

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Общая астрометрия

Специальность: 03.05.01 - Астрономия
Специализация: Астрофизика и космология
Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. Бикмаев И.Ф. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Ifan.Bikmaev@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях, фундаментальных разделах математики, физики, астрономии и педагогики для решения научно-исследовательских и педагогических задач
ПК-4	Владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основы построения земной и небесной систем координат, теорию связи между ними,
- принципы работы астрометрических инструментов.

Должен уметь:

Использовать астрометрические каталоги для получения информации о координатах небесных светил, переводить небесные координаты из одной в другую (горизонтальную, экваториальную, эклиптическую, галактическую).

Должен владеть:

методами астрометрической обработки наблюдений и навыками интерпретации результатов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять методы определения координат на небесной сфере абсолютными и относительными методами

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.28 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 33 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 30 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 45 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Предмет и задачи астрометрии, связь с другими разделами астрономии.	4	4	0	0	0	0	0	2
2.	Тема 2. Системы счета времени. Определения времени с помощью астрономических наблюдений	4	6	0	0	0	0	0	4
3.	Тема 3. Классические абсолютные методы определения положений небесных тел	4	6	0	0	0	0	0	4
4.	Тема 4. Современные относительные методы и космические астрометрические эксперименты	4	4	0	0	0	0	0	4
5.	Тема 5. Вращение Земли и его влияние на пространственно-временные системы отсчета.	4	4	0	0	0	0	0	4
6.	Тема 6. Астрометрические каталоги как способы реализации пространственных систем координат	4	4	0	0	0	0	0	5
7.	Тема 7. Понятие о динамических реализациях пространственно-временных систем координат	4	2	0	0	0	0	0	3
8.	Тема 8. Нерешенные задачи астрометрии.	4	2	0	0	0	0	0	4
	Итого		32	0	0	0	0	0	30

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Предмет и задачи астрометрии, связь с другими разделами астрономии.

Предмет и задачи астрометрии, связь с другими разделами астрономии. Влияние современных достижений астрометрии на развитие смежных разделов науки - астрофизики и геофизики.

Триединая задача астрометрии - точно, много, быстро - определение наиболее точных координат наибольшего количества небесных тел за наиболее короткие сроки. Соотношения между точностями, количеством и промежутками времени для решения триединой задачи.

Астрометрические наблюдения тел Солнечной системы с целью навигации космических аппаратов для близких пролетов и посадки на поверхность астероидов, комет, спутников планет. Астрометрические наблюдения звезд нашей Галактики для определения собственных движений и кинематики звезд, принадлежащих различным подсистемам Галактики.

Астрометрические наблюдения квазаров (наиболее удаленных от нас объектов Вселенной), галактик с активными ядрами, тесных двойных звездных систем с компактными источниками (белыми карликами, пульсарами, черными дырами) с целью оптического отождествления источников жесткого рентгеновского излучения, обнаруживаемых космическими орбитальными обсерваториями.

Тема 2. Системы счета времени. Определения времени с помощью астрономических наблюдений

Системы счета времени (местное, поясное, всемирное, декретное). Вращение Земли вокруг своей оси как основной природный ритм для счета времени. Местное звездное и местное солнечное время. Поясное время, теоретические и реальные границы часовых поясов. Всемирное время гринвичского меридиана. Связь между местным, поясным и всемирным временами. Декретное время на территории России. Переходы на летнее и зимнее время в Европейских странах и России. Особенности счета времени в Татарстане (отсутствие декретного часа, использование московского времени). Учет летнего времени при фиксации моментов астрономических наблюдений.

Приборы для хранения времени - маятниковые часы, кварцевые часы, атомные часы. Проблемы стабильности хода часов. Маятниковые часы - основные приборы для регистрации моментов астрономических наблюдений в 17 - 19 веках. Астрономические маятниковые часы Шорта и Федченко, стабильность их хода. Кварцевые часы, принцип действия, старение кварца и стабильность хода кварцевых часов. Атомные часы и атомные стандарты частоты - основные приборы для регистрации моментов астрономических наблюдений в 21 веке. Хранение и передача времени в космических навигационных системах GPS и ГЛОНАСС.

Сравнение астрономического и атомного времени, обнаружение и исследование неравномерностей вращения Земли вокруг своей оси. Сезонная неравномерность вращения Земли, вековые составляющие. Колебания полюса и их вклад в ошибку определения времени. Модели внутреннего строения Земли, приливное воздействие Луны на неравномерности вращения Земли.

Тема 3. Классические абсолютные методы определения положений небесных тел

Классические абсолютные методы: теория меридианного круга, современные меридианные инструменты. Соотношение между звездным временем и прямым восхождением светила. Погрешности меридианного инструмента ? коллимация визирной линии, наклонность и азимут инструмента. Формула Майера для учета погрешностей измерений прямого восхождения светила. Учет изменения широты места наблюдений при определении склонения светил. Горизонтальный меридианный круг Пулковской обсерватории. Современные автоматические меридианные инструменты. Привязка системы оптических координат звезд к радиоастрономической системе координат далеких источников - квазаров.

Координатно-измерительные машины, "стеклянные библиотеки" - архивы фотографических наблюдений.

Принципиальное устройство координатно-измерительных машин для редукиции фотографических наблюдений.

Источники погрешности измерений координатно-измерительных машин. Проблема массовых обмеров фотографических пластинок. Автоматизированные комплексы для массовых измерений координат звезд на фотопластинках. Преимущества и недостатки редукиции наблюдений с использованием ПЗС-матриц.

Тема 4. Современные относительные методы и космические астрометрические эксперименты

Классические относительные методы: визуальные наблюдения,

фотографические наблюдения, фотоэлектрические наблюдения с ПЗС-матрицами, методы редукиции координат в фотографической астрометрии. Система опорных звезд. Проекция небесной сферы на плоскость изображения (фотопластинку). Идеальная система координат. Уравнения связи между экваториальной, идеальной и измеренной системами координат. Метод 6 постоянных. Уравнение блеска и уравнения цвета. Метод 8 и 12 постоянных. Массовые определения координат звезд относительным методом.

Современные относительные методы и космические астрометрические эксперименты: наблюдения на орбитальных обсерваториях

(астрометрическая система Космического телескопа им.Хаббла); система регистрации координат спутника HIPPARCOS. Принцип определения высокоточных относительных координат объектов в малом поле зрения космического телескопа им. Хаббла. Призма Кестнера. Метод сканирования неба в системе спутника Гиппаркос и измерения углов между светилами. Источники погрешности в регистрации моментов прохождения светил через просветы прозрачной дифракционной решетки. Точности определения относительных координат звезд космическими телескопами. Массовые высокоточные определения координат спутником Гиппаркос.

Метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой ? основа для построения инерциальной системы координат. Наземные радио и оптические интерферометры. Проблема связи оптической и радиоастрометрической систем координат.

Космические радио и оптические интерферометры - основа для определения координат звезд с наивысшей точностью в астрометрии на микросекундном уровне.

Тема 5. Вращение Земли и его влияние на пространственно-временные системы отсчета.

Направление и абсолютная величина вектора угловой скорости вращения Земли и ее влияние на пространственно-временные системы отсчета.

Общие уравнения движения абсолютно твердого тела. Уравнения Пуассона. Вращательные движения экваториальной системы координат.

Основы теории вращения Земли, параметры вращения и ориентации Земли.

Кинематическая картина вращения Земли. Движение оси фигуры относительно оси вращения и мгновенная угловая скорость абсолютно твердой Земли. Свободные и вынужденные колебания Земли. Особенности движения Луны.

Тема 6. Астрометрические каталоги как способы реализации пространственных систем координат

Астрометрические каталоги как способы реализации пространственных систем координат и их ошибки. Каталоги как реализация инерциальной системы.

Эпоха каталога. Равноденствие 2000.0 года. Фиксирование положений линии небесного экватора и точки весеннего равноденствия. Переход от наблюдаемых систем координат к инерциальной через фундаментальные каталоги. Случайные и систематические ошибки каталогов и их источники.

Геометрические реализации каталогов: каталоги звезд до эпохи открытия собственных движений. Каталог эклиптических долгот и широт Гиппарха (2 век до н.э.). Каталог Альмагест Птолемея (2 век н.э.). Исправление положений звезд за эффект лунно-солнечной прецессии. Каталоги Албатения и Аль-Сури (10 век), Толедские таблицы (11 век), Таблицы Альфонса (13 век). Каталоги Улугбека (15 век) и Тихо Браге (17 век). Каталоги европейских обсерваторий 17-18 веков по измерениям положений в экваториальной системе координат.

Тема 7. Понятие о динамических реализациях пространственно-временных систем координат

Понятие о динамических реализациях пространственно-временных систем координат: шкалы времени UT и ET и теория движения тел Солнечной системы. Точности расчета эфемеридных положений.

Неопределенность в распределении массы малых тел Солнечной системы как источник ограничения точности эфемерид.

Тема 8. Нерешенные задачи астрометрии.

Проблема астрономических постоянных. Физические величины, входящие в формулы для описания движений небесных тел. Необходимость определения этих величин из наблюдений или экспериментов. Проблема существования системы астрономических постоянных без изменений в течение длительного времени.

Нерешенные задачи астрометрии. Определение фигуры Земли. Вековое движение полюса, дрейф континентов. Обнаружение планетных систем.

Определение диаметров звезд.

Пульсары как новый астрономический эталон времени.

Распределение звезд в Галактике и их кинематические движения, вращение Галактики, проблема скрытой массы.

Астрометрические проекты будущих орбитальных обсерваторий, измерение собственных движений внегалактических объектов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

сайт Витебской астрономической обсерватории - <http://www.nevski.belastro.net/metod/astrometry.html>

Сайт Института Астрономии РАН - <http://www.inasan.rssi.ru/rus/osiris/>

сайт российской Астрономической сети - www.astronet.ru

сайт свободной энциклопедии - ru.wikipedia.org

сайт электронной библиотеки по физике и астрономии - adsabs.harvard.edu

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Цель изучения дисциплины - рассмотрение методов измерений угловых расстояний на небесной сфере, точных измерений координат светил; методов определения звездного времени; способов измерения изменений координат на небесной сфере из-за эффектов прецессии, нутации, собственного движения, абберации, параллакса, рефракции; методов построения инерциальной системы координат на небесной сфере. Для изучения дисциплины необходимы знания, полученные в результате освоения дисциплин 'Общая астрономия', 'Сферическая астрономия'.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>После каждой лекции обучающемуся следует внимательно прочитать и разобрать конспект лекций, понять и запомнить все новые определения, воспроизвести математические выводы формул самостоятельно. При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих сокурсников или обратиться за помощью к лектору.</p> <p>Материал для самостоятельного изучения следует осваивать по доступным письменным и электронным источникам с учетом рекомендаций преподавателя</p>
экзамен	<p>Рекомендуемый порядок освоения материала при подготовке к экзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучение начинается с первой темы и далее по возрастанию номера тем с учетом возрастания степени новизны и усложнения изучаемого материала; - требуется внимательное чтение и анализ лекционного материала с привлечением рекомендованной дополнительной литературы; - самостоятельное выполнение практических заданий при подготовке к письменным работам и устным опросам; - подготовка ответов на контрольные вопросы по темам к итоговому экзамену, которые предоставляются студентам заранее.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации "Астрофизика и космология".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 03.05.01 - Астрономия
Специализация: Астрофизика и космология
Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Общий курс астрономии: учебник для студентов университетов : учебное пособие для университетов различного профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В.В. Иванова; МГУ им. М. В. Ломоносова. - Изд. 4-е . - Москва : URSS : [Либроком, 2011, 2017]. - 542 с. (НБ -75 экз.).
2. Засов, А. В. Астрономия : учебное пособие / А. В. Засов, Э. В. Кононович. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - ISBN 978-5-9221-0952-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2370> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Островский, А. Б. Астрометрия: учебная практика: учебно-методическое пособие / Островский А.Б.; Под ред. Кузнецов Э.Д. - 2-е изд., стер. - Москва: Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 151 с. ISBN 978-5-9765-3200-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/951181> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Небо и телескоп / К. В. Куимов, В. Г. Курт, Г. М. Рудницкий [и др.]. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 436 с. - ISBN 978-5-9221-1734-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105014> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Солнечная система / А. А. Бережной, В. В. Бусарев, Л. В. Ксанфомалити [и др.]. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 460 с. - ISBN 978-5-9221-1722-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105010> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Чаругин, В. М. Классическая астрономия: учебное пособие / В.М. Чаругин. - Москва : Прометей, 2013. - 214 с. ISBN 978-5-7042-2400-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/536501> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Подобед, В.В. Общая астрометрия : учебник для ун-тов по спец. 'Астрономия' / В.В. Подобед, В.В. Нестеров. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1982. - 576 с. (НБ - 30 экз.).
3. Фотографическая астрометрия / Н.Г. Ризванов . Казань : Казанский университет, 1991 . - 154 с. (НБ -19 экз.).
4. Ризванов, Н.Г. Основные концепции ПЗС и фотографической астрометрии / Н. Г. Ризванов, И. Ф. Бикмаев, Ю. А. Нефедьев; Акад. наук Респ. Татарстан, Казан. гос. ун-т .- Казань: Казанский университет, 2005. - 199, [1] с. (НБ - 7 экз.).

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.