

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Основы радиоастрономии

Код модуля
1147801(1)

Модуль
Физика межзвездной среды и радиоастрономия

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
2	Парфенов Сергей Юрьевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Преподаватель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- Парфенов Сергей Юрьевич, Преподаватель, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Основы радиоастрономии

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Коллоквиум	2
		Дискуссия	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Основы радиоастрономии

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-2 -Владеет методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук	З-1 - Изложить основные методы физического, математического и алгоритмического моделирования У-1 - Самостоятельно применять методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач	Дискуссия № 1 Дискуссия № 2 Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-3 -Способен к интенсивной научной и научно-	З-1 - Характеризовать основные принципы ведения научной и научно-исследовательской деятельности	Дискуссия № 1 Дискуссия № 2 Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2

исследовательской деятельности		Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений	З-1 - Привести примеры основных методов наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений	Дискуссия № 1 Дискуссия № 2 Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	З-1 - Характеризовать прикладные аспекты научных исследований У-1 - Способен совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в основе прикладных аспектах научных исследований	Дискуссия № 1 Дискуссия № 2 Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум 1</i>	9,14	80
<i>дискуссия 1</i>	9,10	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>дискуссия 2</i>	9,8	20
<i>коллоквиум 2</i>	9,12	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		

Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям –не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям –не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения

	обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практически/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные параметры антенн.
2. Устройства с заполненной апертурой.
3. Радиоинтерферометры.
4. Хронометрирование пульсаров.
5. Проекты наблюдений астрономических объектов в коротковолновой части радиодиапазона.
6. Проекты наблюдений астрономических объектов в длинноволновой части радиодиапазона.

Примерные задания

Антенные температуры и плотности потоков космических источников; Ослабление излучения атмосферой Земли; Излучение Солнца, планет и звезд

Параметры однозеркальных радиотелескопов; Шумы аппаратуры, чувствительность; Угловое разрешение интерферометров

Рассеяние электронами; Расчет реальных скоростей разлета внегалактических источников
LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Коллоквиум № 1

Примерный перечень тем

1. Яркость и поток радиоизлучения.
2. Перенос излучения. Общие соотношения.
3. Излучение абсолютно черного тела.
4. Излучение микроволнового фона.
5. Радиометры.
6. Радиоинтерферометры.

Примерные задания

Солнце является почти идеальным абсолютно черным телом с температурой $T=5800$ К и радиусом $R=0.00465$ а.е. Марс также можно приближенно считать абсолютно черным телом с температурой T_m , излучающим почти столько же энергии, сколько он получает от

Солнца. Расстояние между Солнцем и Марсом можно считать равным $d=1.52$ а.е.
Значение T_M равно:

$$1) T_M = (T^4 R^2 / (4d^2))^{0.25} \sim 225 \text{ К}$$

$$2) T_M = - T R^2 / d^2 \sim - 0.05 \text{ К}$$

$$3) T_M = T d / R \sim 1.9 \times 10^6 \text{ К}$$

$$4) T_M = - T d / R \sim - 1.9 \times 10^6 \text{ К}$$

Марс можно приближенно считать абсолютно черным телом с температурой $T_M=225$ К, излучающим почти столько же энергии, сколько он получает от Солнца. При максимальном сближении с Землей угловой диаметр Марса составляет $d=18$ угловых секунд. Оценка плотности потока излучения Марса наблюдаемого с Земли на частоте $\nu=15$ ГГц при его максимальном сближении с Землей (S) составляет:

$$1) S = T_M = 225 \text{ К}$$

$$2) S = \pi d^2 2 k T_M \nu^2 / (4c^2) \sim 9.3 \times 10^{-26} \text{ Ватт/(Гц м}^2) = 9.3 \text{ Ян}$$

$$3) S = - \pi d k T_M \nu^2 / c^2 \sim - 2.1 \times 10^{-21} \text{ Ватт/(рад Гц м}^2)$$

$$4) S = - \pi d^2 2 k T_M \nu^2 / (4c^2) \sim - 9.3 \times 10^{-26} \text{ Ватт/(Гц м}^2) = - 9.3 \text{ Ян}$$

где k – постоянная Больцмана (1.3806×10^{-23} Дж/К); c – скорость света в вакууме (3×10^5 км/с)

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Области ионизованного водорода.
2. Радиоизлучение пыли.
3. Радиоизлучение звезд и Солнца.
4. Синхротронное излучение.
5. Эффект Комптона.

Примерные задания

Оценка меры эмиссии (EM) для области ионизованного водорода, имеющей электронную концентрацию $N_e=10^3$ см⁻³ и размер $S=1$ пк, составляет:

$$1) EM = - S = - 1 \text{ пк}$$

$$2) EM = S N_e^2 = 10^6 \text{ пк/см}^6$$

$$3) EM = S / N_e^{200} = 10^{-600} \text{ пк см}^{600}$$

$$4) EM = - S / N_e^2 = - 10^{-6} \text{ пк смб}$$

Функция Планка (В) имеет вид:

$$B = 2 hv^3 / (c^2 (\exp(hv/(kT)) - 1))$$

Какое из приближений этой функции справедливо при $hv \ll kT$:

$$1) B \sim - 2 hv^3 / (c^2 \exp(hv/(kT)))$$

$$2) B \sim 2 kT v^2 / c^2$$

$$3) B \sim - 1 / T$$

$$4) B \sim - 1 / v^2$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Дискуссия № 1

Примерный перечень тем

1. Свойства пульсаров.
2. Хронометрирование пульсаров.

Примерные задания

Мощные импульсы излучения пульсаров длительностью $t=10$ нс наблюдаются на Земле с плотностью потока $S=10^{-22}$ Ватт/(Гц/м²)=10 кЯн на частоте $\nu=5$ ГГц. Область излучения не может быть больше расстояния, которое преодолевает свет за 10 нс. Оценка яркостной температуры излучения пульсара, T_b , если он находится на расстоянии от Земли равном $R=3.086 \times 10^{19}$ м=1 кпк, составляет:

$$1) T_b = S (R/(c t))^2 c^2 / (2 \pi k \nu^2) \sim 4.4 \times 10^{35} \text{ К}$$

$$2) T_b = S = 10 \text{ кЯн}$$

$$3) T_b = - S (R/t) / (\pi k \nu) \sim - 1.4 \times 10^{18} \text{ К}$$

$$4) T_b = - S = - 10 \text{ кЯн}$$

где k – постоянная Больцмана (1.3806×10^{-23} Дж/К); c – скорость света в вакууме (3×10^8 км/с)

В ясный, холодный день на радиотелескопе ГВТ были проведены наблюдения калибровочного источника излучения, плотность излучения которого равна $S=1$ Ян. Измеренная в результате этих наблюдений плотность потока излучения калибровочного источника составила $S_{obs}=0.8$ Ян. Угол возвышения телескопа составлял $h=50$ градусов. Оценка атмосферной непрозрачности в направлении на зенит, τ_{atm} , при этих наблюдениях составляет:

1) $\tau_{\text{auz}} = - \ln(\text{Sobs} / S) \cos(90^\circ - h) = 0.17$

2) $\tau_{\text{auz}} = - \text{Sobs} = 0.8 \text{ Ян}$

3) $\tau_{\text{auz}} = - \text{Sobs} \cos(h) / S = - 0.51$

4) $\tau_{\text{auz}} = - S = - 1 \text{ Ян}$

Вычислить меру дисперсии пульсара, имеющего заданное положение в Галактике.
LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Дискуссия № 2

Примерный перечень тем

1. Особенности переноса излучения в спектральных линиях.
2. Рекомбинационные радиолнии.
3. Линия HI.
4. Радиолнии молекул.
5. Мазерные радиолнии.

Примерные задания

Вычислить время наблюдений на 20м телескопе в Онсала, необходимое для регистрации излучения объекта в линии CO большой оптической толщины при заданном размере, расстоянии и кинетической температуре.

Вычислить значение шума при наблюдениях с заданным спектральным разрешением, системной температурой и временем накопления.

Коэффициент эффективности антенны телескопа в главном лепестке диаграммы направленности равен $n = 0.7$. Антенная температура при наблюдениях некого источника составила $T_a = 10 \text{ К}$. Какова при этом будет антенная температура в главном лепестке диаграммы направленности T_{mb} :

1) $T_{mb} = - n T_a = - 7 \text{ К}$

2) $T_{mb} = T_a / n = 14.2 \text{ К}$

3) $T_{mb} = T_a = 10 \text{ К}$

4) $T_{mb} = - T_a = - 10 \text{ К}$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Яркость и поток радиоизлучения.

2. Перенос излучения. Общие соотношения.
 3. Излучение абсолютно черного тела.
 4. Излучение микроволнового фона.
 5. Основные параметры антенн.
 6. Радиотелескопы-рефлекторы.
 7. Устройства с заполненной апертурой.
 8. Радиометры.
 9. Радиointерферометры.
 10. Области ионизованного водорода.
 11. Радиоизлучение пыли.
 12. Радиоизлучение звезд и Солнца.
 13. Синхротронное излучение.
 14. Эффект Комптона.
 15. Излучение внегалактических источников в радиоконтинууме.
 16. Свойства пульсаров.
 17. Хронометрирование пульсаров.
 18. Особенности переноса излучения в спектральных линиях.
 19. Рекомбинационные радиолинии.
 20. Линия HI.
 21. Радиолинии молекул.
 22. Мазерные радиолинии.
 23. Проекты наблюдений астрономических объектов в коротковолновой части радиодиапазона.
 24. Проекты наблюдений астрономических объектов в длинноволновой части радиодиапазона.
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-3	3-1	Дискуссия № 1 Дискуссия № 2 Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Практические/семинарские занятия