

MUHAMMAD AL-XORAZMIY  
NOMIDAGI TATU FARG'ONA FILIALI  
FERGANA BRANCH OF TUIT  
NAMED AFTER MUHAMMAD AL-KHORAZMI

# “AL-FARG'ONIY AVLODLARI”

ELEKTRON ILMIY JURNALI | ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

## TA'LIMDAGI ILMIY, OMMABOP VA ILMIY TADQIQOT ISHLARI



2-SON 1(2)  
2023-YIL

TATU, FARG'ONA  
O'ZBEKISTON



## O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI  
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI  
FARG'ONA FILIALI

**Muassis:** Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali.

**Chop etish tili:** O'zbek, ingliz, rus. Jurnal texnika fanlariga ixtisoslashgan bo'lib, barcha shu sohadagi matematika, fizika, axborot texnologiyalari yo'nalishida maqolalar chop etib boradi.

**Учредитель:** Ферганский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразми.

**Язык издания:** узбекский, английский, русский.

Журнал специализируется на технических науках и публикует статьи в области математики, физики и информационных технологий.

**Founder:** Fergana branch of the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khorazmi.

**Language of publication:** Uzbek, English, Russian.

The magazine specializes in technical sciences and publishes articles in the field of mathematics, physics, and information technology.

2023 yil, Tom 1, №2  
Vol.1, Iss.2, 2023 y

ELEKTRON ILMIY JURNALI

ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL

«Al-Farg'oniylar avlodlari» («The descendants of al-Fargani», «Potomki al-Fargani») O'zbekiston Respublikasi Prezidenti administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligida 2022-yil 21 dekabrda 054493-son bilan ro'yxatdan o'tgan.

Tahririyat manzili:

151100, Farg'ona sh., Aeroport ko'chasi 17-uy, 201A-xona

Tel: (+99899) 998-01-42

e-mail: info@al-fargoniy.uz

Qo'lyozmalar taqrizlanmaydi va qaytarilmaydi.

FARG'ONA - 2023 YIL



## TAHRIR HAY'ATI

### **Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti rektori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

### **Muxtarov Farrux Muhammadovich,**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali direktori, texnika fanlari doktori

### **Arjannikov Andrey Vasilevich,**

Rossiya Federatsiyasi Sibir davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori

### **Satibayev Abdugani Djunosovich,**

Qirg'iziston Respublikasi, Osh texnologiyalari universiteti, fizika-matematika fanlari doktori, professor

### **Rasulov Akbarali Maxamatovich,**

Axborot texnologiyalari kafedrasida professori, fizika-matematika fanlari doktori

### **Yakubov Maksadxon Sultaniyazovich,**

TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d., professor, xalqaro axborotlashtirish fanlari Akademiyasi akademigi

### **Bo'taboyev Muhammadjon To'ychiyevich,**

Farg'ona politexnika instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

### **Abdullayev Abdujabbor,**

Andijon mashinosozlik instituti, Iqtisod fanlari doktori, professor

### **Qo'ldashev Abbasjon Hakimovich,**

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, texnika fanlari doktori, professor

### **Ergashev Sirojiddin Fayazovich,**

Farg'ona politexnika instituti, elektronika va asbobsozlik kafedrasida professori, texnika fanlari doktori, professor

### **Qoraboyev Muhammadjon Qoraboievich,**

Toshkent tibbiyot akademiyasi Farg'ona filiali fizika matematika fanlari doktori, professor, BMT ning maslahatchisi maqomidagi xalqaro axborotlashtirish akademiyasi akademigi

### **Naymanboyev Raxmonali,**

TATU FF Telekommunikatsiya kafedrasida faxriy dotsenti

### **Polvonov Baxtiyor Zaylobiddinovich,**

TATU FF Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha direktor o'rinbosari

### **Zulunov Ravshanbek Mamatovich,**

TATU FF «Dasturiy injiniringi» kafedrasida dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

### **Saliyev Nabijon,**

O'zbekiston jismoniy tarbiya va sport universiteti Farg'ona filiali dotsenti

### **G'ulomov Sherzod Rajaboyevich,**

TATU Kiberxavfsizlik fakulteti dekani, Ph.D., dotsent

### **G'aniyev Abduxalil Abdujalioviich,**

TATU Kiberxavfsizlik fakulteti, Axborot xavfsizligi kafedrasida t.f.n., dotsent

### **Zaynidinov Hakimjon Nasritdinovich,**

TATU Kompyuter injiniringi fakulteti, Sun'iy intellekt kafedrasida texnika fanlari doktori, professor

### **Abdullaev Temurbek Marufovich,**

Kafedra mudiri, texnika fanlar bo'yicha falsafa doktori

### **Bilolov Inomjon O'ktamovich,**

Kafedra mudiri, pedagogika fanlar nomzodi

### **Daliev Baxtiyor Sirojiddinovich,**

Fakultet dekani, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

### **Zokirov Sanjar Ikromjon o'g'li,**

Kafedra mudiri, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori

### **Ibroximov Nodirbek Ikromjonovich,**

Dasturiy injiniring va raqamli iqtisodiyot fakulteti dekani, fizika-matematika fanlari bo'yicha PhD

### **Kochkorova Gulnora Dexkanbaevna,**

Kafedra mudiri, falsafa fanlari nomzodi

### **Kadirov Abdumalik Matkarimovich,**

Yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari, falsafa fanlar bo'yicha falsafa doktori

### **Nurdinova Raziya Abdixalikovna,**

Ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

### **Otakulov Oybek Hamdamovich,**

Kompyuter injiniringi fakulteti dekani, texnika fanlar nomzodi, dotsent

### **Obidova Gulmira Kuziboevna,**

Kafedra mudiri, falsafa fanlari doktori

### **Rayimjonova Odinaxon Sodiqovna,**

Kafedra mudiri, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

### **Sabirov Salim Satiyevich,**

Kafedra mudiri, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

### **Teshaboev Muhiddin Ma'rufovich,**

Ta'lim sifatini nazorat qilish bo'limi boshlig'i, falsafa fanlari bo'yicha falsafa doktori

### **To'xtasinov Dadaxon Farxodovich,**

Kafedra mudiri, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

## Jurnal quyidagi bazalarda indekslanadi:



**MUNDARIJA | ОГЛАВЛЕНИЕ | TABLE OF CONTENTS**

Farrux Muxtarov, MAXSUS AXBOROT ALMASHUV KANALLARIGA BO'LADIGAN XAVF-XATARLARNI ANIQLASH, BAHOLASH VA BOSHQARISH HAMDA ULARNI BARTARAF ETISH USULLARINI ISHLAB CHIQUISH	5-8
Muhammadmullo Asrayev, 0-TARTIBLI BIR JINSLI FUNKSIONALLAR KO'RINISHIDAGI SODDA MEZONLAR UCHUN 1 INFORMATIV BELGILAR MAJMUASINI ANIQLASH USULLARI	9-12
Musoxon Dadaxonov, Muhammadmullo Asrayev, BERILGAN TASVIR SIFATINI BAHOLASH	13-16
Узоков Бархаёт Мухаммадиевич, АДАПТАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	17-22
Mirzakarimov Baxtiyor Abdusalomovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, THE CHALLENGES OF TEACHING JAVA PROGRAMMING LANGUAGE IN EDUCATIONAL SYSTEMS	23-26
Якубов М.С., Хошимов Б.М., АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ	27-32
Mirzakarimov Baxtiyor Abdusalomovich, Hayitov Azizjon Mo'minjon o'g'li, THE USE OF BIOMETRIC AUTHENTICATION TECHNIQUES FOR SAFEGUARDING DATA IN COMPUTER SYSTEMS AGAINST UNAUTHORIZED ACCESS OR BREACHES	33-36
Zulunov Ravshan Mamatovich, Kayumov Ahror Muminjonovich, THE LIMITATIONS OF TEACHING JAVA PROGRAMMING LANGUAGE IN EDUCATIONAL SYSTEMS	37-40
D.X.Tojimatov, KIBER TAHDIDLARNI BASHORAT QILISH VA XAVF-XATARLARDAN NIHOYALANISHDA SUN'IY INTELEKT IMKONIYATLARIDAN FOYDALANISH	41-44
Хаджаев С.И., АСИНХРОННАЯ БИБЛИОТЕКА PYTHON ASYNCIO: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ	45-48
Kayumov Ahror Muminjonovich, CREATING AN EXPERT SYSTEM-BASED PROGRAM TO EVALUATE TEXTILE MACHINE EFFECTIVENESS	49-52
Zulunov Ravshanbek Mamatovich, Mahmudova Muqaddasxon Abdubannob qizi, TIBBIYOT MUASSASALARIDA ELEKTRON NAVBAT TIZIMI	53-57
Зулунов Равшанбек Маматович, Гуламова Диёра Ифтихар қизи, РЕЧЕВОЙ СИГНАЛ И ЕГО НОРМАЛИЗАЦИЯ	58-60
Солиев Бахромжон Набижонович, ГЕНЕРАЦИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ API В DJANGO REST FRAMEWORK С ПРИМЕНЕНИЕМ DRF SPECTACULAR	61-66
Эрматова Зарина Кахрамоновна, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОБРАБОТКЕ ОШИБОК: СРАВНЕНИЕ EXCEPTIONS И STD::EXPECTED В C++	67-73
Зулунов Равшанбек Маматович, Бахрамов Ихтиёржон Бахтиёржон угли, РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ МАССОВОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЁЗД	74-80

## РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ МАССОВОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЁЗД

**Зулунов Равшанбек Маматович,**  
кандидат физико-математических наук,  
доцент факультета программной инженерии и  
цифровой экономики Ферганского  
филиала ТУИТ им. Мухаммеда аль-Хорезми

**Бахрамов Ихтиёржон Бахтиёржон угли,**  
Студент Ферганского филиала ТУИТ им. Мухаммеда аль-Хорезми

**Аннотация:** Разработано прикладное программное обеспечение для обработки наблюдательных данных и выявления переменных звёзд, путём построения кривой блеска и периодограммы Ломба-Скаргла, с параллельной сверкой с астрономическими базами данных, таких как VizieR и VSX. Данные наблюдений переводятся в стандартный формат организации AAVSO для последующей проверки экспертами.

**Ключевые слова:** прикладное ПО, Python, PyQt5, переменные звёзды, кривая блеска, периодограмма Ломб-Скаргла, Американская ассоциация наблюдателей переменных звёзд

**Введение.** Современная астрономия в том числе, и астроинформатика, переживает ряд изменений, вызванный скачком информационных технологий и разработкой более качественных инструментов и методов исследования. В тоже время, потребность в качественных, проверенных данных резко возросла. Множество выдвинутых научных теорий в данный момент требуют верификаций реальными данными.

Изучение переменности блеска астрономических объектов является одним из самых простых и доступных методов исследований, которое открывает большой спектр возможностей для изучения таких параметров звёзд как: масса, радиус, наклон орбиты, яркость, температура, структура строения звезды и даже наличие планеты. Эти свойства, в свою очередь, являются базисом для теоретической астрофизики и далее их можно экстраполировать на большие масштабы, такие как звёздные скопления и галактики.

В данный момент автоматизация наблюдений и обработки данных реализовано частично и имеет ряд проблем [1]:

- В следствии того, что во временных сериях имеются разрывы, шумы и даже значения измерений, полученных в один выбранный период,

могут отличаться, одновременный массовый анализ может быть ошибочным [8];

- Набор обучающих данных требует конкретной базовой истины [4];

- Использование ИИ может привести к нестыковкам в анализе данных, полученных в большой временной промежуток, в следствии накопления систематических ошибок [9-10];

- Нет экономических и практических ресурсов для наблюдения за каждой переменной.

*Массовость детектирования* можно обеспечить увеличением числа дискретных наблюдателей. Вовлечение большого числа астрономов-любителей ускорит темпы получения и обработки данных, увеличит временной и географический диапазон наблюдений. Для автоматизации этого процесса и разработано данное программное обеспечение. Она подойдёт для астрономов-любителей и для тех, кому интересна эта тема в целом, и для тех, кто хочет внести реальный вклад в науку. Программа написана на языке программирования Python с использованием библиотек numpy, pandas, matplotlib, astropy, astroquery и PyQt5. С помощью этой программы и с несложной подготовки каждый астроном-любитель способен обрабатывать и

анализировать большой объем полученных наблюдательных данных.

Чтобы пользователь программы находился в курсе последних обновлений, а также мог выбирать для себя перспективные цели, даётся доступ к самому большому каталогу переменных звёзд VSX с возможностью поиска объекта по координатам или названию. Для доступа к уже полученным другими миссиями данными можно воспользоваться запросами к базе данных Vizier.

Одной из главных организаций по изучению переменных звёзд является American Association of Variable Star Observers — "Американская ассоциация наблюдателей переменных звёзд". Она активно сотрудничает с астрономами-любителями по всему миру и не редко важные открытия делают именно любители. Формат данных в представленном ПО коррелирует с требованиями ассоциации, а последовательность наблюдательных данных взята из их руководства по обработке.

### Литературный обзор и методология.

Переменная звезда — это звезда, которая меняет свой блеск (звёздную величину) в течение времени (рис.1). Яркость звезды может меняться от нескольких десятков до тысячи раз, в периодах от секунды до несколько лет, в зависимости от типа переменной. Наша Солнце тоже является переменной и его выброс энергии варьируется в пределах  $\pm 0.1\%$  с циклом в 11 лет [2]. Различные астрофизические явления проявляются как оптическая переменность. Неполный список факторов, вызывающих переменность блеска звезды, включает в себя выбросы материи, взрывы, гравитационное микролинзирование, магнитную активность, пульсации и затмения [4].

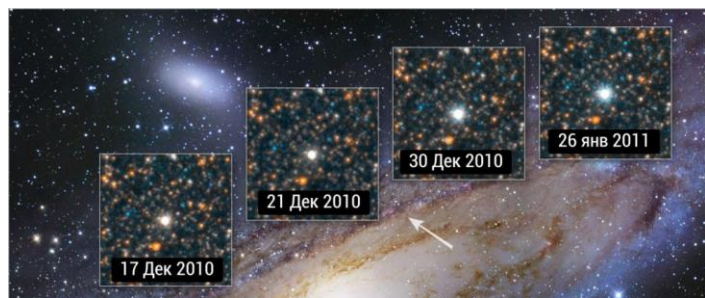


Рис.1. Изменение блеска цефеиды V1 в галактике M31, миссия Хаббл.

В основном, яркость переменных звёзд изучают с помощью фотометрии [6],

спектрофотометрии и спектроскопии. Изменение яркости звезды можно изобразить в графическом виде, как *кривую блеска* (рис.2). Такая кривая даёт визуальное представление об особенностях переменности блеска.

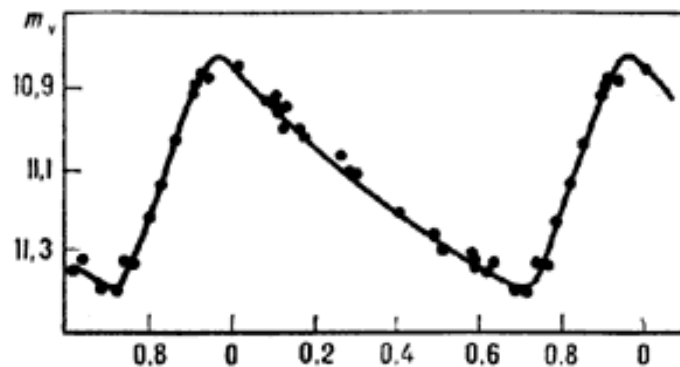


Рис.2. Пример построения кривой блеска. Время наблюдения (в юлианской днях) и звёздная величина на осях  $x$  и  $y$  соответственно.

Для регулярных переменных период изменения и его амплитуда могут быть очень хорошо установлены; однако для многих переменных звёзд эти величины могут медленно меняться со временем или даже от одного периода к другому. Пиковые значения яркости на кривой блеска обозначаются как максимумы или как минимумы.

Кроме построения кривой блеска, необходима периодограмма Ломба – Скаргла — это метод, который позволяет эффективно вычислять Фурье-подобную оценку спектра мощности на основе таких данных с неравномерной выборкой, что даёт интуитивно понятное средство определения периода колебаний.

Существует много методов определения яркости. При оптических наблюдениях AAVSO рекомендует использовать глазомерную относительную оценку, так как она более доступна. На сегодняшний день существует три основных метода глазомерной оценки блеска переменных звёзд: метод Аргеландера (степенной метод), метод Пикеринга (интерполяционный), метод Нейланда-Блажко (интерполяционно-степенной)[5-7]. В представленном ПО мы использовали первый метод из-за требований формата отправки. Этот метод был предложен в середине XIX столетия одним из первых исследователей переменных звёзд Ф.Аргеландером.



Метод Аргеландера используется для расчёта визуальной яркости переменных звёзд. С помощью этого метода наблюдатель может оценить изменение яркости между переменной звездой и другой звездой, которая служит в качестве сравнения.

В этом методе яркость переменной звезды сравнивается с выбранной звездой постоянного блеска и вычисляется значения шага, которое отражает лёгкость, с которой яркость переменной звезды можно отличить от яркости звезды-сравнения.

При наличии переменной звезды  $V$  и двух звёзд сравнения -  $A$  и  $B$  с известными величинами, мы можем использовать метод Аргеландера для оценки блеска  $V$ . Предположим, что мы оценили блеск  $V$  как  $A(3)V$  и  $V(1)B$ . Это означает, что  $V$  на 3 шага темнее  $A$  и на 1 шаг темнее  $B$ . Используя эти оценки и известные величины  $A$  и  $B$ , мы можем вычислить величину  $V$ .

Чтобы вычислить величину  $V$ , нам необходимо знать значение шага. Значение шага индивидуально для каждого наблюдателя и может быть определено путём сравнения известных звёзд с похожей яркостью. Предположим, что значение шага равно  $0.1m$ .

Тогда мы можем вычислить величину  $V$  как среднее арифметическое между  $A+30.1m$  и  $B+10.1m$ . Например, если величина  $A$  равна  $5m$ , а величина  $B$  равна  $6m$ , то величина  $V$  будет равна  $(5+30.1 + 6+10.1)/2 = 5.55m$ .

Учитывая вышесказанное, алгоритм эксплуатации ПО будет таковым:

1. Определяется астрономический объект, для которого необходимо проверить периодичность. Для этого можно воспользоваться поиском или же выбрать один из гражданских проектов организации AAVSO.

2. С помощью карты ночного неба находится нужный объект и звёзды сравнения.

3. В главную таблицу вводятся название звезды, его координаты, дата (в JD), звёздные величины звёзд сравнения, а величина наблюдаемого объекта вычисляется автоматически.

4. Наблюдения проводятся с определенной периодичностью, продолжительное время.

5. На базе собранных данных строятся кривая блеска, периодограмма мощности и фазовая диаграмма.

6. Методом сравнительного анализа выявляется кандидатура в переменность. Для этого можно использовать проверочные данные, которые доступны через поиск.

7. Данные наблюдений экспортируются в нужный формат и отправляется на проверку. В случае удачи, открывается новая переменная звезда и вводится в всемирную базу VSX.

Тут необходима ремарка: наблюдения в первую очередь проводятся на тестовых звёздах таких как Альфа Ориона, R Лиры, Эпсилон Водолея или на любой другой уже известной переменной. Дополнительная информация, инструкции к наблюдению, карты и множество программ предоставлены на официальном сайте организации. Но эти программы узконаправлены и решают конкретные задачи. Но скомпилированных из разных астрономических инструментов, как данное ПО, встречаются редко.

**Результаты.** В процессе разработки был создан Python GUI интерфейс (рис.3) на базе PyQt5 с реализацией вычислительной части с использованием библиотек numpy, pandas, astropy, astroquery и matplotlib. Использовались лучшие современные практики и методы разработки. Было проведено модульное и системное тестирование, которое показала работоспособность программы.

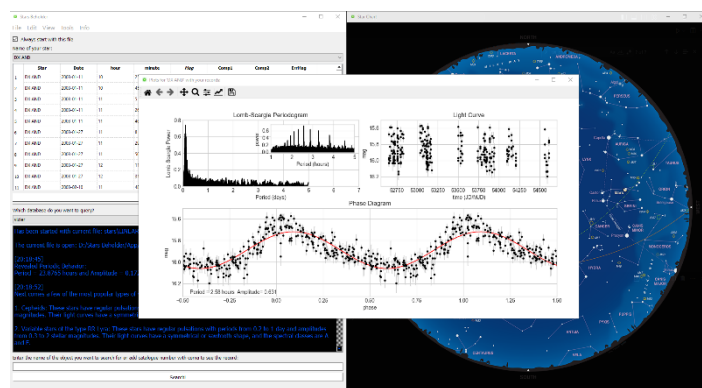


Рис.3. Графический пользовательский интерфейс программы для исследования переменных звёзд.

Пользовательский интерфейс состоит из двух главных окон: главная левая часть с таблицей, поиском, логом и меню, и правая часть — навигационная карта неба северного полушария с функцией ротации. Пункты меню включает в себя: открытие файла, сохранение и создания нового

файла, всего комплекса действий редактирования, пункта вид и астрономические инструменты, такие как оффлайн каталог ОКПЗ-5 с поиском, каталог VSX, вызов диаграммы Герцшпрунга-Рассела для переменных звёзд, калькулятор интенсивности света с графиком и вывода характеристик некоторых переменных звёзд. А пункт информации направит на нужные ссылки.

В таблицу (рис.4) можно вводит результаты наблюдений вручную или импортировать через файл. Чтобы переключаться между звёздами и не вводить для каждой ячейки отдельно названия, реализован выпадающий список. Необходимо вводить название звезды, дату, час и минуту замера, результирующий видимый блеск и ошибки величины. А блеск звёзд сравнения являются необязательными, так как не влияет на кривую блеска, но нужны для расчётов пользователя.

Star	Date	hour	minute	Mag	Comp1	Comp2	ErrFlag
DIX AND	2003-01-11	10	25	15.969	0.0	0.0	0.035
DIX AND	2003-01-11	10	45	16.036	0.0	0.0	0.039
DIX AND	2003-01-11	11	5	15.99	0.0	0.0	0.035
DIX AND	2003-01-11	11	26	16.027	0.0	0.0	0.035
DIX AND	2003-01-11	11	46	15.675	0.0	0.0	0.03
DIX AND	2003-01-27	11	8	15.945	0.0	0.0	0.037
DIX AND	2003-01-27	11	29	15.97	0.0	0.0	0.035
DIX AND	2003-01-27	11	50	16.001	0.0	0.0	0.035
DIX AND	2003-01-27	12	11	15.829	0.0	0.0	0.031
DIX AND	2003-01-27	12	31	15.586	0.0	0.0	0.026
DIX AND	2003-02-10	11	48	15.586	0.0	0.0	0.028

Рис.4. Вид главной таблицы ввода значений.

В исследованиях важна перекрёстная корреляция со старыми данными. Поэтому, чтобы быстро иметь к ним доступ, добавлен поиск к астрономическим базам данных. Поиск осуществляется по названию объекта или по названию и номеру каталога, в котором он состоит. При запросе возвращается TableList с DataFrame объектами, который выводится как окно с таблицей этих данных.

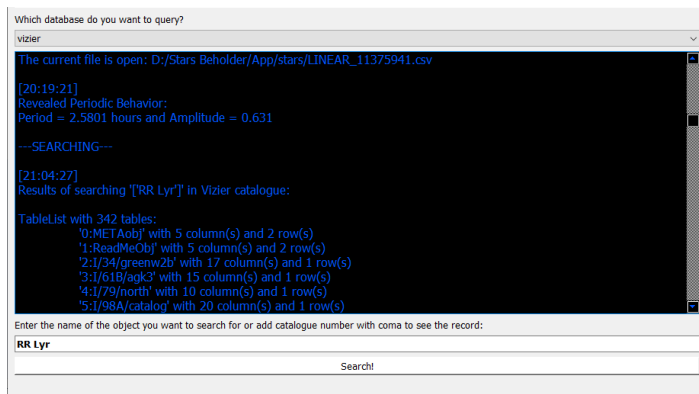


Рис.5. Результат запроса к VizieR в логге приложения.

Например, при выборе 20 ой записи для звезды RR Лиры в котором есть 8 столбцов и 50 строк данных выведется окно ниже (рис.6).

	USNO-A2.0	RAJ2000	DEJ2000	ACTflag	Mflag	Bmag	Rmag	Epoch
1	1275-11354214	291.326742	42.791153			17.6	17.0	1951.52
2	1275-11355152	291.333084	42.783459			19.9	18.4	1951.52
3	1275-11355390	291.334603	42.806131			19.0	18.2	1951.52
4	1275-11355488	291.33527	42.772014			18.4	16.6	1951.52
5	1275-11355847	291.33775	42.766359			19.4	18.8	1951.52
6	1275-11355881	291.338064	42.777025			18.7	18.4	1951.52
7	1275-11356136	291.339853	42.764403			19.7	19.3	1951.52
8	1275-11356195	291.340264	42.7958			17.1	16.6	1951.52
9	1275-11356283	291.340787	42.76977			19.0	18.5	1951.52
10	1275-11356342	291.341262	42.803498			19.3	19.1	1951.52

Рис.6. Окно с данными, полученные при запросе.

При условии ввода валидных данных приложение сначала проверяет наличие ошибок величины в данных и включает их в расчёт периодограммы, если они есть. Для фильтрации аномальных значений вычисляются границы нормалей данных о величине переменной звезды с использованием межквартильного размаха с коэффициентом масштабирования равной 1.5. А Фактор Найквиста и минимальное значение частоты установлены как 500 и 0.2. Затем вычисляется лучший период и фаза данных с использованием рассчитанных значений мощности и частоты. Это позволяет определить наиболее вероятный период изменения величины переменной звезды.

Кроме того, приложение генерирует три графика (рис.7): график периодограммы Ломба-Скаргла, график кривой блеска и фазовую диаграмму. График периодограммы показывает мощность периодограммы как функцию периода. Это позволяет визуально определить наличие периодических сигналов в данных. График кривой



блеска показывает изменение величины переменной звезды со временем. Фазовая диаграмма показывает изменение величины звезды как функцию фазы. Это позволяет визуализировать периодические изменения величины звезды.

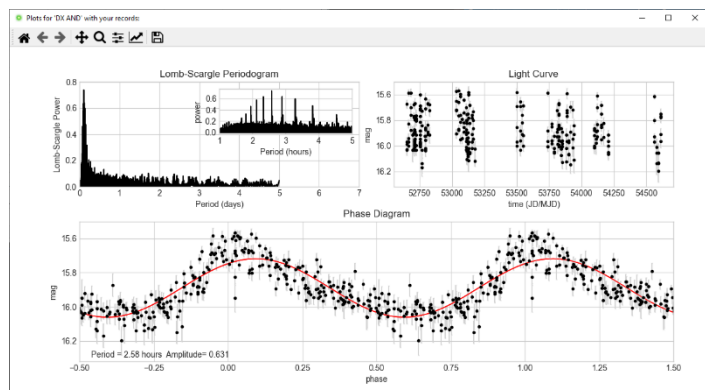


Рис.7. Окно вывода графиков с тестовыми данными из документации модуля LombScargle библиотеки astropy.

При детектировании переменности блеска у звезды, приложение покажет соответствующее сообщение в логе (рис.8). А остальные характеристики звезды можно интерпретировать по графику.

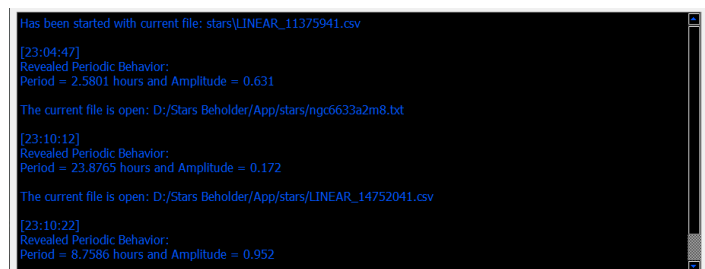


Рис.8. Информирование пользователя о выявлении переменности исследуемого объекта.

Далее, зная форму кривой блеска, период, амплитуду и спектральный класс звезды можно установить тип переменной звезды. Описание характеристик типов доступен как инструмент. Для определения спектра используется спектрометр. Если для спектрометра нет необходимого ПО можно вызвать калькулятор интенсивности волны (рис.9) и диаграмму Герцшпрунга-Рассела (рис.10) из соответствующих пунктов меню.

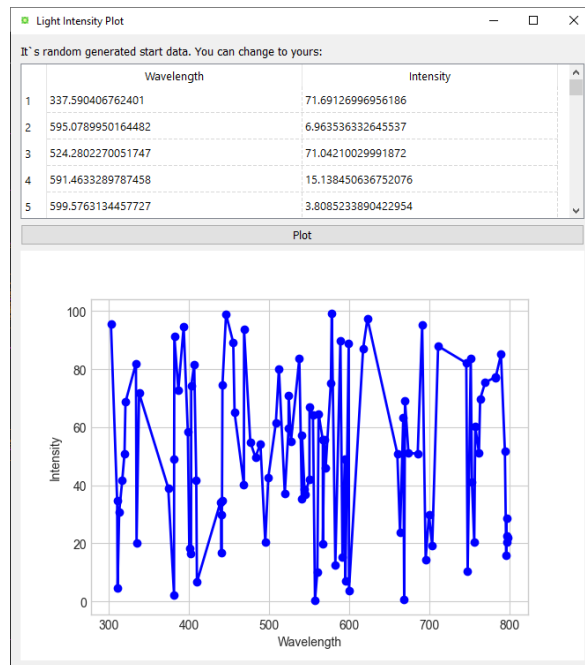


Рис.9. Окно визуализации интенсивности волны.

Получив окончательные результаты наблюдения необходимо сверить их с уже установленными. Для этого можно вызвать страницу поиска VSX или открыть встроенный каталог ОКПЗ-5 (GCVS-5) (рис.11). Эти ресурсы содержат информацию об известных переменных звёздах и их характеристиках. Сравнивая свои результаты с данными из этих каталогов, можно проверить точность своих измерений и убедиться в том, что полученные результаты соответствуют ожидаемым.

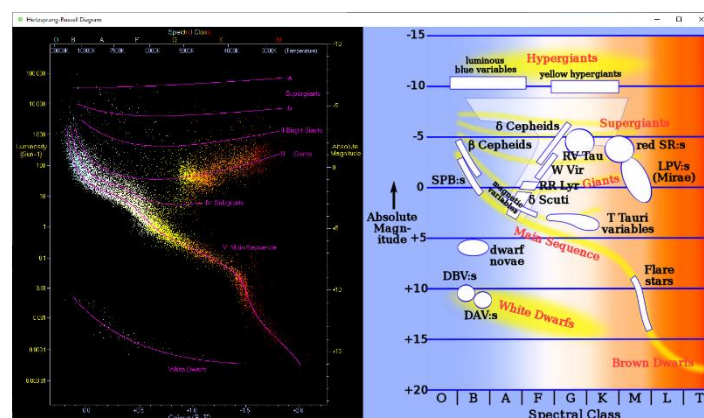
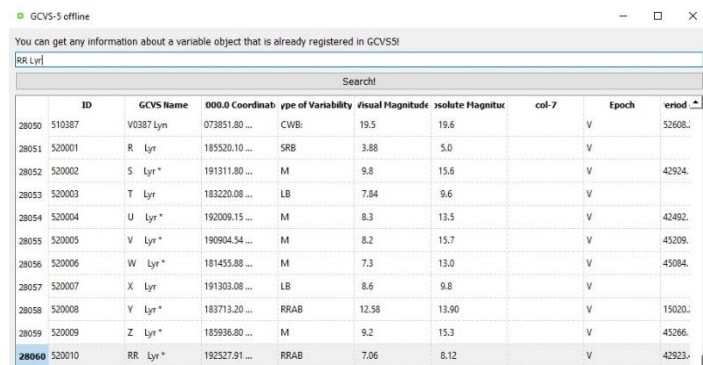


Рис.10. Окно с двумя видами диаграммы Герцшпрунга-Рассела (классическая и для переменных звёзд).

Важно отметить, что сверка результатов является важным этапом в научных исследованиях.

Она позволяет убедиться в точности полученных данных и обеспечить их соответствие установленным фактам. Таким образом, сверка результатов помогает повысить достоверность исследования и улучшить его качество.



The screenshot shows a window titled "GCVS-5 offline" with a search bar and a table of variable stars. The table has columns for ID, GCVS Name, 000.0 Coordinat, type of Variability, Visual Magnitude, Absolute Magnitude, col-7, Epoch, and period. The table contains 11 rows of data.

ID	GCVS Name	000.0 Coordinat	type of Variability	Visual Magnitude	Absolute Magnitude	col-7	Epoch	period
28050	510387	V0387 Lyn	073851.80 ...	CWB:	19.5	19.6	V	52608.
28051	520001	R Lyr	185520.10 ...	SRB	3.88	5.0	V	
28052	520002	S Lyr*	191311.80 ...	M	9.8	15.6	V	42924.
28053	520003	T Lyr	183220.08 ...	LB	7.84	9.6	V	
28054	520004	U Lyr*	192009.15 ...	M	8.3	13.5	V	42492.
28055	520005	V Lyr*	190904.94 ...	M	8.2	15.7	V	45209.
28056	520006	W Lyr*	181455.88 ...	M	7.3	13.0	V	45084.
28057	520007	X Lyr	191303.08 ...	LB	8.6	9.8	V	
28058	520008	Y Lyr*	183713.20 ...	RRAB	12.58	13.90	V	15020.
28059	520009	Z Lyr*	185936.80 ...	M	9.2	15.3	V	45266.
28060	520010	RR Lyr*	192527.91 ...	RRAB	7.06	8.12	V	42923.

Рис.11. Встроенный Общий Каталог Переменных Звезды версии 5. При желании можно поменять исходный файл на новый.

Когда пользователь наберёт достаточное количество данных, хотя бы на месяц или год, у него появляется возможность отправить их для добавления в базу VSX. Для этого он должен зарегистрироваться на официальном сайте [3] и получить код наблюдателя (obscode). Форму отправки своих данных можно легко заполнить с помощью представленного приложения.

Отправка своих данных в базу VSX позволяет пользователю внести свой вклад в исследование переменных звёзд. Данные, отправленные пользователем, будут доступны другим исследователям для анализа и использования в научных работах. Это помогает расширить наше знание о переменных звёздах и улучшить качество исследований.

Кроме того, отправка данных в базу VSX даёт пользователю возможность получить обратную связь от других исследователей. Это может помочь улучшить качество данных и повысить точность наблюдений.

**Заключение.** В рамках данного исследования было разработано прикладное программное обеспечение для обработки наблюдательных данных и выявления переменных звёзд. Программа позволяет строить кривую блеска, фазовую диаграмму и периодограмму Ломба-Скаргла для анализа данных. Пользователь может выполнять параллельную проверку с астрономическими базами данных и коррелировать свои

исследования. Полученные данные наблюдений можно отправить для добавления в базу VSX.

Разработанное программное обеспечение представляет собой простой и удобный инструмент для исследования переменных звёзд. Оно позволяет автоматизировать процесс анализа данных и обеспечивает высокую точность и достоверность результатов. Использование программы может значительно ускорить процесс исследования переменных звёзд и повысить его качество.

В дальнейшем планируется расширение функциональности программы и добавление новых возможностей для анализа данных. Это позволит ещё более эффективно использовать программу для исследования переменных звёзд и получения новых научных результатов.

## Литература

1. Matthew Graham, Andrew Drake, S. G. Djorgovski, Ashish Mahabal and Ciro Donalek "Challenges in the automated classification of variable stars in large databases" The European Physical Journal Conferences Volume 152, 03001, p-10 (2017).
2. Ahmed Essam "CCD Photometry of Variable Star, Current Challenges and Open Problems", National Research Institute of Astronomy and Geophysics (2018).
3. Официальный сайт организации AAVSO: <https://www.aavso.org/visionmission>.
4. Pashchenko I.N., Sokolovsky K.V., Gavras P. "Machine learning search for variable stars", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 475, Issue 2, April 2018, Pages 2326–2343.
5. Цесевич В.П «Нестационарные звезды и методы их исследования: методы исследования переменных звёзд» Глава 2, стр.49 (1971).
6. Tsvetkov, D. Y.; Muminov, M.; Burkhanov, O.; Kahharov, B. Photometric Observations of Supernova 2002hh, Peremennye Zvezdy, vol.27, no. 5. (2007).
7. Kahharov, B.; Ibrahimov, M.; Sharapov, D.; Pozanenko, A.; Rummyantsev, V.; Beskin, G. "GRB050416: Maidanak optical observations." GRB Coordinates Network, Circular Service, No. 3274, #1 (2005).

8. Joseph W. Richards<sup>1,2</sup>, Dan L. Starr<sup>1</sup>, Nathaniel R. Butler<sup>1</sup>, Joshua S. Bloom<sup>1</sup>, John M. Brewer<sup>3</sup>, Arien Crellin-Quick<sup>1</sup>, Justin Higgins<sup>1</sup>, Rachel Kennedy<sup>1</sup>, and Maxime Rischard<sup>1</sup> "ON MACHINE-LEARNED CLASSIFICATION OF VARIABLE STARS WITH SPARSE AND NOISY TIME-SERIES DATA" The Astrophysical Journal, Volume 733, Number 1, Published 2011 April 27.

9. R. Zulunov. Use of artificial intelligence technologies in the educational process. Web of Scientist: International Scientific Research Journal (WoS), Volume 3, Issue 10, p. 764-770 (2022)

10. P. Зулунов. Что такое искусственный интеллект и как он работает. Ta'lim\_fidoylari, 2022 noyabr 1 qism, 149-153 b.