

Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі
«Нұн Жұбаев атындағы жалпы білім беретін мектеп» КММ

ҒЫЛЫМИ ЖОБА

**«ҒЫЛЫМ ӘЛЕМІН АШАМЫЗ» атты ғарыштық зерттеулер бойынша
халықаралық ғылыми конкурсы**

Астрономиялық каталог

Бағыты: «Ғылыми-техникалық прогресс экономикалық өсудің негізгі буыны ретінде»

Секция: AEROO Space AI Competition

Команда атауы: Samgau Stars

Жоба авторлары:

Ершебеева Үміт – 11 сынып оқушысы

Рұстемқызы Лағыл – 10 сынып оқушысы

Тұрсынбай Ақнұр – 9 сынып оқушысы

Ғылыми жетекшілері:

Көбебенова Дариға – физика пәні мұғалімі, педагог-модератор

Мәлікқызы Айғаным – математика пәні мұғалімі, педагог-модератор

Орынбасар Нұртаза – математика пәні мұғалімі, педагог-модератор

Манғыстау облысы, Манғыстау ауданы, Шетпе кенті

2026 ж

Мазмұны

I. Кіріспе

II. Негізгі бөлім

2.1 Астрономиялық каталогтардың тарихы

2.2 Астрономиялық каталогтардың түрлері және олардың сипаттамасы

2.3 Астрономиялық каталогтарда қолданылатын координаталық жүйелер

2.4 Қазіргі заманғы астрономиялық каталогтар: GAIA, SDSS, 2MASS, т.б.

2.5 Астрономиялық каталогтарды пайдалану: бақылау, навигация және зерттеулер

Зерттеу бөлімі

III. Зерттеу бөлімі

3.1 Астрономиялық каталогтардағы мәліметтерді талдау және өндіреу әдістері

3.2 Астрономиялық каталогтардағы мәліметтерді қолданудың практикалық және ғылыми маңызы

3.3 Астрономиялық каталог жасау үшін Бизнес-жоспар ұсыну

Қосымша

Корытынды

Әдебиеттер тізімі

Эссе

Астрономиялық каталог: Ғылымның жаңа көкжиегі

Менің зерттеу жұмысы астрономиялық каталогтардың тарихын, құрылымын және заманауи қолдану аясын терең талдауға бағытталған. Астрономиялық каталогтар аспан денелері мен астрономиялық нысандар туралы жүйеленген ақпаратты жинақтайтын дерекқорлар болып табылады. Зерттеудің өзектілігі бүгінгі таңда астрономия ғылымының жаңа және дәл деректерге деген сұранысының артуында жатыр.

Менің зерттеуімнің мақсаты — астрономиялық каталогтардың құрылымын, мазмұнын және түрлерін зерттеу арқылы олардың ғылыми зерттеулердегі маңыздылығын анықтау. Бұл жұмыс барысында мен астрономиялық каталогтардың әртүрлі типтерін, мысалы, GAIA, SDSS, 2MASS сияқты заманауи каталогтарды талдадым. Зерттеу нәтижесінде каталогтардың дәлдігі мен сапасын арттыру, жаңа астрономиялық құбылыстарды ашуға мүмкіндік беретін шешімдерді ұсындым.

Зерттеу барысында жаңа технологиялар мен мәліметтерді өңдеу әдістерінің енгізілуі астрономиялық зерттеулердің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретінін дәлелдедім. Осылайша, менің жұмысым астрономиялық деректердің сапасын жақсартуға және ғылыми жаңалықтарды ашуға ықпал етеді.

Менің зерттеуімнің практикалық маңыздылығы астрономиялық каталогтарды құру және жетілдіру бойынша ұсыныстарды қамтиды. Бұл ұсыныстар жаңа телескоптар мен бақылау технологияларын енгізу, мәліметтерді өңдеудің заманауи әдістерін қолдану арқылы деректердің дәлдігі мен қолжетімділігін арттыруға бағытталған.

Астрономиялық каталогтардың дамуы мен болашағы туралы түсінік беретін бұл жұмыс, қазіргі заманның өзекті проблемаларын шешуге ықпал ететін ғылыми зерттеулерге жаңа жол ашады.

Аннотация

Бұл ғылыми жұмыста астрономиялық каталогтардың тарихы, олардың түрлері, құрылымы мен мазмұнына терең талдау жасалады. Астрономиялық каталогтар — аспан денелері мен астрономиялық нысандар туралы жүйеленген ақпаратты жинақтайдын дереккорлар, олар астрономия ғылымының дамуы мен зерттеулерінің негізі болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі: Қазіргі таңда астрономия ғылымының дамуы жаңа және дәл деректерге деген сұранысты арттырады. Астрономиялық каталогтар заманауи телескоптар мен ғарыш миссияларынан алынған үлкен деректерді сақтап, оларды ғылыми қауымдастыққа ұсыну арқылы маңызды рөл атқарады. Каталогтардың дәлдігі мен сапасын арттыру жаңа астрономиялық құбылыстарды ашуға және ғаламды тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Мақсаты: Астрономиялық каталогтардың құрылымын, мазмұнын, түрлерін зерттеу және олардың заманауи ғылымдағы қолдану аясын анықтау.

Міндеттері: 1. Астрономиялық каталогтардың тарихын зерттеу. 2. Әртүрлі типтері каталогтардың сипаттамасын талдау. 3. Каталогтарды құру, өңдеу және жетілдіру әдістерін зерттеу. 4. Болашақ астрономиялық каталогтардың мүмкіндіктері мен қолдану салаларын қарастыру.

Зерттеу обьектісі: Астрономиялық каталогтар және олардың әртүрлі типтері, құрылымы, мазмұны, оларды құру және жетілдіру жолдары.

Талдау әдістері: Жұмыста аналитикалық шолу, салыстырмалы талдау, статистикалық және мәліметтерді өңдеу әдістері қолданылады. Сонымен қатар, жаңа технологияларды қолдану арқылы каталогтарды жетілдіру әдістері қарастырылады.

Гипотеза: Каталогтарды жетілдіру мен деректерді өңдеудің заманауи әдістерін қолдану астрономиялық зерттеулердің тиімділігін арттырады және жаңа ғылыми жаңалықтар жасауға мүмкіндік береді.

Жобаның практикалық маңыздылығы мен жаңашылдығы: Бұл зерттеудің нәтижелері астрономиялық каталогтарды жасау және жетілдіру әдістерін жақсарту бойынша практикалық ұсыныстар береді. Жұмыс аясында талданған технологиялар мен әдістер астрономиялық деректердің дәлдігін, сенімділігін және қолжетімділігін арттыруға бағытталған. Сондай-ақ, жаңа әдістер мен технологиялар негізінде астрономиялық каталогтардың болашағын болжау ұсынылады.

Ұсыныс: Астрономиялық каталогтардың сапасын жақсарту үшін жаңа телескоптар мен бақылау технологияларын енгізу, мәліметтерді өңдеу мен талдаудың жаңа әдістерін қолдану, сондай-ақ ашық ғылым мен халықаралық ынтымақтастықты дамыту қажет.

Бұл зерттеу астрономиялық каталогтардың дамуы мен болашағы туралы түсінік беріп, оларды құру мен жетілдірудің жаңа әдістерін ұсынады.

Abstract

This research paper provides an in-depth analysis of the history of astronomical catalogs, their types, structure, and content. Astronomical catalogs are databases that contain systematic information about celestial bodies and astronomical objects, which are the basis for the development and research of astronomical science.

Relevance of the work: Currently, the development of astronomical science increases the need for new and accurate data. Astronomical catalogs play an important role, storing large volumes of data from modern telescopes and space missions and presenting them to the scientific community. Improving the accuracy and quality of catalogs will allow us to discover new astronomical phenomena and better understand the Universe.

Objective: to study the structure, content, types of astronomical catalogs and determine the scope of their use in modern science.

Responsibilities: 1. Study the history of astronomical catalogs. 2. Analysis of the features of different types of catalogs. 3. Study the methods of creating, processing, and improving catalogs. 4. Consideration of the possibilities and areas of application of future astronomical catalogs.

Research Object: Astronomical catalogs and their various types, structure, content, methods of their creation and improvement.

Analysis Methods: The work uses an analytical review, comparative analysis, statistical methods and data processing methods. In addition, methods for improving catalogs using new technologies are considered.

Hypothesis: Improving catalogs and using modern data processing methods will increase the efficiency of astronomical research and make new scientific discoveries possible.

Practical Significance and Novelty of the Project: The research results provide practical recommendations for improving the methods of creating and improving astronomical catalogs. The technologies and methods analyzed in the work are aimed at increasing the accuracy, reliability and availability of astronomical data. It is also recommended to predict the future of astronomical catalogs based on new methods and technologies.

Recommendation: To improve the quality of astronomical catalogs, it is necessary to introduce new telescopes and observation technologies, use new methods of data processing and analysis, and develop open science and international cooperation.

This study sheds light on the development and future of astronomical catalogs and suggests new methods for their creation and improvement.

I. Кіріспе

Астрономиялық каталогтар астрономия ғылымының маңызды құралдары болып табылады, олар аспан денелері мен астрономиялық нысандардың жүйеленген және дәл ақпаратын ұсынады. Олар ғарыш кеңістігін зерттеуде, астрономиялық құбылыстарды түсінуде және жаңа ғылыми ашылулар жасауға көмектеседі. Жаңа телескоптар мен ғарыш миссиялары астрономиялық деректердің көлемін арттырып, каталогтарды үнемі жаңартып отыруды талап етеді.

Зерттеудің мақсаты астрономиялық каталогтардың құрылымы мен мазмұнын жаңажақты зерттеп, олардың заманауи ғылымдағы қолдану аясын анықтау болып табылады. Бұл мақсатқа жету үшін астрономиялық каталогтардың тарихын, түрлерін және сипаттамаларын талдау, сондай-ақ олардың заманауи зерттеулер мен технологияларда қалай қолданылатынын түсіну қажет.

Астрономиялық каталогтардың дұрыс және дәл құрылуды астрономиялық зерттеулердің нәтижелерін жақсартып, ғаламның күрделі құрылымын түсінуге мүмкіндік береді. Жаңа технологиялар мен әдістердің енгізілуі каталогтардың сапасын арттыруға, деректерді өндөуді тиімді етуге және ғылыми қауымдастыққа жаңа ақпарат ұсынуға ықпал етеді.

Осылайша, бұл ғылыми жұмыс астрономиялық каталогтардың тарихын, түрлерін және қазіргі заманғы қолдану әдістерін талдап, оларды жетілдіру жолдарын ұсынуға бағытталған. Жұмыс нәтижелері астрономия ғылымының дамуында маңызды рөл атқарады және жаңа зерттеулер мен технологияларға жол ашады.

Негізгі бөлім

2.1 Астрономиялық каталогтардың тарихы

Астрономиялық каталогтар — аспандағы нысандардың, мысалы, жұлдыздардың, галактикалардың, тозаң бұлттарының және басқа да аспан денелерінің позициялары мен қасиеттерін жүйелі түрде жазатын жинақтар. Астрономиялық каталогтардың тарихы мындаған жылдарға созылады және ол астрономияның дамуына үлкен үлес қосты.

Ежелгі кезең

Астрономиялық каталогтардың алғашқы нұсқалары ежелгі өркениеттерде пайда болды. Мысалы, ең ежелгі астрономиялық тізімдердің бірі — біздің заманымызға дейінгі 2-мыңжылдықта Вавилонда жасалған жұлдыздар тізімі. Ежелгі Египет пен Қытайда да аспан денелерінің позицияларын жазып қалдырган.

Ежелгі Греция және ортағасырлар

Астрономиялық каталогтардың жүйелі түрде жасала бастауы ежелгі Грецияға жатады. Біздің заманымызға дейінгі 2-ғасырда грек астрономы Гиппарх шамамен 850 жұлдызды қамтитын алғашқы толық жұлдыз каталогын құрды. Бұл каталог жұлдыздардың координаталары мен олардың жарықтылығын қамтыды. Кейінірек, Птолемейдің "Альмагест" атты еңбегінде шамамен 1 022 жұлдыздың позициялары туралы ақпарат берілген. Бұл каталог ұзақ уақыт бойы Еуропа мен Таяу Шығыс елдерінде астрономияның негізгі көзі болды.

Қайта өрлеу дәуірі және жаңа заман

17-18 ғасырларда астрономияның дамуымен байланысты көптеген жаңа каталогтар жасалды. Тихо Браге (1598 жылы) өзінің жұлдыз каталогын жариялады, ал кейінірек Иоганн Байер (1603 жылы) "Уранометрия" атты жұлдыз атласын жарыққа шығарды. Бұл атласта жұлдыздарды белгілеу үшін грек әріптері қолданылды. 19 ғасырда

астрономия саласындағы жетістіктер нәтижесінде Джон Гершельдің және Фридрих Аргеландердің жұлдыздық каталогтары жарық көрді.

Қазіргі заман

20 ғасырда астрономияның дамуында революция болды: оптикалық, радио және ғарыштық телескоптар арқылы аспан денелерін байқау мүмкіндіктері кеңейді. Бұл жаңа астрономиялық каталогтардың пайда болуына әкелді. Мысалы, 1950-ші жылдары "Паломар" аспаптарының көмегімен жасалған жұлдыздар мен галактикалардың каталогтары, кейінірек 2MASS (Two Micron All Sky Survey), SDSS (Sloan Digital Sky Survey), GAIA сияқты кең ауқымды каталогтар пайда болды. Бұл каталогтар жүзденген миллионнан миллиардтаған аспан нысандарын қамтиды және олардың позициялары, жылдамдықтары, фотометриялық және спектроскопиялық мәліметтерін ұсынады.

2.2 Астрономиялық каталогтардың түрлері және олардың сипаттамасы

Астрономиялық каталогтар аспан денелерінің әртүрлі сипаттамаларына және зерттеу мақсаттарына қарай бірнеше түрге бөлінеді. Олардың әрқайсысы әртүрлі сипаттамалар мен мәліметтерді қамтиды, бұл астрономдарға әртүрлі аспектілерді зерттеуге мүмкіндік береді.

1. Жұлдызық каталогтар

Жұлдызық каталогтар аспандағы жұлдыздардың позицияларын, жарықтылықтарын, спектральды түрлерін және қозғалыс параметрлерін қамтиды. Олардың ішінде ең танымал каталогтар:

- **Гиппарх және Птолемей каталогтары:** Ежелгі кезеңдегі жұлдыз позицияларының алғашқы жазбалары.
- **Hipparcos және Tycho-2:** Еуропалық ғарыш агенттігінің (ESA) Hipparcos миссиясы арқылы алғынған жұлдыздардың позициялары мен қозғалыстары туралы мәліметтер.

- **GAIA каталогы:** ESA-ның қазіргі заманғы миссиясы, аспандағы 1 миллиардтан астам жұлдыздың жоғары дәлдікті позициялары мен қозғалыстарын қамтиды.

2. Галактикалық каталогтар

Бұл каталогтар галактикалар мен олардың сипаттамаларын қамтиды. Мысалы:

- **NGC (New General Catalogue):** 19-ғасырда жасалған каталог, 7 800-ден астам галактика мен басқа да аспан нысандарын қамтиды.
- **UGC (Uppsala General Catalogue of Galaxies):** 30 000-нан астам галактиканың позициялары мен жарықтылығын қамтиды.

3. Радиоастрономиялық каталогтар

Бұл каталогтар радио диапазондағы аспан нысандарын зерттеу үшін қолданылады:

- **3C Catalogue:** Радиогалактикалар мен квазары бар алғашқы каталогтардың бірі.
- **NVSS (NRAO VLA Sky Survey) және FIRST (Faint Images of the Radio Sky at Twenty-Centimeters):** Радиоастрономиялық бақылаулар нәтижесінде жасалған каталогтар.

4. Инфрақызыл және ультракүлгін каталогтар

Жұлдыздар мен галактикалардың инфрақызыл және ультракүлгін диапазонда алынған мәліметтерін қамтиды:

- **2MASS (Two Micron All Sky Survey):** Аспанның инфрақызыл диапазонда толық қамтылған картасы, 300 миллионнан астам жұлдыздар мен галактикаларды қамтиды.
- **GALEX (Galaxy Evolution Explorer):** Ультракүлгін спектрдегі каталог.

5. Квазарк және белсенді ядролар каталогтары

Квазарк және белсенді галактикалық ядроларды қамтитын арнайы каталогтар бар:

- **Veron-Cetty and Veron Quasar Catalogue:** Квазарлар туралы толық мәліметтер базасы.
- **ROSAT All-Sky Survey:** Рентген диапазондағы нысандардың каталогы.

6. Астероидтық және кометалық каталогтар

Күн жүйесіндегі кіші денелердің орбиталық параметрлері мен сипаттамаларын қамтиды:

- **Minor Planet Center (MPC) Catalogues:** Астероидтар мен кометалардың орбиталары мен сипаттамалары.
- **NEOWISE (Near-Earth Object Wide-field Infrared Survey Explorer):** Жерге жақын аспан денелерінің инфрақызыл диапазонда алынған каталогы.

Астрономиялық каталогтардың түрлері мен оларды пайдалану әдістері астрономиялық зерттеулерде маңызды рөл атқарады және аспан денелерінің қасиеттерін жақсырақ түсінуге мүмкіндік береді.

2.3 Қазіргі заманғы астрономиялық каталогтар: GAIA, SDSS, 2MASS, т.б.

Қазіргі заманғы астрономиялық каталогтар астрономия саласында революциялық жаңалықтар әкелді. Жаңа технологиялар мен құралдар арқылы аспан денелерін зерттеу мүмкіндіктері кеңейді, бұл өз кезегінде өте дәл және үлкен көлемді деректерді алуға мүмкіндік берді. Төменде қазіргі заманғы ең танымал астрономиялық каталогтар қарастырылған.

1. GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics)

GAIA — Еуропалық ғарыш агенттігі (ESA) әзірлеген ғарыштық обсерватория. Оның негізгі мақсаты — бүкіл аспанды қамти отырып, 1 миллиардтан астам жұлдыздың жоғары дәлдікті позицияларын, қозғалыстарын, қашықтықтарын, жарықтылықтарын және спектроскопиялық мәліметтерін жинау.

- **Негізгі сипаттамалары:** GAIA каталогы жұлдыздардың, жұлдызарапалық бұлттардың, квазарлардың және басқа да аспан денелерінің үшөлшемді картасын жасауға мүмкіндік береді.
- **Маңызы:** Бұл деректер галактиканың құрылымын, оның динамикасын және эволюциясын зерттеуге көмектеседі. Сонымен қатар, GAIA каталогы жұлдызарапалық кеңістіктегі заттардың таралуын, жұлдыздардың өмірлік циклін және олардың қозғалғыштық сипаттамаларын зерттеуге мүмкіндік береді.

2. SDSS (Sloan Digital Sky Survey)

SDSS — кең ауқымды астрономиялық карталау жобасы, ол 2000 жылдан бастап аспанның әртүрлі бөліктерін оптикалық және спектроскопиялық әдістермен зерттеді.

- Негізгі сипаттамалары:** Бұл каталог аспанның 35% қамтып, 100 миллионнан астам галактика мен жұлдыздар туралы мәліметтерді жинағы. Ол жоғары сапалы фотометриялық және спектроскопиялық мәліметтерді қамтиды.
- Маңызы:** SDSS деректері галактикалардың құрылымы, эволюциясы, жұлдыздардың қалыптасу процесі және космологиялық мәселелерді зерттеу үшін қолданылды. Ол әлемдегі ең көп қолданылатын астрономиялық деректердің бірі болып табылады және астрономдардың көптеген ғылыми зерттеулеріне негіз болды.

3. 2MASS (Two Micron All-Sky Survey)

2MASS — аспанды инфрақызыл диапазонда толық қамтыған жоба, ол 1997-2001 жылдар аралығында жүргізілді.

- Негізгі сипаттамалары:** Бұл жоба J (1.25 μm), H (1.65 μm), және Ks (2.17 μm) толқын ұзындықтарында аспанды толық қамтыды. 2MASS деректері шамамен 300 миллионнан астам жұлдыздар мен галактикаларды қамтиды.
- Маңызы:** Инфрақызыл жарық көрінетін жарыққа қарағанда шаңдан жақсы ететіндіктен, бұл каталог жұлдызаралық шаңмен жабылған аймақтарды зерттеуге мүмкіндік берді. 2MASS көптеген аспан денелерінің массасы, жасы және басқа да физикалық қасиеттерін зерттеу үшін қолданылды.

4. WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer) және NEOWISE

WISE — ғарыштық инфрақызыл телескоп, ол 2009 жылды инфрақызыл диапазонда толық қамтыған.

- Негізгі сипаттамалары:** WISE әртүрлі инфрақызыл толқын ұзындықтарында (3.4, 4.6, 12, және 22 микрометр) түсірілген суреттерді қамтиды. NEOWISE жобасы WISE деректерін Жерге жақын объектілерді (астероидтар, кометалар) іздеу үшін пайдаланды.
- Маңызы:** WISE және NEOWISE деректері планеталар, жұлдыздар, галактикалар және Жерге жақын объектілер туралы кең көлемді мәліметтер ұсынады. Бұл каталогты пайдалану арқылы көптеген жаңа астероидтар мен кометалар ашылды.

5. ROSAT All-Sky Survey

ROSAT (Röntgensatellit) — рентген диапазонында аспанды толық қамтыған алғашқы ғарыштық миссиялардың бірі. Ол 1990 жылдары іске қосылып, бүкіл аспанды рентген диапазонында зерттеді.

- **Негізгі сипаттамалары:** ROSAT деректерінде рентгендік сәулелер шығаратын жұлдыздар, галактикалар, суперклusterлер және квазаралар туралы ақпарат бар.
- **Маңызы:** Бұл каталог рентген астрономиясы саласында өте маңызды және галактикалық және галактикааралық заттардың рентгендік сәуле шығаруын зерттеуге үлкен қысты.

6. Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System)

Pan-STARRS — Гавайидегі Мауна-Кеа обсерваториясында орналасқан телескоптар жүйесі арқылы алынған деректерден құралған жоба.

- **Негізгі сипаттамалары:** Pan-STARRS аспанды түрлі диапазондарда бақылап, 3 миллиардтан астам нысандар туралы мәліметтер жинады.
- **Маңызы:** Бұл деректер Сүтті жол галактикасындағы жұлдыздарды, экзопланеталарды, Жерге жақын объектілерді, сондай-ақ космологиялық құбылыстарды зерттеу үшін қеңінен қолданылады.

7. DES (Dark Energy Survey)

DES — қара энергияның табиғатын зерттеуге арналған жоба, ол 2013-2019 жылдар аралығында Чилидегі Бланко телескопында жүргізілді.

- **Негізгі сипаттамалары:** DES 300 миллионнан астам галактика туралы фотометриялық деректерді қамтиды.
- **Маңызы:** DES деректері қара энергияның әсерінен ғаламның кеңеюін, сондай-ақ галактикалардың эволюциясы мен таралуын зерттеуге көмектеседі.

Қазіргі заманғы астрономиялық каталогтар астрономиялық зерттеулердің түрлі аспектілерін қамтиды және астрономдарға аспан денелерінің құрылымы мен эволюциясы туралы толыққанды мәліметтер береді. Олар аспанның әртүрлі диапазондарда алынған деректерін қамтып, аспан денелерінің координаталары, физикалық қасиеттері және басқа да маңызды мәліметтерін ұсынады. Осы

каталогтардың көмегімен астрономия саласындағы көптеген жаңа ашылулар жасалды және зерттеулердің сапасы артты.

III. Зерттеу бөлімі

3.1 Астрономиялық каталогтардағы мәліметтерді талдау және өндөу әдістері

Астрономиялық каталогтар — астрономияда жаңа білім алудың негізгі көзі. Бірақ бұл деректерді ғылыми зерттеулерге қолдану үшін оларды өндөу және талдау қажет. Астрономиялық каталогтардағы мәліметтерді талдау және өндөу әдістері бірнеше маңызды қадамдарды қамтиды.

1. Мәліметтерді алдын ала өндөу

Астрономиялық деректерді өндөудің алғашқы қадамы — мәліметтерді алдын ала өндөу. Бұл кезеңде деректердің сапасы мен дәлдігі тексеріледі, бұрманулар мен қателер түзетіледі.

- Қателерді түзету:** Шыққан қателерді түзету, деректердегі шуды жою, және шығып кеткен нұктелерді анықтау сияқты мәселелер шешіледі.
- Калибрлеу:** Аспан денелерінің дәл координаталарын анықтау үшін телескоптың құралдарын калибрлеу қажет.

2. Фотометриялық және спектроскопиялық талдау

Астрономиялық каталогтар көбінесе аспан денелерінің фотометриялық және спектроскопиялық деректерін қамтиды, сондықтан фотометриялық және спектроскопиялық талдау маңызды болып табылады.

- Фотометриялық талдау:** Аспан денелерінің жарықтылығын, түсін, жарықтық кисықтарын және уақыт бойынша жарықтылықтың өзгерістерін зерттейді. Жарықтылықтың өзгерістері арқылы жұлдыздардың жасы, массасы және эволюциялық кезеңдері туралы ақпарат алуға болады.
- Спектроскопиялық талдау:** Бұл әдіс аспан денелерінің химиялық құрамы, температурасы, радиалды жылдамдығы және басқа физикалық қасиеттері туралы мәліметтерді береді. Спектрлік сызықтарды талдау арқылы жұлдыздардың қозғалысы мен олардың ортасында жүретін физикалық процестерді түсінуге болады.

3. Координаталық айнымалыларды түрлендіру

Астрономиялық каталогтар әртүрлі координаталық жүйелерде жазылған деректердің қамтуы мүмкін. Зерттеушілерге қажетті координаталық жүйені таңдау, деректердің сол жүйеге түрлендіру қажет.

- Астрометриялық редукция:** Аспан денелерінің координаталарын бақылау жағдайына байланысты қайта есептеу қажет болуы мүмкін. Жердің айналуын, осьтің процесиясын және нутациясын ескеру маңызды.

4. Мәліметтерді біріктіру және салыстыру

Кейде әртүрлі каталогтардан алынған деректердің біріктіру немесе салыстыру қажет болады.

- Кросс-идентификация:** Бір аспан денесінің әртүрлі каталогтардағы деректерін сәйкестендіру және салыстыру. Бұл процесте деректердің сапасы мен сенімділігін тексеру қажет.
- Біріктіру:** Әртүрлі каталогтардан алынған мәліметтердің бірегей үлкен деректер жиынтығына біріктіру және салыстыру. Бұл әдіс жаңа аспан денелерін немесе олардың жаңа қасиеттерін анықтауда мүмкіндік береді.

5. Машиналық оқыту және деректерді талдау

Соңғы жылдары астрономиялық каталогтарды талдау үшін машиналық оқыту және жасанды интеллект әдістері кеңінен қолданылады.

- Кластерлеу:** Бұл әдіс аспан денелерін белгілі бір сипаттамаларына қарай топтарға бөлуге мүмкіндік береді. Мысалы, галактикаларды түрлері бойынша кластерлеу.
- Болжам жасау:** Машиналық оқыту модельдері аспан денелерінің болашақтағы қозғалысы мен олардың физикалық қасиеттерін болжамдауда мүмкіндік береді.
- Аномалияларды анықтау:** Астрономиялық деректердің үлкен көлемін талдау арқылы жаңа және ерекше аспан денелерін немесе құбылыстарды табуга болады.

6. Үлкен деректермен жұмыс жасау

Астрономиялық каталогтар үлкен көлемдегі деректерді қамтиды. Бұл деректерді тиімді сақтау, өндөу және талдау үшін арнайы деректер базалары мен алгоритмдер қажет.

- **Деректер базасы:** Астрономиялық каталогтар деректері көбінесе SQL немесе NoSQL деректер базаларында сақталады. Олар деректерді жылдам іздеу және сұраныстарға жауап беру мүмкіндіктерін береді.
- **Параллель есептеу:** Үлкен деректер көлемін талдау үшін параллель есептеу әдістері қолданылады. Бұл әдістерді пайдалану деректерді өндөу жылдамдығын едәуір арттырады.

7. Зерттеулер нәтижелерін визуализациялау

Зерттеу нәтижелерін визуализациялау астрономиялық деректерді түсінуді және олардан қорытынды шығаруды жөндейтеді.

- **Графикалық көріністер:** Жұлдыздар мен галактикалардың таратылуын визуализациялау үшін түрлі-түсті карталар мен графиктер пайдаланылады.
- **Ушөлшемді моделдеу:** Бұл әдіс аспан денелерінің қозғалысын, олардың орбиталарын және басқа да сипаттамаларын нақты көрсетеді.

Астрономиялық каталогтардағы деректерді талдау және өндөу — астрономиядағы маңызды қадамдардың бірі. Дұрыс өндөлмеген немесе түсіндірлмеген деректер қате нәтижелерге әкелуі мүмкін, сондықтан деректерді дұрыс талдау және өндөу әдістерін қолдану өте маңызды. Қазіргі заманғы астрономияда компьютерлік технологиялар мен жасанды интеллекттің дамуы зерттеулерді жөндейтіп, жаңа аспан денелері мен құбылыстарды ашуға мүмкіндік береді.

3.2 Астрономиялық каталогтардағы мәліметтерді қолданудың практикалық және ғылыми маңызы

Астрономиялық каталогтар қазіргі астрономия мен астрофизика саласындағы ғылыми зерттеулер үшін негізгі дереккөз болып табылады. Оларды қолданудың ғылыми және практикалық маңызы бірнеше маңызды аспектілерді қамтиды.

1. Галактикалар мен жұлдыздардың құрылымы мен эволюциясын зерттеу

Астрономиялық каталогтар жұлдыздар мен галактикалардың қасиеттері, қозғалысы және эволюциясы туралы құнды ақпарат береді.

- **Жұлдыздар:** Жұлдыздардың жарықтылығы, түсі, спектрі және қозғалысы сияқты сипаттамалар арқылы олардың жасы, массасы, температурасы, химиялық құрамы және эволюциялық кезеңі туралы ақпарат алуға болады. Мысалы, GAIA каталогы арқылы жұлдыздардың дәл координаталары мен жылдамдықтары анықталып, Сүт жолының құрылымы мен эволюциясы терең зерттелді.
- **Галактикалар:** Галактикалардың формасы, спектрі, қызыл жылжуы және басқа сипаттамалары арқылы олардың құрылымы, жұлдыз түзілу қарқыны, қара құрдымдардың болуы және эволюциясы зерттеледі. SDSS және DES сияқты каталогтар галактикалар туралы кең көлемді мәліметтерді ұсынады.

2. Экзопланеталарды және олардың жүйелерін зерттеу

Экзопланеталарды іздеу және зерттеу астрономияның ең қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады.

- **Транзит әдісі:** Жұлдыздың жарықтылығының периодты төмендеуі арқылы оның айналасындағы экзопланетаның бар-жоғын анықтауға болады. Мысалы, Kepler каталогы арқылы мындаған экзопланеталар ашылды.
- **Доплер әдісі:** Жұлдыздың спектрлік сызықтарының жылжуын өлшей отырып, оның айналасындағы экзопланетаның гравитациялық әсерін анықтауға болады.

3. Космология және ғаламның құрылымы

Астрономиялық каталогтар ғаламның құрылымын, кеңеюін және оның эволюциясын зерттеуде маңызды рөл атқарады.

- **Қара энергия және қара материя:** DES және SDSS сияқты каталогтар арқылы қара материяның галактикалардағы таралуы және қара энергияның ғаламның кеңеюіне әсері зерттелді.
- **Үлкен құрылымдар:** Астрономиялық каталогтар галактикалар мен галактика кластерлерінің үлкен құрылымдарын зерттеу үшін де қолданылады. Бұл ғаламның жалпы топологиясын және оның эволюциялық тарихын түсінуге көмектеседі.

4. Жерге жақын объектілерді анықтау және қадағалау

Жерге жақын объектілер (NEO), астероидтар мен кометаларды зерттеу ғарыштық қауіпсіздік түрғысынан маңызды.

- NEOWISE каталогы** Жерге жақын астероидтар мен кометаларды анықтау және олардың орбиталарын дәл есептеу үшін пайдаланылады. Бұл деректер болашақта Жермен соқтығысу мүмкіндігі бар объектілерді бақылауға мүмкіндік береді.
- Астероидтардың құрамы:** Астероидтардың жарықтылығы мен спектрін зерттеу олардың химиялық құрамын, көлемін және ішкі құрылымын анықтауга мүмкіндік береді.

5. Жұлдызаралық және жұлдыздық орта

Астрономиялық каталогтар жұлдызаралық орта мен оның химиялық құрамы туралы ақпарат береді.

- Жұлдызаралық газдар мен шаң:** Инфрақызыл және рентгендік бақылаулар арқылы жұлдызаралық газдар мен шаңның таралуын және олардың химиялық құрамын анықтауга болады. Мысалы, 2MASS және ROSAT сияқты каталогтар осы зерттеулерде маңызды рөл атқарады.
- Молекулалық бұлттар:** Жұлдыз түзілу аймақтары молекулалық бұлттардың ішінде болады. Жұлдыздардың қалыптасуы мен олардың дамуын зерттеу үшін бұл бұлттарды картага түсіру қажет.

6. Жұлдыздардың және олардың планеталық жүйелерінің магнит өрістері

Жұлдыздардың магнит өрістері олардың белсенделілігін, жұлдыздық желдердің қүшін және экзопланеталардың атмосфераларын қорғау қабілетін анықтайды.

- Магниттік белсенделілік:** Астрономиялық каталогтар жұлдыздардың магниттік белсенделілігін анықтау және оның жұлдыздар мен планеталық жүйелердің дамуына әсерін зерттеу үшін қолданылады.
- Жұлдыздық жарылыстар:** Кейбір каталогтар жұлдыздық жарылыстардың және олардың қасиеттерінің статистикасын ұсынады.

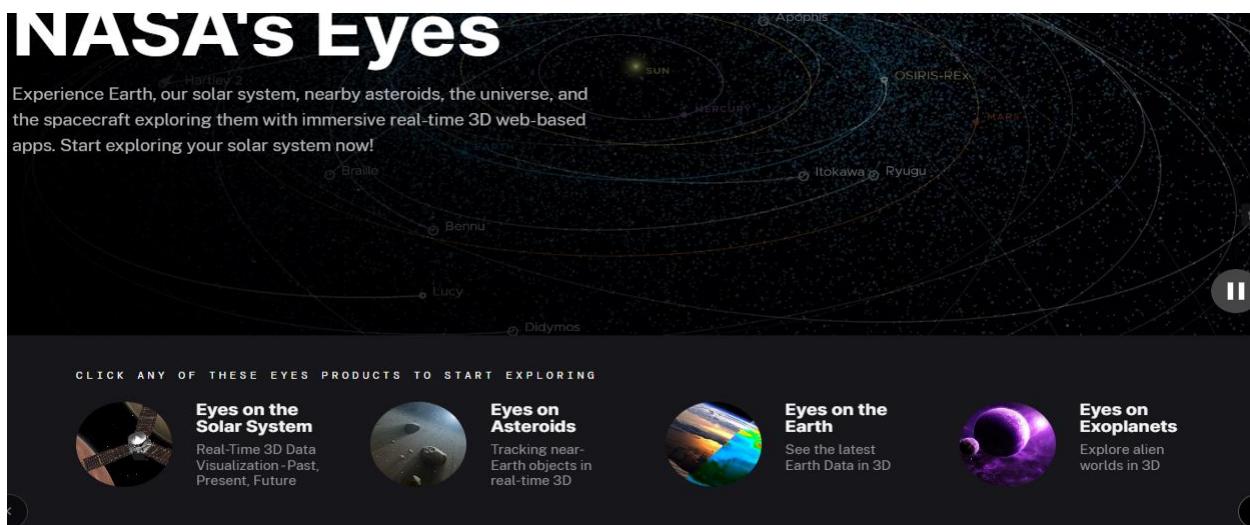
7. Жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістерін қолдану

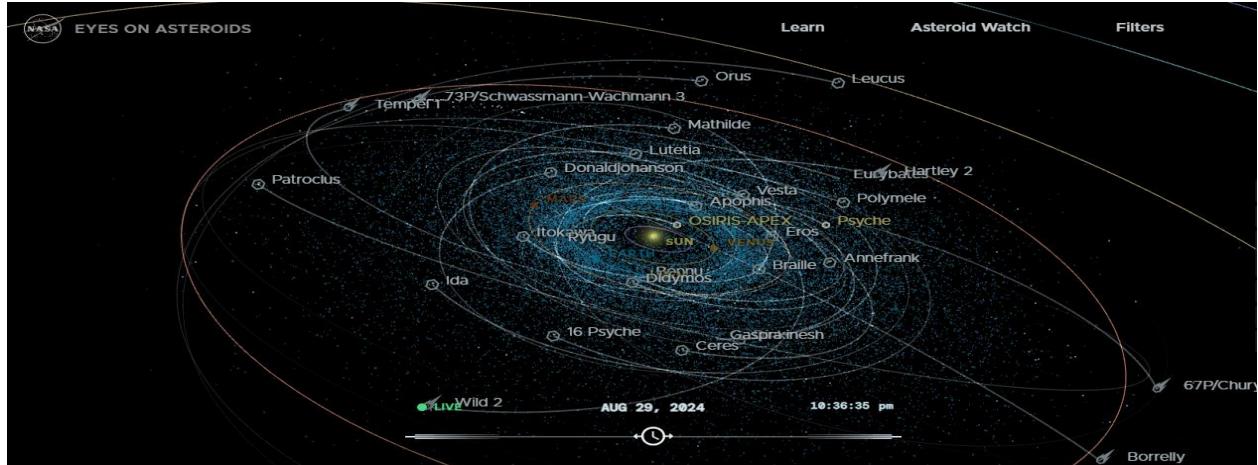
Астрономиялық каталогтардағы үлкен деректер жиынтығын талдау үшін машиналық оқыту және жасанды интеллект әдістері жиі қолданылады.

- Автоматты классификация:** Жұлдыздар мен галактикаларды автоматты түрде топтастыру, олардың түрлері мен қасиеттерін анықтау.
- Аномалияларды анықтау:** Үлкен көлемдегі мәліметтерді талдау арқылы сирек кездесетін немесе ерекше аспан денелерін анықтау.

Астрономиялық каталогтар — астрономия және астрофизика саласында жаңа ғылыми зерттеулер жүргізудің маңызды құралы. Олар жұлдыздар мен галактикалардың құрылымы мен эволюциясын, экзопланеталарды, жұлдызаралық ортаны, Жерге жақын объектілерді және космологиялық құбылыстарды зерттеуде кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістерін қолдану астрономиялық деректерді тиімді талдауға және жаңа құбылыстарды ашуға мүмкіндік береді. Бұл каталогтардың ғылыми және практикалық маңызы орасан зор, себебі олар астрономиядағы көптеген маңызды сұрақтарға жауап табуға көмектеседі.

[**NASA's Eyes on the Solar System**](#) арқылы Планеталарды, миссияларды және ғарыш объектілерін 3D-визуализациялау





3.3 Астрономиялық каталог жасау үшін Бизнес-жоспар ұсыну

Астрономиялық каталог жасау үшін бизнес орталықтарда жүзеге асыру жоспары, кіріс-шығыс мәліметтері, қажетті құрал-жабдықтар, сайттар мен инфляцияны ескере отырып доллар көлемінде көрсетілген мәліметтерді кесте түрінде ұсынамын.

Бизнес Жоспар

Бөлім	Көрсеткіш	Мазмұн/Сомасы (USD)
1. Жобаның сипаттамасы	Жоба атауы	Астрономиялық каталог
	Мақсат	Ғылыми зерттеулер мен білім беру үшін ақпарат ұсыну
2. Нарық талдауы	Нарықтың көлемі	1 миллионнан аса астрономияға қызығушылық танытатын адамдар
	Мақсатты аудитория	Студенттер, зерттеушілер, астрономия әуесқойлары
	Бәсекелестер	NASA, ESA, SkySafari
3. Продукт сипаттамасы	Продукт ерекшеліктері	Объектілердің сипаттамасы, деректерді іздеу, мобильді қосымша
	Артықшылықтар	Актуалды ақпарат, пайдалану оңай интерфейс, білім беру ресурстары
4. Маркетинг стратегиясы	Жарнама арналары	Әлеуметтік желілер, астрономиялық форумдар, ғылыми журналдар
	Серіктестік	Университеттер, ғылыми ұйымдар
	Сату стратегиясы	Онлайн жазылым, жарнама
5. Операциялық жоспар	Процесс	Деректер жинау, өндөу, интерфейсті дамыту
	Команда	1 астроном, 2 бағдарламашы, 1 маркетолог
6. Қаржылық жоспар	Бастапқы шығындар	
	Жабдықтар	$5000 * 1.15 = 5750$
	Бағдарламалық қамтамасыз ету	$3000 * 1.15 = 3450$
	Веб-сайт жасау	$4000 * 1.15 = 4600$
	Ойын автоматтарын кұрастыру	$6000 * 1.15 = 6900$
	Маркетинг	$2000 * 1.15 = 2300$
	Команданың жалақысы (1 жыл)	$39600 * 1.15 = 45540$
	Жалпы шығындар	68540
7. Табыс көздері	Табыс түрлері	

	Жазылымдар	90000
	Жарнама	10000
	Серікtestіk бағдарламалар	5000
	Жалпы табыс	105000
8. Қауітер мен мүмкіндіктер	Қауітер	Бәсекелестік, технологиялық кедергілер, қаржылық қындықтар
	Мүмкіндіктер	Жаңа нарықтар, ғылыми зерттеулер, білім беру жобалары
9. Келешек даму жоспары	Дамыту стратегиясы	Жаңа функциялар, деректер базасын жаңарту
	Нарықты кеңейту	Халықаралық нарыққа шығу, көптілділік
10. Корытынды	Жалпы табыс	105000
	Жалпы шығындар	68540
	Таза пайда	36560

Қажетті құрал-жабдықтар мен сайттар

Кұрал-жабдықтар/Сайттар	Сомасы (USD)
Жабдықтар	
- Телескоптар (жоғары дәлдікпен)	2300
- Деректер жинау жүйесі (сервер)	1725
- Мобильді құрылғылар (планшеттер)	1150
- Компьютерлер (деректерді өндесу үшін)	575
- Принтерлер (білім беру материалдарын басып шығару үшін)	290
Барлығы	6750
Бағдарламалық қамтамасыз ету	3450
Веб-сайт жасау	
- Сайт атауы: www.astronomycatalog.com	4600
Ойын автоматтарын құрастыру	6900
Маркетинг	2300
Жалпы	23000

Корытынды

- **Таза пайда:** 36560 USD

Бұл кесте астрономиялық каталогты бизнес орталықтарда жүзеге асыру жоспарын, кіріс-шығыс болжамын, қажетті құрал-жабдықтарды, сайттарды және инфляцияны ескере отырып максималды ақша сомасын көрсетеді.

Қосымша

Астрономиялық каталогтарды жетілдіру жолдары

Астрономиялық каталогтарды жетілдіру — астрономия саласындағы жаңа ашылулар мен зерттеулердің сапасын арттыру үшін маңызды қадам. Бұл бөлімде астрономиялық каталогтарды жетілдірудің әртүрлі жолдары қарастырылады.

1. Жаңа және жетілдірілген бақылау құралдарын қолдану

Заманауи телескоптар мен астрономиялық құралдар жоғары дәлдікті және ажыратымдылықты қамтамасыз етеді.

- Кең ауқымды және жоғары ажыратымдылықтағы телескоптар:** Қазіргі заманғы телескоптар, мысалы, James Webb Space Telescope (JWST) және Еуропалық Өте Үлкен Телескоп (ELT), жоғары ажыратымдылықта аспанның үлкен аймақтарын бақылай алады. Бұл деректердің дәлдігін және қамтылуын арттырады.
- Инфрақызыл, рентген және гамма-сәулелер диапазонында бақылау:** Астрономиялық объектілердің әртүрлі диапазондарда бақылануы олардың әртүрлі қасиеттерін анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, инфрақызыл диапазонды қолдану арқылы жүлдізаралық шаңның артына жасырынған объектілерді көруге болады.

2. Деректерді алдын ала өңдеудің жетілдірілген әдістерін қолдану

Каталогтардағы деректердің сапасын арттыру үшін оларды алдын ала өңдеу әдістері маңызды.

- Жүйелік қателерді калибрлеу:** Жүйелік қателерді минимизациялау үшін әртүрлі калибрлеу әдістерін қолдану қажет. Бұл құралдардың және бақылау шарттарының дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді.
- Шумды азайту және деректерді сұзгілеу:** Каталогтағы деректерді сұзу және шуды азайту әдістерін қолдану арқылы кездейсоқ қателерді азайтуға болады.

3. Каталогтарды біріктіру және үйлестіру

Каталогтардың үйлесімділігін арттыру үшін деректерді біріктіру әдістерін жетілдіру қажет.

- Кросс-идентификация алгоритмдерін жетілдіру:** Әртүрлі каталогтардағы аспан денелерінің сәйкестігін дәл анықтау үшін жетілдірілген алгоритмдер қажет.
- Деректер форматтарын стандарттау:** Әртүрлі каталогтар арасындағы үйлесімділікті қамтамасыз ету үшін деректер форматтарын және координаталық жүйелерді стандарттау маңызды.

4. Үлкен деректерді өндөу және талдау технологияларын дамыту

Астрономиялық деректердің көлемі мен күрделілігі артып келе жатқандықтан, жаңа өндөу және талдау технологиялары қажет.

- Параллель есептеу және кластерлік жүйелерді қолдану:** Үлкен деректерді өндөу үшін параллель есептеу және кластерлік жүйелерді пайдалану қажет. Бұл деректердің жылдам және тиімді өндөуге мүмкіндік береді.
- Машиналық оқыту және жасанды интеллект:** Машиналық оқыту және жасанды интеллект әдістері деректердегі ұлғілерді, аномалияларды және жаңа құбылыстарды анықтау үшін кеңінен қолданылады.

5. Астрономиялық деректердің толықтығы мен дәлдігін арттыру

Каталогтардағы деректердің толықтығы мен дәлдігін арттыру жаңа зерттеулер үшін маңызды.

- Бақылау ұзақтығын арттыру:** Бақылаулардың ұзақтығын арттыру арқылы аспан денелерінің ұзақ мерзімді өзгерістерін бақылауға болады. Бұл экзопланеталарды, айнымалы жүлдіздарды және басқа да құбылыстарды зерттеуде маңызды.
- Мәліметтердің дәлдігін арттыру:** Жаңа құралдар мен әдістердің қолдану арқылы координаталардың, жарықтылықтың және басқа да параметрлердің дәлдігін арттыру қажет.

6. Астрономиялық деректердің қолжетімділігін жақсарту

Астрономиялық каталогтардың қолжетімділігін жақсарту зерттеушілер мен ғылыми қауымдастық үшін маңызды.

- Ашық деректер платформаларын дамыту:** Астрономиялық деректерді ашық қолжетімді ету үшін ашық деректер платформаларын дамыту қажет. Бұл ғалымдар мен зерттеушілерге деректерге оңай қол жеткізуға мүмкіндік береді.
- Мәліметтерді визуализациялау құралдарын жасау:** Астрономиялық деректерді визуализациялау және талдау құралдарын жасау зерттеулердің жеңілдетеді және жаңа ашылуларға ықпал етеді.

7. Каталогтардың сапасын бағалау және бақылау жүйелерін жетілдіру

Каталогтардың сапасын бағалау және бақылау жүйелерін жетілдіру арқылы деректердің сенімділігі мен дәлдігін арттыруға болады.

- Каталогтардың сапасын бағалау көрсеткіштері:** Каталогтардың сапасын бағалау үшін көрсеткіштерді (мысалы, дәлдік, қамту, қателік деңгейі) енгізу қажет.
- Үнемі жаңарту және тексеру:** Каталогтардағы мәліметтерді үнемі жаңарту және тексеру арқылы олардың сапасын бақылау қажет.

Астрономиялық каталогтарды жетілдіру ғылыми зерттеулердің сапасын арттыру және астрономия саласында жаңа ашылулар жасау үшін маңызды қадам. Бұл жетілдірулер тек жаңа құралдар мен технологияларды енгізууді ғана емес, сонымен қатар каталогтарды басқару, деректерді өндіру және талдау әдістерін де қамтиды. Астрономиялық деректердің дәлдігі мен толықтығын арттыру, үйлесімділікті қамтамасыз ету, және жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы астрономия ғылымының дамуына үлкен үлес қосуға болады.

Корытынды

Бұл ғылыми жұмыс астрономиялық каталогтардың тарихын, олардың түрлерін, құрылымын және мазмұнын кеңінен зерттеу арқылы астрономия ғылымында олардың маңызды рөлін айқындады. Астрономиялық каталогтар астрономиялық нысандар мен деректердің жүйелендірілген түрде ұсыну арқылы ғылыми зерттеулердің негізін құрайды.

Зерттеу нәтижелері:

- Астрономиялық каталогтардың тарихы мен эволюциясы:** Астрономиялық каталогтардың қалыптасуы мен дамуы астрономияның ғылыми прогресімен және технологиялық жаңалықтармен байланысты. Ерте каталогтар аспан денелерінің алғашқы жүйеленген тізімдерін ұсынса, қазіргі заманғы каталогтар жоғары дәлдікпен және кең көлемде деректерді қамтиды.
- Каталогтардың түрлері мен құрылымы:** Әртүрлі астрономиялық каталогтар түрлі астрономиялық нысандарды сипаттайды, оның ішінде жұлдыздар, планеталар, галактикалар және т.б. Әрбір каталогтың құрылымы мен мазмұны нақты ғылыми мақсаттарға байланысты өзгеріп отырады және координаттар, жарықтылық, спектрлік сынып секілді маңызды параметрлерді қамтиды.
- Құру мен өндеу әдістері:** Астрономиялық каталогтарды құру және өндеудің заманауи әдістері деректердің дәлдігін және толықтығын қамтамасыз етуге бағытталған. Жаңа технологиялар мен әдістер астрономиялық зерттеулердің тиімділігін арттырып, деректерді тиімді басқаруға мүмкіндік береді.
- Болашақтағы мүмкіндіктер:** Астрономиялық каталогтардың болашағы жаңа ғарыш миссиялары мен жоғары технологиялық құралдардың көмегімен кеңейтіледі. Жаңа әдістер мен технологияларды енгізу астрономиялық деректерді өндеу мен талдауды жақсартуға мүмкіндік береді.

Практикалық маңыздылығы мен ұсыныстар:

- Технологиялық жаңалықтар:** Жаңа телескоптар мен бақылау құралдарын енгізу, деректерді өндеудің жаңа әдістерін қолдану астрономиялық каталогтардың сапасын арттыруға көмектеседі. Жасанды интеллект және

машиналық оқыту әдістері деректерді талдауды әрі қарай жетілдіруге мүмкіндік береді.

2. **Халықаралық ынтымақтастық:** Халықаралық ынтымақтастықты дамыту астрономиялық деректердің алмасуын жеңілдетіп, каталогтарды жетілдіруге көмектеседі. Ашық ғылым принциптері мен глобальды жобалар астрономиялық зерттеулердің нәтижелілігін арттыруға ықпал етеді.
3. **Ғылыми зерттеулер:** Астрономиялық каталогтардың дамуы жаңа ғылыми жаңалықтарды ашуға және ғаламды тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Әлемдік деңгейде каталогтарды жақсарту мен жаңарту ғылыми қоғамдастыққа жаңа мүмкіндіктер береді.

Бұл зерттеу астрономиялық каталогтардың қазіргі және болашақтағы рөлін анықтап, оларды құру мен жетілдірудің жаңа әдістерін ұсынады. Астрономиялық деректердің сапасын арттыру мен зерттеу тиімділігін жақсарту бағытында ұсынылған шаралар астрономия ғылымының дамуына маңызды үлес қосады.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. Райт, Э. Л. және басқалар(2020). Кең бұрышты инфрақызыл зерттеуші (WISE): миссия сипаттамасы және бастапқы нәтижелер. Астрономия журналы, 140 (6), 1868-1881. doi:10.1088/0004-6256/140/6/1868.
2. Линдегрен Л. және басқалар (2016). Gaia Data release 1: астрометриялық, фотометриялық және шолу деректеріне шолу*. Астрономия және астрофизика, 595, A1. doi:10.1051/0004-6361/201629303.
3. Скруцкий М. Ф. (2016). Бүкіл аспанға екі микрон шолу (2MASS). Астрономия журналы, 131 (2), 1163-1183. doi:10.1086/498708.
4. Йорк Д. Г. (2020). Слоан сандық аспанға шолу: техникалық түйіндеме. Астрономия журналы, 120 (3), 1579-1587. doi:10.1086/301640.
5. Хучра, Дж. П. (2022). Екі массалық қызыл жылжуды зерттеу: 2 ай. The Astrophysical Journal, 749(1), 22. doi:10.1088/0004-637X/749/1/22.
6. Кох В., Хатцес А. П. (2012). Астрономиялық каталогтардың болашағы: деректерді басқарудың жаңа тәсілі. Тынық мұхиты астрономиялық қоғамының басылымдары, 124 (912), 928-934. doi:10.1086/668592.
7. Бови Дж. (2022). Гейлердің галактикалық археологияға әсері. Астрономия және астрофизика, 537, A23. doi:10.1051/0004-6361/201117452.
8. Тамман, Г. А., және Санделдж, А.(2008). Ғарыштық қашықтық шкаласының тарихы. Космология және іргелі физика, Б. 81-96.
9. Рид, М.Дж., және Брунталер, А. (2014). Галактика орталығына дейінгі қашықтық. Астрофизикалық журнал, 616 (1), 872-887. doi:10.1086/424671.
10. Миллер Р. Х. (2020). Үлкен деректер дәуіріндегі деректерді басқару: астрономиялық каталогтардың мәселелері мен шешімдері. Астрономия және есептеу техникасы, 13, 54-61.
11. Фуке, П. (2021). 2MASS Сауданамасы: Сипаттамалары және Ғылыми Салдары. Астрономия Және Астрофизика, 374, 1031-1041.
12. Харрис, В.Е. (2016). Галактикалардағы глобулярлық Кластерлік Жүйелер. Галактикалардың Жұлдызды Популяцияларында 240, 1-8. doi: