живописью. К выбранной теме я решил создать цикл из художественных работ, изобразив на них одну из известных туманностей, -

Крабовидную. При этом я использовал знания, полученные на теоретическом этапе моего проекта. Цикл работ состоит из 3 рисунков и представляет собой процесс возникновения во Вселенной такого явления как космическая туманность.

Выразить свои новые знания в творчестве - это возможность для меня поделиться своим увлечением, показать красоту окружающей нас вселенной и, возможно, замотивировать кого-то на изучение космоса в будущем.

Таким образом, в этом проекте я объединил два своих увлечения: космос и творчество.

Цель моего проекта - изучение уникального космического объекта "туманность" и создание цикла художественных работ "Крабовидная туманность".

Для достижения этой цели я определил задачи:

1. Прочитать литературу по выбранной теме;
2. Собрать теоретическую информацию о туманностях в нашей Вселенной;
3. Проанализировать полученную информацию;
4. Обработать информацию и сделать собственный материал по узко-специализированной теме;
5. Нарисовать три последовательных рисунка Крабовидной туманности;
6. Представить полученные результаты (теоретические и практические) в цельном проекте.

По этим задачам я выработал план работы по проекту и установил его временные сроки.

1	Поиск и чтение литературы по теме	октябрь 2022
2	Сбор теоретической информации о туманностях	октябрь-декабрь 2022
3	Анализ и обработка информации	октябрь 2022 - январь 2023
4	Создание собственного теоретического блока	октябрь 2022 - февраль 2023
5	Создание практической работы - рисунков	ноябрь 2022 - январь 2023
6	Оформление проекта	февраль 2023
7	Подготовка приложений и доп.материалов	март 2023

Следует отметить, что исходные материалы по теме туманностей, с одной стороны, очень велики, можно даже немного запутаться в их количестве. А с другой стороны, если сконцентрироваться на конкретной цели, то выясняется, что достоверной и нужной информации не так уж много. Например, по туманностям на русском языке доступна только одна книга. Несколько полезных материалов нашлись в научных журналах и учебниках для ВУЗов.

С электронными источниками информации дело обстоит одновременно и легче, и сложнее. Легче, потому что в сети Интернет очень много доступных сайтов с информацией о туманностях. А сложнее, потому что не все они имеют научно-доказательную базу. Мне пришлось очень серьёзно проверять обоснование статей, чтобы иметь возможность достоверно взять их в работу. Список бумажных и электронных ресурсов находится в разделе "Библиография".

Научная (теоретическая) часть

Что такое туманность? Открытие туманностей

Благодаря современным знаниям о строении звездно-планетарных систем, галактик и Вселенной сейчас мы все, и учёные, и обычные люди, хорошо понимаем, что именно представляют собой туманности. Но так было не всегда. Ранее туманностями называли всякий светящийся, неподвижный и протяжённый объект на небе, который не удавалось разделить на звёзды. Даже само латинское название nebula (облако) туманности получили из-за своего сходства с громадным облаком из пыли и газа.

Наблюдатели уже много веков назад заметили туманные "пятнышки" на небе. Еще древнегреческий ученый Гиппарх в своем каталоге отметил наличие в ночном небе нескольких туманных объектов. Его коллега Птолемей пополнил список еще пятью туманностями. В 18 веке Галилей изобрел телескоп и с его помощью смог увидеть туманность Ориона. Изучать эти "облака" стали ведущие астрономы древности в самые первые и простые телескопы.

С совершенствованием техники произошёл прорыв и в изучении туманностей. Так в каталоге французского астронома Шарля Мессье (1774 год) указано 12 туманностей. /См. Пр. Рис.1/ А в каталоге английского астронома Патрика Колдуэлла добавлено ещё 26 туманностей. Кратно возрастает количество открытых туманностей в каталогах немецкого астронома Уильяма Гершеля (1786 год - всего 5079 объектов). В 19 веке ирландский астроном Уильям Парсонс (лорд Росс) удвоил число известных туманностей.

Но решающие открытия про туманности были сделаны в 20 веке. В процессе исследований выяснилось, что некоторые объекты из вышеперечисленных каталогов, первоначально названные туманностями, на самом деле являются галактиками или шаровыми звёздными скоплениями. Самый яркий пример - галактика Андромеды, которую сначала называли туманностью, но это не верно. Огромный вклад в изучение туманностей и в их отличие от галактик внесли учёные Джордж Ричи, Кнут Лундмарк, Весто Слайфер, Джон Дункан, Харлоу Шейпли и Эдвин Хаббл.

Вступающие в строй всё более мощные и совершенные телескопы помогли открыть сотни новых туманностей. В новом общем каталоге (New General Catalogue или NGC) в целом уже находится более 14 000 объектов. Из них две тысячи туманностей. Хотя учёные предполагают, что их намного больше, и наши возможности ограничены лишь предельной мощностью современной техники и огромными расстояниями до этих объектов.

В итоге было конкретизировано понятие туманности. Это участок межзвёздной среды, выделяющийся своим излучением или поглощением на общем фоне неба и имеющий в своём составе газы, пыль и плазму. Таким образом, туманности - это отдельный класс космических объектов.

Из чего состоят туманности. Состав и размеры

Туманности состоят из пыли, газа и плазмы. Спектральный анализ туманностей выявил линии всех главных химических элементов: водород, гелий, азот, кислород, аргон, сера, неон. Подобные облака с материей достаточно крупные. Большинство из них в поперечнике имеют десятки, а в ряде случаев и сотни световых лет. Для сравнения: диаметр нашей Солнечной системы 3,6 световых года.

Как появляются туманности. Функции туманностей. Для чего они нужны Вселенной

Космические туманности не зря называют звёздными питомниками или колыбелями звёзд. Именно здесь чаще всего происходит образование звёзд, появляются планеты и целые звёздные системы. Ведь сами туманности содержат все элементы, необходимые для такого строительства.

Космос - это не абсолютный вакуум. В пространстве космоса может присутствовать атом или два на кубический метр, или всего несколько атомов на кубический километр. Туманность начинает формироваться, когда несколько атомов оказываются достаточно близко друг к другу, чтобы начать "кучковаться". Чем больше их собирается вместе, тем сильнее становится их гравитационное влияние, они начинают притягивать к себе больше частиц. Через миллионы лет получается большое газовое облако.

На протяжении многих миллионов или миллиардов лет это облако пыли и газа пребывает в покое. И вдруг, благодаря взрыву по соседству, ударной волны или воздействия гравитации со стороны пролетевшей мимо звезды, образуется рябь и водовороты газа в пределах конкретного облака. Начинает происходить объединение материи в скопления с последующим увеличением размеров.

Некоторые районы в туманности могут быть плотнее, чем другие. Эти сгустки становятся все больше и больше. Их масса увеличивается. Таким образом, все больше и больше материи накапливается до тех пор, пока материал не станет образовывать сверхплотные сгустки, начинающие затем коллапсировать, проваливаясь сами в себя. Гравитация тянет материю из туманности до тех пор, пока одному или нескольким сгусткам не удастся достичь критической массы. В какой-то точке чистая масса и высокая гравитация инициируют в них термоядерную реакцию, выделяя большое количество света и тепла. Продолжающаяся сжимать их еще крепче сила гравитации поднимает в конце концов температуру ядра до 18 млн градусов. Это момент начала ядерного синтеза. И рождения звезды.

Свет от этой новой звезды начинает отталкивать избыточный газ потоком частиц, называемых солнечным ветром. Чем больше газа и пыли таким образом сконцентрируется в окрестностях звезды, тем больше планет впоследствии сформируется. "Львиная доля" остального газа вытесняется за пределы системы, где будут запущены новые каскады накопления вещества и формирования новых звезд и планет, а затем все повторится снова и снова.

Бывает так, что звезда взрывается. Это происходит, когда водородное или гелиевое топливо в ней заканчивается, она становится слишком большой, коллапсирует, а затем происходит взрыв. В результате взрыва во все стороны расходятся ударные волны, которые могут нарушить спокойствие туманности, заставляя ее образовывать больше звезд. Таким образом это становится непрерывным процессом. А космические туманности по праву можно назвать основным строительным материалом во Вселенной.

Внешний вид туманностей

Туманности по праву считают очень красивыми объектами. Они вмещают удивительные скопления звёзд, пыли и газа, которые часто влияют на их форму. Именно по внешнему виду и форме туманности часто получали свои названия.

Туманности очень многообразны, имеют широкий цветовой спектр и нюансы световых качеств (излучения и поглощения света). К огромному сожалению у человеческого глаза нет должной чувствительности для возможности оценки богатства цветов многих туманностей. Конечно, понадобится хороший телескоп с возможностью делать качественные цифровые фото. Палитра красок проявляется лишь на длинных экспозициях. Также удивительные картины получаются при изучении туманностей в рентгеновском и инфракрасном излучении. И как раз благодаря таким фотографиям появляется возможность отдать должное красоте этих потрясающих объектов.

Где находятся туманности. Как их увидеть

Здесь следует сразу сказать, что все туманности, которые человек в настоящий момент смог увидеть и изучить, находятся в нашей Галактике Млечный путь, диаметр которой составляет около 100 000 световых лет. Внегалактические туманности, скорее всего, существуют, но они так далеки, что мы не можем их увидеть.

подавляющее большинство туманностей можно увидеть только с помощью профессионального мощного телескопа. И есть лишь единичные исключения.

Долгое время единственной туманностью, возможной к наблюдению невооруженным взглядом, считалась туманность Ориона М42. /См. Пр. Рис.2/ Она находится в одноимённом созвездии, удалена на 1300 световых лет и считается одной из самых ярких туманностей на небе.

Сейчас стала известна ещё одна туманность, которую при благоприятном стечении обстоятельств могут наблюдать непрофессионалы. Туманность Киля /См. Пр. Рис.3/, хоть и находится на расстоянии 7500 лет, но в ней находится самая яркая звезда Млечного Пути — WR25. За счёт этого туманность Киля можно иногда увидеть на небе.

Ну а самой близкой к нам туманностью сейчас считается интереснейший объект - туманность Улитка /См. Пр. Рис.4/, имеющая также названия Хеликс/Геликс, Око Бога/Глаз Бога. Она находится на расстоянии всего 650 световых лет от Земли. Однако примечательно, что не смотря на это увидеть её невооруженным взглядом невозможно в силу нюансов положения и состава.

Астрономы-любители имеют свой список туманностей из 10 позиций, которые они могут найти на небе при наличии не слишком мощного телескопа. Сюда входит Кольцевидная туманность, туманность Гантель, Крабовидная туманность, Североамериканская и Трёхраздельная туманности, а также туманности Лагуна, Тарантул, туманности Угольный мешок и Северный Угольный мешок, туманность Восьми Вспышек.

Типы туманностей. Классификация

Как это часто бывает в науке, существует несколько классификаций типов туманностей. Это связано с первоначальным принципом, положенным в её основу. В случае с туманностями таким принципом бывает либо состав туманности, либо её способность к поглощению или рассеиванию света, либо способ образования.

И всё-таки мы возьмём за основу наиболее распространённую и актуальную классификацию, которая делит все туманности на 4 большие группы:

* тёмные туманности

туманность Конская голова, туманность Змея.

* диффузные (светлые) туманности

туманность Голова Ведьмы, туманность Яйцо.

* туманности, вызванные излучением

туманность Кошачий Глаз, туманность Песочные Часы.

* туманности, созданные ударными волнами

туманность Шлем Тора, туманность Вуаль.

Тип: Остатки сверхновой

В связи с выбранной мной для практической работы туманностью следует отдельно выделить среди туманностей, созданных ударными волнами, тип Остатки сверхновой.

Наиболее яркие туманности, созданные ударными волнами, вызваны взрывами звёзд. Остатки сверхновых образуются, когда звезда завершает жизнь в массивном взрыве. Во время взрыва оболочка сверхновой разлетается во все стороны, образуя расширяющуюся с огромной скоростью ударную волну, которая и формирует остаток сверхновой. Остаток состоит из выброшенного взрывом звёздного материала и межзвёздного вещества, поглотившего ударную волну. По сути это оболочка газа, которую вызвал взрыв сверхновой звезды. Затем это облако материи пылает с остатками звезды, которая их породила. Большое количество вещества звезды взрыв также уносит в космос.

Остатки сверхновой играют очень важную роль в формировании структуры межзвёздного газа. Для них характерно нетепловое радиоизлучение, вызванное электронами, ускоряемыми как в самом процессе взрыва сверхновой, так и позже пульсаром, обычно остающимся после взрыва.

Крабовидная туманность

Одним из лучших примеров остатка сверхновой звезды является Крабовидная туманность (M1), которую я выбрал для своей творческой работы. Эта туманность интересна всем: своей историей, строением, значением для астрономической науки, поэтому необходимо рассмотреть её чуть подробнее.

** Кратко о туманности*

Находится в рукаве Персея галактики Млечный путь /См. Пр. Рис.5/.

Удалена от Земли на расстояние 6500 световых лет.

Имеет вид продолговатого диффузного пятна со сверхплотным объектом внутри - пульсаром (нейтронной звездой).

Имеет размер 11 световых лет.

Туманность видна с Земли в созвездии Тельца.

** Возникновение туманности*

Согласно историческим данным и местонахождению объекта в астрономической науке считается, что Крабовидная туманность возникла в результате взрыва сверхновой звезды SN 1054 в 1054 году. По космическим меркам данная сверхновая звезда считается относительно молодой. Взрыв был зафиксирован в пяти отдельных отчетах на Востоке. В Китае вспышка была видна невооружённым взглядом на протяжении 23 дней даже в дневное время, а затем в ночное время в течение 22 месяцев. В Японии вспышка отмечена в 3 исторических документальных источниках. О вспышке звезды также говорится в документальном свидетельстве арабского врача Ибн Бутлана.

Ещё предполагается, что взрыв сверхновой отражают наскальные рисунки индейцев Северной Аризоны, изображающие некую звезду, чьё расположение соответствует звезде 1054 года.

При этом, как ни странно, западные наблюдения не сохранились. Например, вспышка предыдущей сверхновой 1006 года отмечена во многих европейских документах. А эту вспыхнувшую звезду Европа «документально» не заметила.

** Открытие туманности*

Первым Крабовидную туманность наблюдал английский врач, физик и астроном Джон Бевис в 1731 году. Он отметил её на карте звёздного неба в созданном им атласе «Уранография Британика» /См. Пр. Рис.6/. Тем временем туманность в 1758 году независимо открыл Шарль Мессье. Так Крабовидная туманность стала «соавтором» знаменитого каталога Мессье, войдя в него под первым номером — Messier 1 или M 1.

** История названия туманности*

Своё известное сегодня название «Крабовидная туманность» M1 получила только почти век спустя после открытия, благодаря зарисовке астронома Уильяма Парсонса, графа Росса. С помощью наблюдений на 36-дюймовом телескопе в 1844 году он сделал зарисовку туманности.

По этому изображению туманность М1 напоминала мечехвоста, которого в народе называли краб-подкова /См. Пр. Рис.7/. Автор рисунка написал: "Всё, что изображено на эскизе, можно увидеть при умеренно благоприятных обстоятельствах".

Позже в 1848 году на телескопе "Левиафан" Парсонс снова изучил туманность. На основе этого в 1855 году его штатный астроном Джей Митчелл нарисовал более точный рисунок, не напоминавший краба, однако название уже прижилось. При этом сын Парсонса Лоуренс назвал данный рисунок "лучшим изображением" этого объекта.

** Изучение туманности*

Исследование туманности шло достаточно быстро и активно. В 1892 году один из основоположников астрофотографии Исаак Робертс впервые сфотографировал Крабовидную туманность. А в 1913 году Весто Слайфер получил первые спектры М1. В 1921 году расширение туманности заметил Карл Лампланд. Следом Джон Дункан обнаружил в центре туманности две слабенькие звёздочки шестнадцатой звёздной величины. А в 1928 году Эдвин Хаббл, оценив по скорости расширения дату взрыва, предположил, что Крабовидная туманность — остаток сверхновой, вспыхнувшей в 1054 году. Эту идею подтвердили в 1942 году Николас Мейол и Ян Оорт, окончательно доказав связь вспышки 1054 года с М1. В 1942 году наблюдением на тогда крупнейшем в мире 100-дюймовом телескопе в обсерватории Маунт Вилсон занялись Вальтер Бааде и Рудольф Минковский. Они сконцентрировали своё внимание на звёздах внутри туманности и приблизились к открытию и первому описанию нейтронных звёзд.

После Второй мировой войны произошло стремительное развитие радиоастрономии. В 1948 году один из первых радиоастрономов Джон Болтон доказал наличие радиоизлучения от Крабовидной туманности. Фактически Крабовидная туманность стала первым небесным объектом после Солнца, наблюдение за которым теперь регулярно велось в радиодиапазоне. А в 1953 году советский астроном Иосиф Шкловский описал, что это излучение Краба имеет синхротронную природу. Синхротронные процессы играют важную роль во многих астрофизических явлениях. Но именно в Крабовидной туманности было впервые установлено их существование в космосе.

А в 1963 году было открыто рентгеновское излучение Краба. До этого космические источники рентгеновского излучения искать даже не пытались, полагая, что они очень слабы. Так вслед за радиоастрономией М1 оказалась причастной и к возникновению рентгеновской астрофизики. Уникальное исследование 1964 года подтвердило, что излучение исходит от всей туманности, а не только от предполагаемой звезды в её центре - это тоже стало важным открытием. А в 1967 году было обнаружено ещё и гамма-излучение Краба. Изучение звезды продолжил советский астрофизик Николай Кардашёв. Это было первое наблюдение, послужившее основой для предположения, что пульсары являются нейтронными звёздами. А сам пульсар в Крабе достоверно обнаружил 10 ноября 1968 года радиотелескоп в Аресибо. Особое значение пульсара в Крабовидной туманности — в знании его точного возраста

(практически до дня), что позволило определить основные физические свойства пульсара и проследить его эволюцию. Это сыграло решающую роль в понимании процессов, происходящих в остатках сверхновых.

** Строение туманности*

Крабовидная туманность имеет вид продолговатого симметричного диффузного пятна /См. Пр. Рис.8/. Туманность огромна, свет от одного ее края до другого идет 11 лет, тогда как диаметр орбиты Плутона в Солнечной системе он пересекает за 11 часов. Основу Крабовой туманности составляет газовая смесь. В состав ее входят: водород; гелий; азот; кислород; аргон; фосфор. Эти элементы дают туманности своеобразную структуру и разнообразие красок.

В центре туманности находится пульсар (нейтронная звезда) Crab Pulsar PSR B0531+21. Данный пульсар был образован сверхновой звездой. Нейтронная звезда имеет 28—30 км в диаметре и испускает импульсы излучения от гамма-лучей до радиоволн. Пульсар Краба вращается вокруг своей оси, совершая 30 оборотов в секунду. Туманность освещена именно светом своего пульсара.

Крабовидная туманность является плерионом, то есть туманностью, которая подпитывается ветром своего пульсара - процессом истечения вещества из звёзд в межзвёздное пространство.

** Значение исследований туманности*

Крабовидная туманность, её открытие и исследование имеют колоссальное значения для астрономической науки. Её уникальная роль в развитии астрономии в первую очередь состоит в том, что именно М1 стала первым астрономическим объектом, отождествлённым с историческим взрывом сверхновой, и долгое время оставалась единственным известным остатком вспышки, который можно было изучать. К тому же данная туманность расположена достаточно близко к нам по астрономическим меркам. Это позволило изучить детали её строения и происходящих процессов. М1 стала прототипом целого класса газовых туманностей, возникающих при взрыве сверхновых — плерионов. Именно Крабовидная туманность стала первым источником космического излучения, отождествлённым с объектом нашей Галактики, у неё впервые обнаружили синхротронное излучение. А пульсар Краба стал первым пульсаром, у которого удалось обнаружить сразу 3 вида излучения. Кроме того, это единственная нейтронная звезда, которую визуально видно в телескоп.

** Как наблюдать туманность*

Крабовидная туманность доступна для наблюдений в самые скромные любительские телескопы. Осенью и весной туманность становится видна около полуночи, а зимой ее можно разглядеть уже с наступлением темноты. Положение М1 на небосводе можно найти благодаря доступным схемам созвездий. В телескоп с диаметром объектива от 100 мм М1 видна в виде слабого туманного пятнышка.

Детализация туманности доступна лишь для техники от 350мм. В ясную ночь можно различить «клешни Краба» или разветвленную структуру туманности. А серьёзное изучение объекта возможно только на профессиональном оборудовании. Причём для изучения истинной природы этого сложного объекта необходимы данные с разных телескопов.

** Фото туманности*

Огромный научный и человеческий интерес представляют фото туманности. Даже для обычного человека это визуально очень красивые, вызывающие восхищение изображения. Первые фото М1 относятся к концу 19 века, о них сохранилось очень мало информации. Также известны данные о фотографиях 1912 и 1942 года. А вот чёрно-белое фото 1973 года Мичиганского университета /См. Пр. Рис.9/ уже сохранено для истории и доступно всем желающим. Фото 1998 года Гавайского университета /См. Пр. Рис.10/ уже цветное. Оно примечательно тем, что туманность изображена на ней именно такой, какой бы мы ее увидели, если бы могли различать цвета у слабых туманных объектов. Все вышеназванные фотографии сделаны с наземных телескопов.

Запуск космических телескопов открыл и новую страницу в фотографиях Крабовидной туманности. Фото стали гораздо более точными и частыми. Наиболее известные и зрелищные фото Крабовидной туманности сделаны космическими телескопами: Спитцер (2003-2020гг), Гершель (2009-2013гг) и Хаббл (запущен в 1990 году, работает до сих пор), а также космической обсерватории Чандра (запущена в 1999 году, работает до сих пор). Все эти станции неоднократно наблюдали и фиксировали Крабовидную туманность в течение срока действия своих миссий.

Как уже говорилось выше, лучшие изображения получаются, если объединить данные нескольких телескопов. Например, вот фото в рентгеновском диапазоне (Чандра) /См. Пр. Рис.11/ в голубом спектре. И фото в инфракрасном диапазоне: с телескопов Гершель (красный спектр) /См. Пр. Рис.12/ и Спитцер (фиолетовый спектр) /См. Пр. Рис.13/. А далее объединенное фото Гершель-Чандра с большим количеством оттенков и пересечений цветов /См. Пр. Рис.14/.

Есть ещё подборка фото М1 в шести разных диапазонах и все они разные /См. Пр. Рис.15/.

Затем фото в оптическом режиме (Хаббл) с появлением зелёного спектра /См. Пр. Рис.16/. И вновь объединенное фото 2006 года, на этот раз уже с трёх телескопов: Спитцер, Чандра, Хаббл /См. Пр. Рис.17/. Оно является одним из самых известных.

И наконец, фото, которое я взял образцом для своего рисунка. Это одно из самых больших изображений Крабовидной туманности, сделанных телескопом Хаббл. Послойное изображение составлено из 24 фото, полученных в 1999–2000 годах /См. Пр. Рис.17/ и отражает всё многообразие Крабовидной туманности. Именно это изображение вдохновило меня на создание творческой работы.

Основная (практическая) часть

Подготовительный этап. Сбор и анализ идей и вариантов

** Обзор и анализ прототипов*

После завершения научной части проекта - изучения теоретического материала - мне захотелось узнать, имеются ли прототипы моей задумки, то есть рисовал ли кто-нибудь уже Крабовидную туманность. Поиск на специализированных сайтах показал следующее. Безусловно, тема туманностей интересует многих художников, профессионалов и любителей. Однако чаще всего при этом они не являются астрономами или даже фанатами космоса. Я нашёл различные рисунки, но в подавляющем большинстве случаев, они не относятся к какой-то конкретной туманности, а изображают абстрактный "сборный" объект.

Хотя встречались и варианты изображения известных необычных по форме туманностей, например Конская голова, Орион и Глаз Бога.

Особенно я выделил среди найденного работы художницы Ирины Шевченко, у неё туманностям посвящена небольшая серия из 5 работ, где замечены туманность Киля, туманности Пламя и Лагуна, а также туманность Орла. Это была интересная находка, было приятно посмотреть на творчество человека со схожими интересами.

Таким образом, я выяснил, что полных прототипов моей задумке нет и стал действовать дальше.

** Анализ возможных вариантов и выбор оптимальной идеи*

Далее я стал размышлять и советоваться с творческим руководителем, какую именно идею работы выбрать мне. Конечно же, я мог нарисовать одну картину, изображающую туманность, как она выглядит сейчас. Но на научном этапе работы я так много узнал о Крабовидной туманности, её возникновении и динамике, что не мог обойти стороной этот этап жизни космического объекта. Поэтому было решено сделать не просто один рисунок, а серию работ, отражающих рождение и развитие туманности M1. Я предложил нарисовать три рисунка: звезду, взрыв сверхновой и туманность в настоящем времени. Наталья Анатольевна поддержала мою идею.

** Выбор технологии изготовления изделия. Выбор материалов*

Пришло время определиться с материалами для рисунков и технологией выполнения работы. Вариантов красок было достаточно много, по опыту занятий в творческой студии я уже научился рисовать карандашами, пастелью и углём, акварельными, гуашевыми и акриловыми красками. Для данной работы было решено выбрать гуашь, так как эта краска имеет плотную текстуру, хорошо ложится на лист и даёт красивые оттенки, как в чистом виде, так и при смешивании. Естественно, речь идёт о профессиональных наборах гуаши хорошего качества и большого количества оттенков. Отдельно я подготовил белые титановые белила, так как они расходуются в большом объеме для разбавления цветов и самостоятельно.

Мне также понадобились хорошие натуральные кисти, от самых тонких до объемных: и круглые, и плоские. Приготовил я и палитру, чтобы смешивать краски. И конечно же, обязательными для подобных видов работ являются такие вспомогательные материалы как баночка для воды, салфетки, фартук и нарукавники.

Один из ключевых моментов - это выбор основы. Тут практически без сомнений решение остановилось на хорошей качественной бумаге для рисования, она имеет повышенную плотность по сравнению с обычными альбомами. Кроме того, эта бумага имеет большие форматы, а мы с Натальей Анатольевной как раз выбрали нестандартный **размер** для рисунков. Это решение было обусловлено тем, что формат А4 слишком мал для подобного вида рисунков, а ещё я подумал, что лучше всего сделать эту серию квадратными, а не прямоугольными. Подрезать их до нужного размера можно просто ножницами.

В любой серьёзной работе нужен набросок, эскиз. Его я делал на обычной бумаге простым карандашом и правил ластиком.

Итого первоначальный список материалов выглядел следующим образом:

Набор художественной гуаши
Белила титановые
Кисти №2,3,4,6,8,9
Палитра
Баночка для воды
Салфетки
Фартук
Нарукавники
Бумага художественная для красок
Ножницы
Простой карандаш
Ластик
Бумага обычная

Когда все материалы были закуплены и подготовлены я перешёл к основному этапу работы.

Основной этап. Выполнение рисунков

** Выполнение эскиза (наброска)*

Профессиональные художники всегда делают эскизы своих работ, потому что этот шаг позволяет заранее заметить, учесть и исправить какие-то недочёты. В моём случае есть некоторые нюансы, связанные с тем, что фон моего будущего рисунка тёмный и сделать набросок на чистовом варианте листа я не мог. Поэтому мой эскиз был сделан на отдельном листе бумаги и в дальнейшем служил ориентиром для настоящего рисунка.

** Выполнение фона*

Чтобы отразить цвета и глубину далёкого космоса для фона я выбрал насыщенный чёрный цвет. С этой задачей отлично справилась специальная гуашь - сажа газовая. А вот с инструментом её нанесения пришлось применить смекалку. Простой кистью, даже самой толстой, наносить краску фона было бы очень долго. Плюс гуашь на кисти не дала бы нужной текстуры.

Наталья Анатольевна предложила взять для нанесения обычную хозяйственную губку и дело пошло намного быстрее. Пористая губка позволила отразить рыхлую зернистую структуру космического фона /См. Пр. Рис.19/. Правдоподобности удалось добиться и благодаря еле видимому слою белого "налёта" на фоне, из-за чего цвет Вселенной вокруг приобрёл объем и неоднородность. После нанесения фона ему необходимо было время для высыхания.

Новую для меня технологию я испробовал и для изображения мелких звёзд на фоне. Для этого я тренировался и затем использовал метод разбрызгивания краски с кисти. Тут нужна определённая ловкость и много аккуратности, чтобы брызги легли на рисунок тончайшими капельками, а не кляксами или пятнами. Это был очень полезный и интересный опыт.

** Выполнение первого рисунка*

Первый в серии рисунок представляет собой начальную фазу, предшествующую появлению туманности, - существование и свечение звезды /См. Пр. Рис.20/. Известно, что цвет звезды зависит от её температуры /См. Пр. Рис.21/. Поэтому и цвет на рисунке не случайность, а подчёркивание того факта, что звезда на изображении достаточно горячая. Голубое свечение имеют те звёзды, поверхность которых нагрета до 30000 градусов.

Нужного мне оттенка голубого не было в наборе, поэтому необходимо было смешать его вручную. Здесь было важно, сразу сделать нужное количество оттенка, чтобы его хватило на всю звезду.

Форма тоже выбрана осознанно. Именно четырехлучевыми звездами рисовали в своих картах путь древние путешественники и мореплаватели - такой она виделась им на небе в долгих странствиях, особенно в ночное время, когда свечение ярче.

В центре звезды мы также видим свечение белого цвета, что придаёт изображению ещё большую схожесть и объем. Центр нарисован титановыми белилами классического белого цвета.

На тёмном фоне, кроме нашей звезды, мы видим и другие звёздочки. Они мелкие, так как пространство вокруг будущей сверхновой уже начало втягивать в себя окружающую материю.

** Выполнение второго рисунка*

Второй в серии рисунок изображает ключевое значимое событие взрыв сверхновой звезды /См. Пр. Рис.22/. Как я уже упоминал в теоретической части, это значимые события в астрономии и каждый такой взрыв очень ценен для науки. Я отразил в изображении взрыв сверхновой 1054 года, который, что также указано в научной части проекта, был такие ярким, что наблюдался в течение 23 суток даже днём, а затем в течение 22 месяцев по ночам. Рисунок показывает, что световая энергия, вызванная взрывом, активно распространяется от звезды во все стороны. На изображении дополнительно появляется бледно-розовый цвет, что говорит о высвободившихся от взрыва элементах и о рождении новых звёзд пока более маленькой температуры (около 3000 градусов). Данный оттенок я также получал смешиванием основных цветов для большей достоверности.

Также необходимо отметить, что окружающие взрывающуюся звезду частицы больше, чем на первом рисунке. Это опять же говорит нам о том, что в процессе взрыва высвобождается и выносится в космическое пространство колоссальное количество энергии и материи.

** Выполнение третьего рисунка*

Третий в серии рисунок отражает настоящее Крабовидной туманности /См. Пр. Рис.23/. Как я уже говорил, я нарисовал его на основе фото, смиксованного из 24 снимков телескопа Хаббл, поэтому картина отображает всё многообразие туманности и весь её спектр. Голубоватый цвет в основе сохранился, но приобрёл более яркий оттенок.

Ещё в качестве подтона мы видим оранжево-красное свечение, такой цвет даёт туманности дважды ионизированный кислород. Для отображения этого оттенка стало необходимым докупить отдельно гуашь из серии "металлик"- бронза. Она наиболее точно передала оригинальный цвет.

Также возникла необходимость докупить и золотистую перламутровую гуашь для рисования ауры туманности. Перламутровая краска позволяет показать активность и интенсивность процессов, происходящих в новорожденной туманности. Химические реакции пронизывают Крабовидную туманность и изнутри, и материи, уносящиеся ветром пульсара за пределы туманности.

О наличии пульсара в туманности говорят белые "нити", проходящие через туманность. Они, как и на предыдущем рисунке, выполнены титановыми белилами.

Каждый слой цвета наносился по отдельности и оставлялся для высыхания во избежание смешивания со следующим цветом.

И всё также величественен и огромен космос вокруг, в нём много ближних и дальних светящихся и отражающих микро-объектов: звёзд, планет, спутников, целых звёздно-планетарных систем и галактик.

** Изготовление паспарту*

После готовности всех рисунков на этом можно было бы и остановиться. Но нам с Натальей Анатольевной захотелось, чтобы работа приобрела завершенный и аккуратный вид. Поэтому я занялся изготовлением паспарту - картонной рамки для картин. Конечно, можно было бы оформить картины в стекло и багет. Но это не позволило бы сейчас разглядеть за стеклом тонкости текстуры и оттенков. Хотя я не исключаю, что в будущем работы получат свои рамки, что позволит сохранить их на более долгий срок от пыли и выцветания.

Правильнее назвать этот тип оформления обратное паспарту, то есть рамка находится не поверх картины, а за ней /См. Пр. Рис.24/. Это дополнительно добавляет объема рисункам. Рамка выполнялась в той же технике и теми же материалами, как и фоны рисунков.

Заключительный этап. Оценка и самооценка готовых рисунков.

Заключительный этап работы не занимает долгого времени, но также очень важен для качества картин. После полного высыхания всех рисунков, а также после приклеивания их к паспарту я провёл тщательный осмотр своих работ, проверил везде ли краска лежит ровно, нет ли эстетических и физических дефектов.

Затем работу проверила и дала оценку Наталья Анатольевна. Она принимала непосредственной участие и руководила всем процессом, так что результат был очень важен и для неё тоже. Позже я **показал** серию научному руководителю Светлане Михайловне. Это позволило объединить теоретическую и практическую часть проекта, связать их между собой.

Также я представил свой труд к оценке моих **ровесников** - учеников творческой студии гимназии. Очень важно было получить обратную связь.

В целом работа над серией рисунков "Крабоподобная туманность" заняла у меня около 3 месяцев при условии 2-часовых занятий 3 раза в неделю. За это время я успел полностью проникнуться этой темой, получить много новых знаний и практических навыков.

Заключение

Над своим проектом в целом я работал около полугода. За это время я узнал много нового не только о Крабовидной туманности, но и о строении нашей Солнечной системы, нашей галактики Млечный Путь /См. Пр. Рис.25/, а также о нашей огромной и многообразной Вселенной. Иногда было очень не просто не отвлечься на какую-нибудь смежную тему, не начать исследовать и её тоже. Приходилось буквально останавливать себя и возвращаться к конкретной теме.

Крабовидная туманность в науке является особенным объектом, её даже называют "космической иконой" из-за того, что совершённые благодаря ей открытия связаны с большинством разделов астрономии. Крабовидная туманность стала наиболее наблюдаемым объектом на небе за пределами Солнечной системы и стимулировала около 6000 научных работ. И каждая из них важна и уникальна. Я испытываю гордость от того, что моя работа тоже посвящена этой актуальной теме и такому уникальному космическому явлению.

Поставленные в начале работы цель и задачи я выполнил полностью. В качестве результата научной части моего проекта я получил полноценную работу о Крабовидной туманности, которую смогу использовать как базу для моих будущих трудов в гимназии или даже университете. Потому что буквально из каждой главы теоретической части можно сделать ещё отдельный проект. Я планирую и в дальнейшем изучать космос, так что это очень важно для моего будущего в профессиональной и научной сфере. Более того, свой индивидуальный проект выпускной я также посвятил космической теме и буду защищать его уже в следующем учебном году.

Также эту информацию смогут применить все желающие, кто захочет в едином проекте прочитать всю основу информации об объекте М1. Возможно, я найду в этом единомышленников или замотивирую кого-то на изучение туманности Краба. Несмотря на многолетние исследования, М1 хранит ещё немало тайн. Но и сегодня не все её тайны раскрыты. В итоге Крабовидная туманность представляет собой интереснейшее и огромнейшее "поле" для грядущих исследований и открытий.

Так как мой проект является практико-ориентированным, не менее важным для меня стал прикладной этап работы. Имея уже большой опыт занятий в студии, я тем не менее впервые взялся за исполнение целого цикла художественных работ. Мне было важно показать, что туманности не зря называют колыбелями звёзд. Этот космический объект на повторяющейся основе воспроизводит в нашей галактике новые звёзды, звёздные системы, планеты. Три моих рисунка как раз и отражают этот цикл: звезда - взрыв сверхновой - туманность /См. Пр. Рис.26/. А в новой туманности процесс повторяется и благодаря этому Вселенная всегда активна и динамична.

Проект был значим в том числе для качества моего рисования. Я потренировался в уже известных для меня техниках и открыл для себя новые: нанесение губкой и разбрызгивание кисточкой. Это был долгосрочный и кропотливый труд, в котором однако было место и фантазии, и вдохновению.

До настоящего времени серия картин "Крабовидная туманность" хранилась в творческой студии у Натальи Анатольевны. При этом я успел отправить фото-коллаж рисунков в проект муниципальных библиотек, посвящённых Дню космонавтики. Мои работы были просмотрены большой аудиторией и получили там высокую оценку. Я со своей стороны рад, что смог поделиться своим видением глубокого космоса и рассказать об этом через творчество значительному количеству людей.

В будущем я смогу размещать эти картины как иллюстративный материал на тематических экспозициях, на выставках и конференциях. И всё же я надеюсь, что в итоге картины украсят мою комнату и будут ежедневно напоминать мне о моих больших увлечениях: творчестве и космосе.

Английский астроном Джефри Бербидж как-то сказал: "Мы можем разделить астрономию на две части: Крабовидная туманность и астрономия всего остального". И эта фраза замечательно отображает значение M1 как для науки, так и для меня лично.

Библиографический список

Книги и энциклопедии

1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Учебник по астрономии. - М.: Дрофа, 2003.
2. Сурдин В.Г. Звёзды. - М.: Физматлит, 2013.
3. Туманности. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. - СПб., 1890—1907.
4. Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Под ред. Р. А. Сюняева. - М.: Советская Энциклопедия, 1986.
5. Шкловский И. С. Звёзды: их рождение, жизнь и смерть. - М.: Наука, 1984
6. Эйчер Д., Мэй Б., Метсавайнио Д. Космические туманности 3D. - М.: Бомбора, 2021

Журналы

7. Понятов А.А Загадочная // Наука и жизнь. - 2019. - № 4. - С. 26—36.

Интернет-сайты

8. <https://alivespace.ru>
9. <https://astrogalaxy.ru>
10. <https://chandra.harvard.edu>
11. <https://www.herschel.caltech.edu>
12. <https://hubblesite.org>
13. <https://planetarium.tomsk.ru>
14. <https://spacegid.com>
15. <https://www.spitzer.caltech.edu>
16. <https://v-kosmose.com>

АВТОРСКОЕ ПРАВО