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
_____ Д.А. Таюрский
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Космическая газодинамика

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: 2020

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Шиманская Н.Н. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Nelli.Shimanskaya@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
ПК-4	владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные физические процессы, ответственные за природу и наблюдаемые особенности космических объектов и явлений,
- строение и эволюцию звезд; состав и структуру нашей Галактики,
- методы получения астрофизической информации о космических объектах и явлениях ,
- основные понятия газодинамики

Должен уметь:

- использовать знания теоретической физики для интерпретации астрофизических наблюдений,
- пользоваться соответствующей литературой для самостоятельного изучения вопросов, возникающих на практике.

Должен владеть:

- представлениями о возможностях применения газодинамических методов в астрофизике;
- навыками самостоятельной работы.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность получать астрофизическую информацию о космических объектах и явлениях ,
- основные понятия газодинамики.
- готовность применять знания теоретической физики для интерпретации астрофизических наблюдений,
- пользоваться соответствующей литературой для самостоятельного изучения вопросов, возникающих на практике.
- способность применять газодинамические методы к решению задач астрофизики;
- способность к самостоятельной работе с литературными источниками, техническими средствами представления результатов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.20 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 6 курсе в 12 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 12 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Роль дина-мических процессов в межзвездной среде.	12	4	0	0	3
2.	Тема 2. Плоское адиабати-ческое движение газа. Инварианты Римана.	12	2	0	0	3
3.	Тема 3. Стационарные ударные волны.	12	3	0	0	4
4.	Тема 4. Уравнения магнитной газодинамики.	12	2	5	0	6
5.	Тема 5. Задачи о расширении газа в вакууме. Задача о вспышке сверхновой. Турбулентное движение и методы его исследования.	12	2	5	0	8
6.	Тема 6. Конвективная и тепловая неустойчи-вость.	12	3	2	0	4
7.	Тема 7. Устойчивость газа в поле тяготения.	12	0	3	0	4
8.	Тема 8. Движения газа в звездах.	12	2	3	0	4
	Итого		18	18	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Роль дина-мических процессов в межзвездной среде.

Роль динамических процессов в межзвездной среде. Основные понятия газовой динамики.

Система уравнений газовой динамики для плоского случая в эйлеровых координатах.

Физический смысл уравнений. Уравнения газовой динамики в лагранжевых координатах.

Различия газодинамических величин для эйлеровых и лагранжевых координат.

Упругие волны в газе. Сферические звуковые волны. Скорость звука в межзвездной среде

Тема 2. Плоское адиабати-ческое движение газа. Инварианты Римана.

Плоское адиабатическое движение газа в бесконечном пространстве. Сетка двух семейств

характеристик C- и C+ в изэнтропическом случае. Инварианты Римана. Формулы инвариантов

Римана для идеального газа с постоянной теплоемкостью. Инварианты Римана для случая изэнтропического течения. Простые волны. Волна разрежения. Профиль скорости звука и

скорости в волне разрежения.

Тема 3. Стационарные ударные волны.

Введение в газодинамику понятия об ударной волне. Стационарные ударные волны. Образование разрывов в течение газа. Профиль плотности и скорости в ударной волне. Условия сохранения массы, потока импульса и энергии на фронте ударной волны. Адиабата Гюгонио. Физические условия за фронтом сильной ударной волны. Структура ударной волны. Ударные волны с высвечиванием.

Тема 4. Уравнения магнитной газодинамики.

Плотность тока. Уравнения магнитной газодинамики. Закон электромагнитной индукции. Диффузия магнитного поля. Изменения, вызванные движением газа. Примеры диссипации магнитного поля в межзвездной среде. "Вмороженность" магнитного поля. Магнитогидродинамические и магнито-звуковые волны. Свойства альвеновских волн. Ударные волны при наличии магнитного поля. Влияние магнитного поля на сжатие газа за фронтом волны. Сильные волны и слабые газомагнитные разрывы.

Тема 5. Задачи о расширении газа в вакууме. Задача о вспышке сверхновой. Турбулентное движение и методы его исследования.

Центрированная волна разрежения как пример автомодельного жвижения. Физическая причина автомодельности движения. Условия автомодельности. Газодинамические величины в случае автомодельности движения. Профиль плотности и скорости при плоском нестационарном истечении газа в вакуум.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Задача о вспышке сверхновой звезды. Происхождение космических лучей. Эволюция оболочки сверхновой звезды. Стадии эволюции оболочки сверхновой, выделяемые по их газодинамическим особенностям. Наблюдаемые астрофизические примеры различных стадий эволюции оболочки сверхновой.

Турбулентное движение и методы его исследования. Условия перехода ламинарного движения в турбулентное. Уравнения Рейнольда и турбулентная вязкость. Феноменологическая модель турбулентности. Закон Колмогорова.

Тема 6. Конвективная и тепловая неустойчи-вость.

Турбулентное движение и методы его исследования. Роль турбулентности в генерации космических магнитных полей. Конвективная неустойчивость в космических условиях. Условие конвективной неустойчивости в несжимаемой жидкости. Число Релея. Турбулентная конвекция и перенос энергии конвекцией. Средняя длина перемешивания.Тепловая неустойчивость. Уравнения газодинамики при наличии магнитного поля. Влияние ионизации и химического состава на тепловую неустойчивость.

Тема 7. Устойчивость газа в поле тяготения.

Проблема устойчивости для космической газодинамики и методы ее исследования. Устойчивость газа в поле тяготения. Гравитационная неустойчивость. Критерий Джинса. Влияние на критерий Джинса различных факторов. Волны плотности.

Теорема о вириале и ее использование для получения условия неустойчивости. Неустойчивости

Релея-Тейлора и Кельвина-Гельмгольца.

Тема 8. Движения газа в звездах.

Строение конвективной зоны звезды и конвекция в звездных атмосферах. Обзор результатов расчетов конвективной зоны в звездах типа Солнца и более поздних классов. Колебания звезд. Взрывы в звездах. Ударные волны во внешних областях звезд и звездных оболочках. Разлет газа с поверхности звезды. Звездный ветер. Нестационарное истечение нагретого волной газа с поверхности звезды.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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

DSpace КФУ - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/23806/1/06_143_001129.pdf

DSpace КФУ - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/20317/3/06_41_001076.pdf

DSpace КФУ - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/net/32571/1/Lection14.pdf

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)

Strasbourg Astronomical Data Center (европейская поисковая и информационная база астрофизических и астрономических данных) - cdsweb.u-strasbg.fr

The SAO/NASA Astrophysics Data System (всемирная поисковая и информационная база астрофизической и спектроскопической литературы) - adsabs.harvard.edu

Интегральный каталог ресурсов Федеральный портал - http://siop-catalog.informika.ru/

Федеральный фонд учебных курсов - http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.htm

Федеральный фонд учебных курсов - http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Часть материала представляется преподавателем в виде презентаций: основные понятия, начальные условия, окончательные уравнения, краткие выводы, астрофизические проявления в космосе. Вывод уравнений осуществляется или преподавателем, или студентом у доски. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	Практическое занятие - это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории. На практических занятиях решаются задачи (у доски) на построение чертежей точки, линии, плоской фигуры, третьего вида по двум заданным, решаются позиционные задачи по плоскостным отображениям трехмерных фигур. Такие задания позволяют развивать пространственное воображение, логику мышления и являются теоретической основой построения технических чертежей. Задачей раздела 'Основные правила выполнения чертежей' является получение студентами навыков по составлению и чтению технических и строительных чертежей. Умение понимать язык чертежа и передавать на этом языке необходимые сведения обязательны для современного квалифицированного специалиста. Студенты могут использовать теоретическую информацию, знание ГОСТ, и навыки черчения при прохождении учебной и производственной практик и при выполнении ВКР. Практические занятия направлены на изучение основных стандартов 'Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)' и 'Системы проектной документации для строительства (СПДС)'и использование их при оформлении технических и архитектурно-строительных чертежей. Многие практические задания имеют индивидуальные варианты и выполняются только на аудиторных занятиях. Знания и навыки, полученные на предыдущих занятиях, используются при выполнении последующих практических заданий.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа - это индивидуальная работа студента, выполняемая без непосредственного контакта с преподавателем. Во время самостоятельной работы студентам рекомендуется изучать дополнительные материалы по изучаемому курсу, что позволит повысить уровень теоретического освоения материала и подготовиться к сдаче практических работ, зачету или экзамену. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются: подготовка сообщений и докладов к семинарским занятиям; самоподготовка по вопросам; написание рефератов; подготовка к зачету. Каждое задание по самостоятельной работе студента оцениваются на определенное количество баллов, выставляемых в журнал группы по данной дисциплине в электронный журнал в октябре, ноябре и декабре. Электронный журнал доступен студенту для просмотра.
зачет	Наиболее ответственным этапом в обучении студентов является зачетная сессия. На ней студенты отчитываются о выполнении учебной программы, об уровне и объеме полученных знаний. Залогом успешной сдачи зачета являются систематические занятия в течение семестра. Однако необходима и специальная работа в период сессии. Задачи студента в период зачетной сессии - это повторение, обобщение и систематизация изученного материала. Сначала следует внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы. Повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций, результаты практических и лабораторных занятий. Также рекомендуется составить список непонятных вопросов и задать их преподавателю для подробного разъяснения. Установите четкий ритм работы и режим дня. Разумно чередуйте труд и отдых, питание, нормальный сон и пребывание на свежем воздухе. Зачет проходит в виде устного опроса студентов по пройденному лекционному материалу и выполненным практическим работам. На зачете студенту необходимо ответить на один теоретический вопрос из числа зачетных вопросов, перечень которых указан в пункте 6.3. При подготовке студенту разрешается пользоваться лекционным материалом. На подготовку дается 10-15 минут. На зачете студент может показать преподавателю не вовремя сделанные самостоятельные задания. На зачете студент получает не более 50 баллов, за работу в течении семестра студент может набрать так же 50 баллов

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:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.20 Космическая газодинамика

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: 2020

Основная литература:

1. Бисикало Д.В., Газодинамика тесных двойных звезд / Бисикало Д.В., Жилкин А.Г., Боярчук А.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 632 с. - ISBN 978-5-9221-1404-2 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114042.html (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Фридман А.М., Физика галактических дисков / Фридман А.М., Хоперсков А.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 640 с. - ISBN 978-5-9221-1291-8 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112918.html (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

3. Мурзин В.С. Астрофизика космических лучей : учебное пособие для вузов / В.С. Мурзин - М. : Логос, 2017. - 488 с. - ISBN 978-5-98704-171-6 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987041716.html (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

4. Черепащук А.М., Тесные двойные звезды. В 2 ч. Часть I / Черепащук А.М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-1416-5 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114165.html (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. Черепащук А.М. Тесные двойные звезды. В 2ч. Часть 2 / Черепащук А.М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 572 с. - ISBN 978-5-9221-1467-7 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114677.html (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Бескин, В. С. Гравитация и астрофизика : учебное пособие / В. С. Бескин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 158 с. - ISBN 978-5-9221-1054-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2114 (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов: В 5 томах Том 2: Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин . - 6-е изд., стер. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 544 с. ISBN 978-5-9221-1514-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/470190 (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

3. Фортов, В. Е. Экстремальные состояния вещества : учебное пособие / В. Е. Фортов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 304 с. - ISBN 978-5-9221-1104-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2154 (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Зельдович Я.Б. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. - 3-е изд., исправл.- М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 656 с. - ISBN 978-5-9221-0938-3 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109383.html (дата обращения: 21.04.2020). - Режим доступа : по подписке.

5. Аминов Л.К. Термодинамика и статистическая физика : конспекты лекций и задачи : для студентов физического факультета / Л.К. Аминов; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. - Казань : Издательство Казанского государственного университета, 2008. - 179 с. (НБ - 92 экз.).

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.20 Космическая газодинамика

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: 2020

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.