



**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ЗАВТРА**



VI Всероссийский сетевой конкурс студенческих проектов с участием студентов с инвалидностью

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический  
университет имени Козьмы Минина»  
Физико-технологический факультет**

**Направление «Профессиональное завтра в профессии»**

**Номинация «Профессионально ориентированный проект»**

**«Применение метода разрезов при исследовании астроклимата»**

**Выполнил:**  
Колесова Анастасия Николаевна

**Руководитель:**  
Лапин Николай Иванович  
кандидат физико-математических наук,  
декан физико-технологического факультета

Нижегород, 2023



**Колесова Анастасия Николаевна**

**Дата рождения:** 8.11.2000

**Проживание:** г. Нижний Новгород

**Контактная информация:**

**Телефон:** 89200574110

**Эл. почта:** lukovka81100@gmail.com

**Сведения о базовом профессиональном и дополнительном профессиональном образовании:**

- 2007-2019 год ГАОУ НОС(К) школа-интернат (МКОУ школа-интернат №2);
- 2007-2014 год Музыкальная школа №3, хоровое отделение, специальность: фортепиано;
- 2019-2021 год НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ИРИТ (институт радиоэлектроники и информационных технологий), кафедра прикладной математики и информатики (неоконченное высшее);
- С 2021 года НГПУ им. Козьмы Минина, ФТФ (физико-технологический факультет), педагог с двумя профилями подготовки (математика и физика);
- 2020 год ГАПОУ «Городецкий .губернский колледж», профессиональная подготовка по должности служащего Вожатый;
- 9.11.2020 -19.11.2020 год НГПУ им. Козьмы Минина курсы повышения квалификации по программе дополнительного профессионального образования «Инклюзивное волонтерство в университете».

**Наличие практического опыта профессиональной деятельности:**

- 1.06.2021-16.06.2021 год ДСОККД «Кипячий Ключ», вожатый;
- 17.01.2022 – 7.10.2022 год МБОУ школа №110, старший вожатый, педагогический работник в средней школе;
- 31.05.2022-08.08.2022 год ДСОККД «Кипячий Ключ», методист, вожатый;
- 17.11.2022 -... год ГАОУ НОС(К) школа-интернат (ГКОУ школа-интернат №2), учитель информатики;
- 31.05.2023 – 21.06.2023 год ДСОККД «Кипячий Ключ», методист;
- 21.06.2023 – 10.07.2023 год ДОЛ «Журавли», методист.

**О себе:**

Колесова Анастасия Николаевна, 22 года, студентка Нижегородского педагогического университета. В школе была выбрана президентом совета старшеклассников в период с 2017 по 2019 год. Всегда увлекалась точными науками, поэтому и выбор ВУЗа не стал проблемой. Я поступила в НГТУ им. Р.Е. Алексеева на кафедру прикладной математики и информатики, где успешно проучилась 2 года. Во время обучения в Нижегородском политехе стала активным бойцом студенческих отрядов нижегородской области, что и стало причиной смены места учёбы (выехав на целину в лагерь и снова поработав с детьми, стало понятно, что жизнь хочется связать именно с педагогикой. В 2021 году перешла в НГПУ им. Козьмы Минина. Студенческие отряды не были оставлены. За 4 года в этой организации я являлась организатором мероприятий, как на линейный студенческий отряд (10-45 человек), так и мероприятий областного уровня. Таких как: День РСО 2022, закрытие акции «Снежный десант» 2022, Школа-интенсив союза отрядного творчества 2022 (осень/зима), закрытие целины 2021, открытие целины 2022, закрытие целины 2022. Также неоднократно посещала выезды с волонтерами команды «Тимуровцы XXI века». В 2021 году стала лучшим бойцом по итогам 3 трудового семестра и лучшим бойцом Штаба студенческих отрядов нижегородского политеха. Сейчас я являюсь руководителем пресс-службы Студенческого педагогического отряда «Всплеск». Также мне удастся совмещать учебу в университете,

активную жизнь в студенческих отрядах и работу. На данный момент являюсь учителем информатики в ГАОУ НОС(К) школа-интернат, где успешно преподаю деткам с ограниченными возможностями здоровья (нарушением зрения). Активный, коммуникабельный, трудолюбивый, творческий человек, который всегда готов прийти на помощь.

## Проблема

Доступность астрономии – это возможность активно принимать участие в наблюдениях, построении моделей, выступлении на конференциях с результатами исследований. Для студентов, школьников у которых имеются нозологии, астрономия остается не доступной. В рамках проекта мы предлагаем возможность принять участие в наблюдениях, в обработке данных желающим. Порог входа – нуль!

Школьный предмет астрономия за последние 5 лет претерпел несколько изменений. В 2017 году данный предмет был введен в список обязательных школьных предметов, в 2022 — исключен. Предмет может оказаться в школьной программе, только благодаря региональному компоненту, либо в рамках внеурочной деятельности. Еще один вариант — это организация кружковой деятельности. В настоящее время в городе организованы сообщества на базе Нижегородского планетария им.Г.М.Гречко, ННГУ им.Н.И.Лобачевского, Нижегородский кружок физики и астрономии и НГПУ им.К.Минина. Сотрудники данных организаций осуществляют работу по организации городского НОУ «Эврика», организации муниципального и регионального этапа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

НГПУ им.К.Минина — один из центров астрономии в городе. Прежде всего, это обусловлено инфраструктурой. В университете имеется планетарий, оснащенный цифровым и аналоговым оборудованием и обсерватория, в которой имеется несколько инструментов с диаметром объектива от 10 до 400 мм, позволяющие проводить как визуальные, так и цифровые наблюдения. Данный подход позволяет проводить наблюдения, связанные с учебными и научными задачами.

Одна из проблем, которая существует в Нижнем Новгороде для оптических наблюдений — это малое количество безоблачных ночей, которые были бы пригодны для систематических научных наблюдений. Решение этой проблемы возможно с переходом на более длинные волны. Радиодиапазон

позволяет проводить наблюдения вне зависимости от погоды и, не дожидаясь ночи. Использование радиотелескопов позволяет проводить наблюдения на протяжении всех суток.

В Нижегородской области имеется несколько радиофизических полигонов. Полигоны расположены в Зименках, Пустыне и Васильсурске. Но оказалось, что данные полигоны не доступны и малопригодны для решения образовательных задач студентов-педагогов.

Организация подобных наблюдений — трудоемкий процесс, так как время работы на телескопах расписывается на год вперед. Но студентам НГПУ им К.Минина удалось встроиться в программу наблюдений на РТ-22, расположенном в Пушинской радиофизической обсерватории. Программа реализуется совместно с Лапиновым А.В., доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией миллиметровой радиоастрономии ИПФ РАН.

Первая экспедиция в Пушинскую радиофизическую обсерваторию была осуществлена в 2019 году. Студенты провели наблюдения мазерных источников и Венеры. В 2023 году была разработана целая программа наблюдений. Весной был совершен повторный выезд. Основным объектом наблюдений была Луна.

Особенность наблюдений в радиодиапазоне — сложность в обработке. Так как сигнал в радиодиапазоне слабый, а сама атмосфера вносит свой вклад, который значительно превосходит сигнал, приходящий от космических источников. Поэтому одна из задач, обработка данных, получаемых при наблюдениях.

Обработка данных должна проводиться с учетом поглощения в атмосфере. Это еще одна из задач, которая решается студентами, исследование астроклимата.

### **Постановка цели и задач решения проблемы**

Цель проекта – вовлечение студентов (нет ограничений) в наблюдения, которые проводятся как в оптическом, так и в радиодиапазоне и в обработку

результатов наблюдений. Наблюдения в оптическом диапазоне проводятся в НГПУ им.К.Минина в старейшей обсерватории региона, наблюдения в радиодиапазоне проводятся на РТ-22 в Пушино.

Задачи проекта:

- разработать рабочее место для проведения дистанционных наблюдений;
- подготовить учебно-методическую литературу, содержащую информацию о моделировании, программировании, астрофизики;
- организовать систематический сбор данных в оптическом и радиодиапазонах;
- разработать модель поглощения излучения в атмосфере в зависимости от различных параметров атмосферы;
- провести обработку результатов наблюдений;
- представить результаты в публикациях и конференциях.

### **Описание условий решения проблемы**

Изучение астроклимата для задач оптической и радиоастрономии продиктовано главным образом полным отсутствием в нашей стране конкурентно способных инструментов в области миллиметров и тем более субмм. В настоящее время, несмотря на бурный рост интереса к радиоастрономии за рубежом и строительство уникальных мм и субмм обсерваторий в Западной полушарии, таких как SMA на Гавайях, APEX и ALMA в Чили, LMT в Мексике, Восточное полушарие и особенно Россия сильно отстают от общемировых трендов. Два РТ-22, когда-то бывшие самыми крупными в мире, вступили в строй в Пушино возле Москвы в 1959 г. и в Кацивели в Крыму в 1967 г. На сегодня они остаются нашими единственными научными инструментами такого размера в условно мм диапазоне длин волн и остро стоит вопрос выбора лучших мест для строительства новых инструментов. Кроме этого, мы столкнулись с дополнительной проблемой, увидев, что ни на обоих РТ-22, ни в Эффельсберге при исследованиях

космических мазеров  $\text{H}_2\text{O}$  вблизи узкой теллурической тропосферной линии на 22.235 ГГц практически никто не использует при калибровке сильную зависимость поглощения в атмосфере от частоты. Характерный пример того, как выглядит здесь поглощение можно найти, например, в работе K. Hallgren, P. Hartogh, and C. Jarchow 2013 *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 6, 4677–4703. Т.к. полуширина теллурической линии  $\text{H}_2\text{O}$  на 22.235 ГГц по половинному уровню составляет примерно 3 МГц, а полная амплитуда доплеровских сдвигов за счет вращения Земли относительно Солнца в проекции на источник может достигать от +30 км/с до -30 км/с или 4.4 МГц, то только этот эффект при неудачном стечении обстоятельств может приводить к 60% вариациям оптической толщины относительно максимума. Если учесть, что медианное значение оптической толщины в центре теллурической линии  $\text{H}_2\text{O}$  по выполненному нами анализу за 12 лет даже при отсутствии облаков для Пушино, Эффельсберга и Кацивели составляет в зените 0.255, 0.261 и 0.281, то частотная зависимость пропускания атмосферы может вносить дополнительные ошибки в интенсивности наблюдаемых линий на уровне десятков процентов.

### **Выбор и описание методов и инструментария**

В настоящее время для анализа астроклимата нередко продолжают использоваться методы, получившие свое развитие во второй половине 20-го века. Одним из них является так называемый метод разрезов. Количество публикаций по исследованию астроклимата с использованием данного метода исчисляется многими десятками, если не сотнями. Как правило, данные исследования проводятся вблизи теллурической линии  $\text{H}_2\text{O}$  на 22.235 ГГц, на ALMA для этих целей используется радиометр на линию 183 ГГц, на ряде суб-мм обсерваторий штатные радиометры работают на 225 ГГц. В ИПФ РАН и НИРФИ такие радиометры работают вблизи 90 и 140 ГГц. Существенным достоинством данного метода являются большие ряды данных, из которых можно извлечь как статистику поглощения с безоблачную погоду, так и долю

ясной погоды в сравнении с тем временем, когда небо затянуто облаками. Данная методика является сравнительно дорогостоящей. В то же время, благодаря значительному прогрессу в исследованиях атмосферы со спутников и росту наземных метеостанций, мы сегодня располагаем довольно подробной информацией о распределении с высотой и во времени давления, влажности и температуры, имеющейся в относительно открытом доступе, и фактически можем рассчитывать прозрачность атмосферы в см – субмм диапазоне длин волн точностью, сопоставимой с натурными измерениями. По всей видимости, приоритет подобного рода детальных расчетов принадлежит - Л.Ю.Петрову из NASA (2015arXiv150206678P). Кроме этого, в последнее время появился дополнительный ряд исследований астроклимата на основе реанализа динамически разглаженных согласованных архивных данных ERA-5 (см., например, Шиховцев, Хайкин и др. 2022, Опт. Атм. и Океана, 35, 67).

В работе студенты используют данные, получаемые в ИПФ РАН (измерение яркостной температуры атмосферы в диапазоне 22 - 60 ГГц (А.М. Фейгин, М.Ю. Куликов, М.В. Беликович)). Что позволяет смотреть за динамикой показателей прозрачности атмосферы.

### **Описание алгоритма действий**

1. Сбор результатов наблюдений
  - a. Материалы измерений яркостной температуры атмосферы в диапазоне 22 - 60 ГГц (А.М. Фейгин, М.Ю. Куликов, М.В. Беликович)
  - b. Данные по наблюдениям Луны в радиодиапазоне на РТ-22
  - c. Сбор данных наблюдений Полярной звезды в оптическом диапазоне (осень – зима)
2. Обработка результатов наблюдений, основная задача автора проекта.
3. Подготовка публикаций

### **Обоснование ожидаемых результатов**



На основе имеющихся детальных метеоданных для свыше 40 уже существующих радиоастрономических обсерваторий и мест, потенциально привлекательных для их строительства, будет получена детальная статистика прозрачности атмосферы в диапазоне от 18 до 345 ГГц, определена надежность полученных выводов из сравнения с методом разрезов и прямых измерений прозрачности из радиоастрономических наблюдений. Найдены доверительные интервалы для предсказаний радиопрозрачности атмосферы исходя из наземных метеоданных.

### **Выявление рисков для решения проблемы**

Исследование астроклимата, в настоящее время мы располагаем всем необходимым материалом для анализа поглощения в атмосфере для свыше 40 мест, включающих основные обсерватории мм - субмм диапазона длин волн и перспективные места их строительства, в том числе включая Н.Новгород. Кроме этого, с 2014 г. в ИПФ почти непрерывно проводятся собственные измерения яркостной температуры атмосферы в диапазоне 22 - 60 ГГц (А.М. Фейгин, М.Ю. Куликов, М.В. Беликович), которые можно использовать для сравнения с прямыми расчетами по данным NASA для их верификации и для проверки качества прогнозирования. В сотрудничестве с НИРФИ участниками заявки проводится работа по запуску радиометра на 215 ГГц для исследования астроклимата методом разрезов. Предполагается его использование в Н.Новгороде, Крыму, а в последующем на Восточном Памире.

### **Рекомендации по использованию результатов в профессиональной сфере**

Частотно-зависимая коррекция атмосферного поглощения мазерных линий  $H_2O$  вблизи теллурической линии на 22.235 ГГц при измерениях на РТ-22 АКЦ ФИАН, КраО и в Эффельсберге.