

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



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Физически переменные звезды

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: 2022

## 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): главный научный сотрудник, д.н. (доцент) Бикмаев И.Ф. (НИЛ астрофотометрии и звездных атмосфер, Кафедра астрономии и космической геодезии), Irfan.Bikmaev@kpfu.ru ; старший преподаватель, к.н. Склянов А.С. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Aleksandr.Sklyanov@kpfu.ru ; Габдеев Максим Маратович

**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
ПК-1	Владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глобальных знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-4	Владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- базовые астрономические и физико-математические теории;
- историю открытия и исследования физически переменных звёзд;
- современные методы наблюдений физически переменных звёзд;
- типы физически переменных звёзд;
- современные теории причин переменности физически переменных звёзд;

Должен уметь:

- определять типы физически переменных звёзд по кривым блеска;
- вычислять различные физические характеристики физически переменных звёзд, используя формулы их связей с другими характеристиками;
- формулировать задания на наблюдения и обрабатывать результаты наблюдений физически переменных звёзд для определения требуемых физических характеристик;

Должен владеть:

- методикой проведения теоретического исследования физически переменных звёзд, включая вывод новых, ранее неизвестных, формул.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 5 курсе в 9 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 - 55 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 53 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 9 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-тельная 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. История открытия и исследования физически переменных звёзд	9	2	0	1	0	0	0	4
2.	Тема 2. Современные методы выявления и наблюдения физически переменных звёзд: краткие сведения из астрофотометрии и астроспектроскопии	9	4	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Основные классы физически переменных звёзд: пульсирующие и эруптивные	9	2	0	2	0	0	0	4
4.	Тема 4. Пульсирующие переменные звёзды: классические цефеиды, их физическая теория	9	4	0	2	0	0	0	5
5.	Тема 5. Пульсирующие переменные звёзды: другие типы цефеид (W Девы, RR Лиры, дельта Щита, бета Цефея), их отличия от классических	9	2	0	2	0	0	0	4
6.	Тема 6. Пульсирующие переменные звёзды: долгопериодические (мириды), полуправильные и неправильные переменные гиганты и сверхгиганты	9	2	0	2	0	0	0	4
7.	Тема 7. Эруптивные переменные звёзды-карлики: UV Кита и VY Дракона	9	2	0	2	0	0	0	4
8.	Тема 8. Молодые эруптивные переменные звёзды: T Тельца и FU Ориона	9	4	0	1	0	0	0	4
9.	Тема 9. Эруптивные переменные звёзды-сверхгиганты: R Северной Короны и яркие голубые переменные S Золотой Рыбы	9	4	0	1	0	0	0	4
10.	Тема 10. Катаклизмические эруптивные переменные звёзды: новые, повторные новые, карликовые новые, поляры, симбиотические двойные	9	4	0	1	0	0	0	6
11.	Тема 11. Катаклизмические эруптивные переменные звёзды: сверхновые, их типы	9	4	0	1	0	0	0	4
12.	Тема 12. Солнце как переменная звезда: пульсационная и эруптивная составляющие	9	2	0	1	0	0	0	4
	Итого		36	0	18	0	0	0	53

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. История открытия и исследования физически переменных звёзд**

Новые и сверхновые в древних летописях. Открытие переменности Миры Давидом Фабрициусом. Открытие переменности Дельты Цефея Джоном Гудрайком. Использование фотографии для обнаружения переменных звёзд. Обозначения переменных звёзд. Каталоги переменных звёзд. Общий каталог переменных звёзд. Общее представление о системах классификации физически переменных звёзд.

## **Тема 2. Современные методы выявления и наблюдения физически переменных звёзд: краткие сведения из астрофотометрии и астроспектроскопии**

Переход от фотографической эмульсии к твердотельным приёмникам излучения. Особенности автоматической обработки цифровых изображений. Современные обзоры неба. Стирание грани между переменными и нормальными звёздами. Современные методы астрофотометрии. Относительная астрофотометрия, её современная точность. Проблема звёзд сравнения. Современные методы астроспектроскопии. Определение лучевых скоростей по эффекту Доплера, его современная точность.

## **Тема 3. Основные классы физически переменных звёзд: пульсирующие и эруптивные**

Возможные причины физической переменности звёзд. Общее представление о современной классификации физически переменных звёзд. Изменение звёздной величины и спектрального класса звезды вследствие изменения площади фотосферы и её температуры. Характерные кривые блеска физически переменных звёзд разных классов.

## **Тема 4. Пульсирующие переменные звёзды: классические цефеиды, их физическая теория**

Открытие Генриеттой Ливитт зависимости "период-светимость" для цефеид. Шкала расстояний, основанная на цефеидах, и её проблемы. Характерная кривая блеска классических цефеид, изменение спектрального класса и светимости в её различных фазах. Эволюционный статус классических цефеид, физический механизм переменности. Роль ионизованного гелия, вывод уравнений пульсаций.

## **Тема 5. Пульсирующие переменные звёзды: другие типы цефеид (W Девы, RR Лиры, дельта Щита, бета Цефея), их отличия от классических**

Отличия других типов цефеид от классических, их характерные кривые блеска, причины отличий. Проблемы шкалы расстояний, связанные с существованием различных типов цефеид. Полоса нестабильности на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Эволюционные статусы различных типов цефеид. Отношение различных типов цефеид к I и II типам звёздного населения.

## **Тема 6. Пульсирующие переменные звёзды: долгопериодические (мириды), полуправильные и неправильные переменные гиганты и сверхгиганты**

Характерные кривые блеска долгопериодических, полуправильных и неправильных переменных гигантов и сверхгигантов. Характерные времена и амплитуды переменности. Возможные физические механизмы. Расположение на диаграмме Герцшпрунга-Рассела и эволюционный статус. Долгопериодические, полуправильные и неправильные переменные гиганты и сверхгиганты как крупнейшие звёзды и объект непосредственного наблюдения дисков звёзд. Характерные детали на их дисках.

## **Тема 7. Эруптивные переменные звёзды-карлики: UV Кита и VY Дракона**

Вспыхивающие звёзды типа UV Кита как самый многочисленный тип переменных звёзд, их расположение на диаграмме Герцшпрунга-Рассела и эволюционный статус. Характерные особенности вспышек в различных диапазонах длин волн электромагнитного излучения. Возможные причины вспышек. Проксима Центавра как звезда типа UV Кита. Переменные звёзды типа VY Дракона: роль пятенной и хромосферной активности. Методы исследования запятнённости.

## **Тема 8. Молодые эруптивные переменные звёзды: T Тельца и FU Ориона**

Характерные признаки молодых эруптивных переменных звёзд типа T Тельца и FU Ориона. Особенности их спектров. Расположение на диаграмме Герцшпрунга-Рассела и эволюционный статус. Треки Хаяси. Возможные механизмы переменности. Аккреционные диски, джеты, формирование планетных систем. Связь с диффузными туманностями.

## **Тема 9. Эруптивные переменные звёзды-сверхгиганты: R Северной Короны и яркие голубые переменные S Золотой Рыбы**

Характеристика кривых блеска переменных типа R Северной Короны. Их расположение на диаграмме Герцшпрунга-Рассела и эволюционный статус. Эрупция углеродной пыли как возможный механизм переменности. Характерные признаки ярких голубых переменных. Их расположение на диаграмме Герцшпрунга-Рассела и эволюционный статус, возможные механизмы переменности.

## **Тема 10. Катаклизмические эруптивные переменные звёзды: новые, повторные новые, карликовые новые, поляры, симбиотические двойные**

Ранние представления о новых, характеристика кривых блеска. Открытие их двойственности, аккреции. Эволюционный статус компонентов новой. Предкатаклизмические двойные звёзды. Физические процессы, изменение спектра и светимости в ходе вспышки. Повторная природа вспышек. Сходство и различия типов катаклизмических переменных: новых, карликовых новых, полярных, симбиотических двойных.

## **Тема 11. Катаклизмические эруптивные переменные звёзды: сверхновые, их типы**

Характеристика кривых блеска разных типов сверхновых. Современные представления о причинах вспышек разных типов сверхновых. Предел Чандрасекара, предел массы нейтронных звёзд. Возможные предшественники сверхновых различных типов. Физические процессы, изменение спектра и светимости в ходе вспышки. Шкала расстояний, основанная на сверхновых типа Ia, её обоснование аккреционной моделью и проблемы. Столкновение двух белых карликов как альтернативная модель сверхновых типа Ia.

## **Тема 12. Солнце как переменная звезда: пульсационная и эруптивная составляющие**

Солнечная постоянная, её изменения, возможные причины изменений. Понятие о гелиосейсмологии, солнцеподобные колебания звёзд, характерные периоды и амплитуды. Пятенная и хромосферная активность Солнца. Циклы солнечной активности. Солнце как эруптивная переменная звезда типа ВУ Дракона: типичные черты и индивидуальные особенности. Роль исследований Солнца в понимании механизмов переменности других звёзд.

##### **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 планируемым результатам 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)**

- Группа по изучению переменных звезд Института астрономии Российской академии наук - <http://www.inasan.ru/divisions/vsss/gcvs/>
- Журнал "Астрономический журнал" - <http://sciencejournals.ru/list-issues/astrus/>
- Журнал "Астрофизика" - <http://www.flib.sci.am/eng/Astrophysics/Frame.html>
- Журнал "Астрофизический бюллетень" - <https://www.sao.ru/Doc-k8/Science/Public/Bulletin/BullArch.html>
- Журнал "Известия Главной астрономической обсерватории в Пулковке" - <http://www.gaoran.ru/russian/index.html>
- Журнал "Известия Крымской астрофизической обсерватории" - <http://jn.craocrimea.ru/index.php/izvcrao/issue/archive>
- Журнал "Кинематика и физика небесных тел" - <https://www.mao.kiev.ua/index.php/ua/vydannia/kinematikaitem?showall=&start=1>
- Журнал "Научные труды Института астрономии РАН" - [http://www.inasan.ru/scientific\\_activities/publications/books/](http://www.inasan.ru/scientific_activities/publications/books/)
- Журнал "Переменные звёзды" - <http://www.variable-stars.ru/db/varstars/rindex.html>
- Журнал "Письма в Астрономический журнал" - <http://sciencejournals.ru/list-issues/pisma/>
- Издание "Астрономический циркуляр" - [http://comet.sai.msu.ru/~gmr/AC/index\\_r.html.ru](http://comet.sai.msu.ru/~gmr/AC/index_r.html.ru)
- Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Общий каталог переменных звёзд - <http://www.sai.msu.su/gcvs/index.htm>
- Отдел изучения Галактики и переменных звезд Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга МГУ - <http://www.sai.msu.ru/dept/var/index.html>
- Поисковая форма Системы астрофизических данных - [http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)
- Учебное пособие "Переменные звёзды" - <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Samus/index.html>
- Центральное бюро астрономических телеграмм МАС - <http://www.cbat.eps.harvard.edu/index.html>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях студенты должны внимательно слушать преподавателя, вести запись конспектов и участвовать в устных опросах. Целью записи конспектов является обеспечение возможности дальнейшей подготовки к зачёту. Студенты, по уважительным причинам пропустившие лекцию, должны переписать конспекты у студентов, присутствовавших на лекции.
практические занятия	На практических занятиях студенты рассматривают совместно с преподавателем численные примеры на пройденные на лекциях формулы и разбирают более подробно отдельные темы. Также студенты участвуют в устных вопросах и представляют свои презентации. По завершении достаточного блока тем, на очередном занятии проводится коллоквиум.
самостоятельная работа	Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, без его непосредственного участия, но при постоянном консультировании в процессе выполнения заданий. В процессе самостоятельной подготовки к зачёту, студенты читают ранее записанные ими на лекциях конспекты, а также основную и дополнительную литературу, указанную в данной программе дисциплины. Успешность самостоятельной подготовки студента к зачёту напрямую зависит от регулярности посещения им лекций и аккуратности записи конспектов.
зачет	Зачёт проводится на основе билетов, в которые входят вопросы на все темы, пройденные на лекциях. Билеты размещены в данной программе дисциплины, при необходимости их копия может быть получена у преподавателя. Главным условием успешной подготовки студента к зачёту является наличие у него аккуратного самостоятельно записанного конспекта лекций. Отдельные детали могут быть уточнены с помощью основной и дополнительной литературы, указанной в данной программе дисциплины.

**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.

Компьютерный класс.

### **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: 2022

#### Основная литература:

1. Общий курс астрономии : учебник для студентов университетов : учебное пособие для студентов университетов различного профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - Изд. 6-е. - Москва: URSS : [ЛЕНАНД, 2017]. - 542 с. (НБ - 50 экз.) .
2. Черепашук, А. М. Тесные двойные звезды : монография : в 2 частях / А. М. Черепашук. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Часть I - 2013. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-1416-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59647> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Черепашук, А. М. Тесные двойные звезды : монография : в 2 частях / А. М. Черепашук. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Часть II - 2016. - 572 с. - ISBN 978-5-9221-1467-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91138> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Определение расстояний в астрономии : учебно-методическое пособие / Г. В. Жуков, Р. Я. Жучков; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. астрономии и косм. геодезии. - Электронные данные (1 файл: 1,98 Мб). - (Казань : Казанский федеральный университет, 2015). - Загл. с экрана. - Для 6-го семестра. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015. - Текст: электронный. - URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_46\\_A5-001021.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_46_A5-001021.pdf) (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: открытый.
5. Двойные звезды. Определение масс звезд: учебно-методическое пособие / Г. В. Жуков, Р. Я. Жучков ; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф. астрономии и косм. геодезии. - Электронные данные (1 файл: 2,73 Мб). - (Казань : Казанский федеральный университет, 2015). - Загл. с экрана. - Для 6-го семестра. - Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2015. - Текст: электронный. - URL: [http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06\\_46\\_A5-001022.pdf](http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_46_A5-001022.pdf) (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: открытый

#### Дополнительная литература:

1. Сурдин, В. Г. Звезды : учебное пособие / В. Г. Сурдин. - 2-е изд., испр.и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 428 с. - ISBN 978-5-9221-1116-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2332> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
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. Миронов, А. В. Основы астрофотометрии. Практические основы фотометрии и спектрофотометрии звезд : учебное пособие / А. В. Миронов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 260 с. - ISBN 978-5-9221-0935-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59506> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Филиппов, Б. П. Эруптивные процессы на Солнце : монография / Б. П. Филиппов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 216 с. - ISBN 978-5-9221-0093-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59278> (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**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: 2022

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.