

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(САО РАН)

ПРИНЯТО

решением Ученого совета
САО РАН № 404
от «20» июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН,
_____ / Г.Г. Валявин /
«___» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ»

Научная специальность

1.3.1. ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Объем занятий: Итого 72 ч. 1 1/3 нед.

Из них:

Лекций

Практических занятий

Самостоятельной работы 72 ч.

п. Нижний Архыз 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951, утвержденной Программой кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, принятой на заседании Ученого совета САО РАН.

Авторы:

- доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории астроспектроскопии В.Г. Ключкова;
- доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории спектрометрии и фотометрии внегалактических объектов А.В. Моисеев;
- кандидат физ.-мат. наук, ученый секретарь, Е.И. Кайсина.

1. Общие положения

Дисциплина «Физика космоса, астрономия» направлена на подготовку и сдачу аспирантами кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (далее – кандидатский экзамен).

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности аспиранта (соискателя ученой степени кандидата наук) к проведению научных исследований по научной специальности 1.3.1. «Физика космоса, астрономия», по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

Успешная сдача кандидатских экзаменов обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

Дисциплина «Физика космоса, астрономия» – 2.1.3. относится к элективным дисциплинам образовательного компонента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физика космоса, астрономия», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, а также элективные дисциплины: 2.1.4. Ближняя Вселенная, 2.1.5. Спектроскопия звезд и звездная эволюция, 2.1.6. Компьютерная обработка результатов измерений, 2.1.7. Астрономические светоприемники, 2.1.8. Физика массивных звезд, 2.1.9. Практическая радиоастрономия, 2.1.10. Многорежимный фокальный редуктор телескопа БТА.

Дисциплина «Физика космоса, астрономия» логически, содержательно и методически связана с последующими компонентами программы аспирантуры – 1.1. «Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание научной степени кандидата наук к защите»; 1.2. «Подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных»; с факультативными дисциплинами: 2.1.1. (Ф) Аккреционные диски в астрофизике, 2.1.2. (Ф) Активные ядра галактик, 2.1.3. (Ф) Близкие карликовые галактики: фотометрия и звездообразование, 2.1.4. (Ф) Интерферометрические методы в спектроскопии звезд, 2.1.5. (Ф) Интерферометрия астрономических объектов, 2.1.6. (Ф) Использование MATLAB в астрономии, 2.1.7. (Ф) Исследования звездного магнетизма, 2.1.8. (Ф) История астрономической спектроскопии, 2.1.9. (Ф) Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением, 2.1.10. (Ф) Методы панорамной спектроскопии, 2.1.11. (Ф) Наблюдательные проявления релятивистских объектов в оптическом диапазоне, 2.1.12. (Ф) Оптические наблюдательные методы в астрофизике, 2.1.13. (Ф) Орбитальные и стратосферные астрономические спектрографы,

2.1.14. (Ф) Практическая космология Ближней Вселенной, 2.1.15. (Ф) Современная галактическая радиоастрономия; а также с 2.2. «Практика», 3. «Итоговая аттестация».

2. Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесённые с планируемыми результатами освоения программы

№ п/п	Результаты освоения дисциплины	Результаты освоения программы
Аспирант должен знать:		
1.	монографии по разделам теоретической и практической астрофизики, истории астрономии;	РД-1, РД-2, РД-3
2.	литературу, включенную в рабочие программы дисциплин;	РД-1, РД-2, РД-3
3.	специализированные обзоры и статьи, подготовленные сотрудниками САО;	РД-1, РД-2, РД-3
4.	методы работы с астрономическими базами данных; схемы доступа к открытым ресурсам астрономической периодической литературы;	РД-1, РД-2, РД-3
5.	устройство, места размещения, оснащение и принадлежность крупнейших наземных оптических и инфракрасных телескопов;	РД-2, РД-3
6.	устройство телескопов Цейсс-1000, 6-м БТА, РАТАН-600, структуру, функции и регламентирующие документы службы эксплуатации указанных телескопов;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
7.	крупные наблюдательные проекты, выполняемые на крупнейших телескопах и наиболее важные результаты, полученные на них;	РД-2, РД-3, РД-4
8.	основы теории аберраций, общие принципы разработки оптических и радиоприборов и специфику разработки и использования навесной аппаратуры на больших современных телескопах;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
9.	устройство штатных приборов и методы наблюдений;	РД-2, РД-3, РД-4
10.	общие принципы работы современной астрономической светоприемной аппаратуры, методы калибровки и диагностики;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
11.	основные источники шумов при регистрации астрономических изображений и методы борьбы с ними; основные методы очистки одно- и двумерных сигналов от шумов;	РД-2, РД-3, РД-4
12.	основные методы очистки одно- и двумерных сигналов от шумов;	РД-2, РД-3, РД-4
13.	принципы обнаружения радиоисточников (отношение сигнал/шум, вероятности ложной тревоги и правильного обнаружения);	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
14.	современные методы получения наблюдательных данных (красное смещение, расстояние, светимость, масса) для галактик;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
15.	современные технологии получения наблюдательных данных для различных типов	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4

	массивных звезд;	
16.	методы работы с цифровыми астрономическими изображениями (прямые снимки, узкополосные изображения, изображения спектров, интерферограммы);	РД-2, РД-3, РД-4
17.	методы анализа наблюдений;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
18.	методы обработки и анализа оптических и инфракрасных наблюдений;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
19.	Фурье-методы анализа изображений;	РД-1, РД-2, РД-3
20.	методы радиоастрономических исследований в области радиоинтерферометрии (синтез изображений);	РД-1, РД-2, РД-3
21.	наиболее распространенные численные методы решения систем уравнений, полиномиальных и дифференциальных уравнений;	РД-2, РД-3
22.	основные законы, теоретические модели и современные методы исследований и математического моделирования в области астрофизики и звездной астрономии;	РД-1, РД-2, РД-3
23.	способы определения расстояний и пекулярных скоростей, оценки распределения масс и космологических параметров;	РД-1, РД-2, РД-3
24.	способы определения физических параметров массивных звезд;	РД-1, РД-2, РД-3
25.	основные компоненты приходящего радиоизлучения и их вклад на различных радиочастотах;	РД-1, РД-2, РД-3
26.	основные механизмы радиоизлучения; последние достижения в наблюдательной радиоастрономии и космологии.	РД-1, РД-2, РД-3
Аспирант должен уметь:		
27.	использовать полученные знания для анализа результатов научных исследований и решения практических задач в области физики космоса и астрономии;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
28.	использовать знания современных проблем и новейших достижений астрофизики в своей научно-исследовательской деятельности;	РД-1, РД-2, РД-3
29.	самостоятельно осуществлять поиск астрономических данных, как в соответствующих базах, так и в открытой части архивов наблюдательных данных;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
30.	самостоятельно проводить наблюдения заданного объекта на современных телескопах по различным научным программам в рамках общего наблюдательного сета и в режиме удаленного доступа;	РД-2, РД-3, РД-4
31.	корректно получать физические параметры из наблюдений;	РД-1, РД-3, РД-4
32.	получать основные данные с помощью светопринимающей аппаратуры;	РД-1, РД-3, РД-4
33.	использовать современные внегалактические базы	РД-1, РД-3, РД-4

	данных;	
34.	правила использования спектроскопических архивных данных;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
35.	использовать всемирные банки информации при проведении исследований;	РД-2, РД-3, РД-4
36.	использовать системы обработки астрономических данных, ресурсы и инструменты виртуальной обсерватории (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH и пр.);	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
37.	использовать методики анализа наблюдательных данных, полученных на различных телескопах и приборах;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
38.	получать спектрограммы сигналов и обрабатывать их;	РД-2, РД-3, РД-4
39.	обрабатывать изображения, полученные при помощи ПЗС-матриц;	РД-3, РД-4
40.	корректно обрабатывать оптические спектры и фотометрические данные;	РД-2, РД-3, РД-4
41.	вычислять основные характеристики случайных величин;	РД-2, РД-3
42.	находить корреляционные зависимости;	РД-2, РД-3, РД-4
43.	особенности получения спектроскопических данных с высоким разрешением на телескопах САО РАН;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-5
44.	общеупотребительные методы моделирования звездных атмосфер;	РД-2, РД-3, РД-4
45.	определять физические параметров массивных звезд;	РД-2, РД-3, РД-4
46.	объяснять наблюдаемые свойства радиоастрономического сигнала на основе многокомпонентного разложения с учетом вклада атмосферы, Солнечной системы, Галактики, внегалактических радиоисточников и космического микроволнового фона;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
47.	вычислять распределение энергии в спектре радиоисточника и угловые спектры мощности протяженного излучения; строить простейшие модели радиоизлучающих областей и точечных источников на небесной сфере.	РД-1, РД-2, РД-3
Аспирант должен владеть:		
48.	навыком получения и использования знаний о современных проблемах и новейших достижениях астрофизики в своей научно-исследовательской деятельности;	РД-1, РД-2, РД-3
49.	навыком обеспечения наблюдений на современных телескопах по различным научным программам;	РД-2, РД-3, РД-4
50.	навыками анализа результатов астрофизических исследований;	РД-2, РД-3, РД-4
51.	основными видами вычислений в среде MatLab и/или открытых аналогах;	РД-3, РД-4
52.	одним или несколькими математическими пакетами и/или языками программирования на уровне,	РД-3, РД-4

	достаточном для проведения базовых манипуляций с научными изображениями;	
53.	способами качественной и количественной оценки точности результатов;	РД-1, РД-2, РД-3
54.	методами статистической обработки данных;	РД-1, РД-3
55.	современными методами и программным обеспечением анализа радиоастрономических данных, включающими калибровку наблюдательных данных, получение физических характеристик объектов, моделирование механизмов излучения, графический анализ данных;	РД-1, РД-2, РД-3, РД-4
56.	навыками применения новой аппаратуры, оборудования, информационно-коммуникационных и цифровых технологий с учетом новейшего отечественного и зарубежного опыта;	РД-2, РД-3, РД-4
57.	пакетами обработки спектроскопических данных;	РД-3, РД-4
58.	навыками работы с современными внегалактическими базами данных;	РД-2, РД-3, РД-4
59.	навыками в обработке фотометрических спектроскопических оптических и инфракрасных наблюдений массивных звезд;	РД-3, РД-4
60.	методами моделей атмосфер в приближении ЛТР;	РД-1, РД-2, РД-3
61.	навыками определения расстояний до галактик по обрыву вершины ветви красных гигантов;	РД-1, РД-2, РД-3
62.	методологией выделения структур в распределении галактик и определения их физических свойств.	РД-1, РД-2, РД-3
63.	методиками анализа фотометрических наблюдений на переменность массивных звезд;	РД-2, РД-3, РД-4
64.	основными методами определения физических параметров массивных звезд на основе сравнения модельных и наблюдаемых характеристик.	РД-2, РД-3, РД-4

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 1/3 недели (72 часа).

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
		Лек.	Практ. зан-я	Сам. раб.	
1.	Приборы и методы астрофизики			6	
2.	Солнце и солнечная система			6	
3.	Звезды			6	
4.	Основы теоретической астрофизики			6	
5.	Галактика			6	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)		Формы контроля успеваемости
6.	Внегалактическая астрономия и элементы космологии		6	
7.	Приборы и методы наблюдательной астрофизики и радиоастрономии.		5	
8.	Инструменты и методы радиоастрономических наблюдений Солнца		5	
9.	Химически пекулярные звезды		5	
10.	Звезды предельной светимости		5	
11.	Звездные объекты в ИК- и радио-диапазонах		4	
12.	Внегалактическая астрономия и основы космологии		3	
13.	Физика Солнца		4	кандидатский экзамен
Итого:			72 ч	72 ч

4. Наименование и содержание практических занятий

Данный вид работы программой не предусмотрен.

5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация

5.1. Форма проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль программой не предусмотрен.

5.2. Форма проведения промежуточной аттестации

Сдача аспирантом кандидатского экзамена по научной специальности относится к оценке результатов освоения дисциплин, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

Для приема кандидатского экзамена создается комиссия по приему кандидатского экзамена (далее – экзаменационная комиссия), состав которой утверждается приказом директора САО РАН. Состав экзаменационной комиссии по приему кандидатского экзамена определяется на основании Положения об экзаменационных комиссиях САО РАН, принятого на заседании Ученого совета и утвержденного директором САО РАН.

Кандидатский экзамен проводится в устной форме в виде собеседования по экзаменационным билетам, составленным по вопросам программ испытаний.

Экзаменационный билет кандидатского экзамена по специальной дисциплине формируется в индивидуальном порядке с учетом индивидуального плана работы участника испытания. Экзаменационный билет включает в себя три вопроса основной программы и два вопроса дополнительной программы кандидатского экзамена по специальной дисциплине. В билет включается вопрос по теме диссертационного исследования участника испытания в обязательном порядке. На подготовку к ответу отводится 30 минут.

Оценка уровня знаний аспиранта определяется экзаменационной комиссией в установленном в CAO РАН порядке.

Оценка **«отлично»** выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценка **«хорошо»** выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязать теорию с практикой.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, который утверждается директором и хранятся в CAO РАН. Оценка знаний аспиранта по четырехбальной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») также фиксируется в ведомости.

Сдача кандидатского экзамена подтверждается выдаваемой на основании решения экзаменационной комиссии справкой установленной формы.

В случае неявки аспиранта по уважительной причине (при наличии подтверждающих документов) для сдачи кандидатского экзамена в срок, определенный приказом директора, он может быть допущен к сдаче кандидатского экзамена до окончания срока обучения в аспирантуре по личному заявлению на имя директора.

5.3. Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену определяется Программой кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, принятой решением Ученого совета и утвержденной директором CAO РАН.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Алтынцев А.Т., Кашапова Л.К. Введение в радиоастрономию Солнца. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2014.
2. Белл Р.Дж. Введение в Фурье-спектроскопию. М., Мир, 1975.
3. Верховданов О.В., Парийский Ю.Н., Радиогалактики и космология. М., Физматлит, 2009.
4. Воронцов-Вельяминов Б.А. «Внегалактическая астрономия». М., Наука, 1978
5. Горбацкий В. Г. Введение в физику галактик и скоплений галактик. М., Физматгиз, 1986, 256 с.
6. Горбунов Д.С., Рубаков В.А, Введение в теорию ранней Вселенной. Космологические возмущения. Инфляционная теория. М., КРАСАНД, 2010, 568 с.
7. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. М., ЛКИ, 2008, 552с.

8. Гоффмейстер К., Рихтер Г., Венцель В.. Переменные звезды. М., Наука,1990.
9. Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М., Мир,1980.
10. Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М., Мир, 1980
11. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М., изд-во МГУ, 1988.
12. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры. М., Наука, 1973.
13. Железняков В.В. Излучение в астрофизической плазме. Гл. 4,5,6,7. М., Наука, 1997.
14. Железняков В.В. Электромагнитные волны в космической плазме. Гл. 1,3,4,6. М., Наука, 1977.
15. Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии. М., Наука, 1972.
16. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. Фрязино, 2006, 496 с.
17. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. М.,1975.
18. Итоги науки и техники, т.18, М., ВИНТИ, 1981 (обзоры Засова, Аракеяна).
19. Итоги науки и техники, т.31, М., ВИНТИ, 1986 (обзоры Зельдовича, Струкова, Парийского).
20. Каплан С.А., Пикельнер С.Б. «Физика межзвездной среды». М., Наука, 1979.
21. Каплан С.А., Цытович В.Н. Плазменная астрофизика. Гл. 2. М., Наука, 1972.
22. Караченцев И.Д. Двойные галактики. М., Наука, 1987.
23. Конникова В.К., Лехт Е.Е., Силантьев Н.А., Практическая радиоастрономия. М., Изд-во МГУ, 2011, 340с.
24. Краус Дж., «Радиоастрономия», М., Сов.Радио, 1972.
25. Крупномасштабная структура Вселенной. /Ред. Лонгейр М., Эйнасто Я. М., Мир, 1981.
26. Крюгер А. Солнечная радиоастрономия и радиофизика. М., Мир,1984.
27. Куликовский П.Г., «Звездная астрономия», М., Наука, 1985.
28. Липунов В.М.. Астрофизика нейтронных звезд. М., Наука, 1987.
29. Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий. М., Мир, 1984.
30. Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология. М., Физматлит, 2010. 404 с.
31. Манчестер Р., Тейлор Дж. «Пульсары». М., Мир, 1980.
32. Марочник Л.И., Сучков А.А., «Галактика», М., Наука, 1986.
33. Мартынов Д.Я., «Курс общей астрофизики», М., Наука, 1988.
34. Мартынов Д.Я., «Курс практической астрофизики», М., Наука, 1977.
35. Масевич А.Г., Тутуков А.В. Эволюция звезд: теория и наблюдения. М, Наука, 1988.
36. Михалас Д. «Звездные атмосферы». М., Мир, 1982.
37. Москаленко Е.И. «Методы внеатмосферной астрономии». М., Наука, 1984.
38. Насельский П.Д., Новиков Д.И., Новиков И.Д.. Наблюдательные основы современной космологии. М., Наука, 2003, 390 с.
39. Пахольчик А. «Радиогалактики». М., Мир, 1980.
40. Пибблс Дж. Структура Вселенной в больших масштабах, пер. с англ. М., Мир, 1983.
41. Присли Е. «Солнечная магнитодинамика». М., Наука, 1981.
42. Прист Э.Р. Солнечная магнитогидродинамика. Пер. с англ. Гл. 7,8,9,10. М., Мир, 1985.
43. Происхождение и эволюция галактик и звезд. / Ред. Пикельнер С.Б. М., Наука. 1976.
44. Розенберг Г.В. Вектор–параметр Стокса (Матричные методы учета поляризации излучения в приближении лучевой оптики). УФН, т. LVI, вып. 1, с.77-110, 1955.
45. Рузмайкин А.А., Соколов Д.Д., Шукуров А.М., «Магнитные поля галактик». М., Наука, 1988.
46. Саслау Ч. Гравитационная физика звездных и галактических систем. М., 1989.
47. Сим Э., Триттон К. Детекторы слабого излучения в астрономии. М., Мир, 1986.
48. Соболев В.В., «Курс теоретической астрофизики». М., Наука, 1985.

49. Спитцер Л. Физические процессы в межзвездной среде. М., Мир, 1981.
50. Томпсон Р., Моран Дж., Свенсон Дж. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии. М.: Мир, 1989.
51. Уокер Г. Астрономические наблюдения. М., Мир, 1990.
52. Христиансен У., Хегбом И. «Радиотелескопы». М., Мир, 1988.
53. Шапиро С.А., Тьюколски С.А. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды. М., Мир, 1985.
54. Шаров А.С. Туманность Андромеды. М., Наука, 1982.
55. Шерклифф У. Поляризованный свет. М., Мир, 1965, 274 с.
56. Щеглов П.В., «Проблемы оптической астрономии». М., Наука, 1986.
57. Ягер К. Де. Звезды наибольшей светимости. М., Мир, 1984.

6.2. Перечень дополнительной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины

1. Барышев Ю.В., Теерикорпи П. Фрактальная структура Вселенной. Очерк развития космологии. Нижний Архыз, САО РАН, 2005.
2. Галактики. / Сб. под ред. Сурдина В.Г.- М.: Физматлит, 2013.
3. Звезды. Сборник/ Ред.-сост. Сурдин В.Г. изд. 2-е, испр. и доп. М.: Физматлит, 2009.
4. Ключкова В.Г., Исследование физики и эволюции звезд на 6-м телескопе БТА. Астрофизический бюллетень, Т.67, №4, с.399-428, 2012.
5. Космические мазеры. / Сб. под ред. Слыша В.И. М.: Мир, 1973.
6. Рольфе К. «Лекции по теории волн плотности» М., Мир, 1980.
7. Романюк И.И. Магнитные CP-звезды Главной последовательности II. Физические параметры и химический состав атмосфер. Астрофизический бюллетень, Т.62, №1, с.72-101, 2007.
8. Романюк И.И. Магнитные CP-звезды Главной последовательности III. Результаты измерений магнитных полей, Астрофизический бюллетень, Т.65, №4, с.368-402, 2010.
9. Романюк И.И. Магнитные CP-звезды главной последовательности. I. Методы диагностики магнитных полей. Бюлл. Спец. астрофиз. обсерв., Т.58, с.64-69, 2005.
10. Романюк И.И., Кудрявцев Д.О., Семенко Е.А. Магнитные поля химически пекулярных звезд. II: Магнитные поля и вращение звезд с сильными и слабыми аномалиями в распределении энергии в континууме. Астрофизический бюллетень, Т.64, №3, с.247-271, 2009.
11. Романюк И.И., Семенко Е.А., Кудрявцев Д.О. Результаты измерений магнитных полей CP-звезд, выполненных на 6-м телескопе. I. Наблюдения 2007 года. Астрофизический бюллетень, Т.69, №4, с.451-463, 2014.
12. Рудницкий Г.М. Конспект лекций по курсу «Радиоастрономия». Нижний Архыз, Изд. CYGNUS, 2001, 208с.
13. Сомов Б.В. Космическая электродинамика и физика Солнца. М., Изд-во МГУ, 1993, 287с.
14. Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН: 40 лет. Сборник/ Ред. Балега Ю.Ю.-Нижний Архыз, САО РАН, 2006.
15. Трушкин С.А. Наблюдения и теория радиоизлучения звезд. Лекции для студентов-практикантов. САО, 2001.
16. Уилсон Т., Рольфе К., Хюттмейстер С. Инструменты и методы радиоастрономии, перевод с англ. под ред. Трушкина С.А. (при участии Верходанова О.В.), 5-е издание. М., Физматлит, 2012, 567с.
17. Физика космоса. / Ред. Р.А. Сюняев и др. 2-е изд., перераб. и доп. М., Сов. энциклопедия, 1986, 783 с.
18. Ядерная астрофизика. / Ред. Барнс Ч., Клейтон Д., Шрамм Д. –М.: Мир, 1986.
19. Bogod V.M., Stupishin A.G., Yasnov L.V. On Magnetic Fields of Active Regions at

- Coronal Heights. Solar Phys., 276, 61, 2012.
20. Galactic and Extragalactic radio astronomy, Eds. Gerrit L. Verschuur, Kenneth I. Kellermann.-Springer New York, 1988.
 21. ISO's view on stellar evolution. Astrophys. Space Sci., v.255, 1997/1998.
 22. Mediavilla E. et al. 3D Spectroscopy in Astronomy, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011.
 23. Proceedings of Nobeyama Symposium, NBO Report 479, «Solar physics with radio observations», ed. by T.Bastian, N.Gopalswamy and K.Shibasaki, December 1999.
 24. S.Kwok. Proto-planetary nebulae. Ann. Rev. Astron. Astrophys., vol.31, p.63.
 25. Struck C., Galaxy collisions, Physics Reports, Vol. 321, No. 1 - 3, p. 1 – 137.
 26. Trippe S. Polarization and polarimetry: a review, Journal of the Korean Astronomical Society, v.47, pp. 15-39, 2014.
 27. van der Veen V.E.C.J., Habing H.J. The IRAS two-colour diagram as a tool for studying late stages of stellar evolution. Astron. Astrophys., vol.194, p.125. 1988.

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- Сеть Астронет: <http://www.astronet.ru/db/msg/1169494/index.html#Contents>
- Астрофизическая информационная система ADS: <https://ui.adsabs.harvard.edu/>

7. Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, профессиональных баз данных

- База данных HyperLeda: <http://leda.univ-lyon1.fr/>
- База данных по внегалактическим объектам NED: <http://ned.ipac.caltech.edu/>
- База данных объектов за пределами Солнечной системы SIMBAD: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
- Звёздный каталог VIZIER: <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
- Слоановский цифровой небесный обзор SDSS: <http://www.sdss.org/>
- Архив обзора неба Pan-STARRS: <https://outerspace.stsci.edu/display/PANSTARRS/>

8. Материально-техническое обеспечение

- компьютер;
- выход в Интернет и интранет CAO РАН в лабораторных корпусах;
- сервер общего доступа для обработки и хранения данных;
- текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки CAO РАН;
- оборудование научно-исследовательских лабораторий CAO РАН.

9. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких аспирантов.

Адаптированная рабочая программа входит в структуру адаптированной программы аспирантуры, которая разрабатывается под потребности конкретного обучающегося по его личному заявлению или решению комиссии по определению вида инклюзии и условий обучения сразу после зачисления такого аспиранта на 1 курс.

Порядок разработки адаптированной рабочей программы определяется локальным нормативным актом.