

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 01.11.2023 14:28:41  
Уникальный программный ключ:  
fceb25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

**ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»**  
**БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**

Утверждено:  
на заседании кафедры высшей математики и  
физики  
протокол № 4 от 23.11.2022 г.  
Зав. кафедрой подписано ЭЦП / Чудинов В.В.

Согласовано:  
Председатель УМК  
факультета физики и математики  
подписано ЭЦП / Бигаева Л.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**для очной формы обучения**

Основы астрофизики  
Обязательная часть

---

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

---

Направленность (профиль) подготовки  
Информатика, физика

---

Квалификация  
Бакалавр

---

Разработчик (составитель) <u>Старший преподаватель</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	<u>подписано ЭЦП / Красильников В.А.</u> (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2020,2021 г.

Бирск 2022 г.

Составитель / составители: Красильников В.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и физики  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании  
кафедры \_\_\_\_\_,  
протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Ф.И.О/

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся).....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине .....	12
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.....	12
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.....	13
4.3. Рейтинг-план дисциплины .....	21
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	21
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	21
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины.....	22
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	22

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Научные основы педагогической деятельности	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8);	ОПК-8.1. Знать научные основы педагогической деятельности, предметную область базовых дисциплин и (или) дисциплин, актуальных для освоения основных дисциплин профиля	Знать как осуществлять педагогическую деятельность на основе знаний по астрофизике
		ОПК-8.2. Уметь использовать специальные научные знания для осуществления педагогической деятельности	Уметь использовать знания по основам астрофизики для осуществления педагогической деятельности
		ОПК-8.3. Владеть опытом и навыками осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний	Владеть навыками осуществления педагогической деятельности на основе знаний основ астрофизики

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Основы астрофизики» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на \_\_\_5\_\_\_ курсе в \_\_\_9\_\_\_ семестре.

Цель изучения дисциплины: формирование у студентов системы знаний, умений и навыков в области астрофизики, необходимых для осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»  
БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Основы астрофизики» на 9 семестр

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	57.7
лекций	28
практических/ семинарских	0
лабораторных	28
контроль самостоятельной работы (КСР)	0
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	1.7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	51.5
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	34.8

Форма контроля:

Экзамен 9 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Лек	Лаб	Эк	КоР	СР С			
5 курс / 9 семестр									
1	Пространственно-временные масштабы астрофизики								
1.1	Астрофизика как междисциплинарная наука  Предмет изучения астрофизики и её цель, задачи, методы исследования. Краткая история возникновения, становления и развития астрофизики, связанной с астрономией, физикой и химией.	4	2			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Решение задач, Лабораторная работа
1.2	Характерные пространственные и временные масштабы астрофизики.  Основные единицы для измерения расстояний и продолжительности времени в астрофизике. Характерные расстояния, времена и массы астрофизики.	4	2			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач

2	Излучение и поглощение электромагнитных волн в среде. Физические ограничения астрономических наблюдений								
2.1	<p>Электродинамическое описание излучения объектов</p> <p>Шкала электромагнитных волн. Классическая и квантовая теории формирования, распространения и обнаружения электромагнитных волн.</p>	2	4			4	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач
2.2	<p>Особенности теплового излучения тела и переноса излучения в среде</p> <p>Законы Рэлея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана и Кирхгофа для теплового излучения тела. Плотность энергии и давление равновесного излучения абсолютно черного тела. Особенности переноса излучения в космической среде.</p>	2	4			4	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач
2.3	<p>Использование телескопов в различных диапазонах электромагнитного спектра</p> <p>Задачи, решаемые при помощи телескопов: а) сбор на приемнике излучения как можно большего количества световой энергии; б) отделение положения изображений источников друг от друга; в) выделение сигнала от отдельного источника среди естественного шума.</p>	2	4			4	Осн. лит-ра №№ 1,2	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач

2.4	<p>Радиотехнические и рентгеновские телескопы и их астрофизические возможности</p> <p>Прием космического излучения в пределах окна прозрачности земной атмосферы для радиоволн в диапазоне от мм до декаметров с помощью радиотелескопов. Параболические и синфазные антенны радиоизлучения. Особенности функционирования рентгеновских телескопов в космической среде.</p>	2	4		4	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач
3	Особенности межзвездной среды. Физические характеристики звезд.							
3.1	<p>Физика разреженной космической плазмы</p> <p>Возникновение в оптически тонкой разреженной среде излучения в запрещенных линиях атомов. Важнейшая запрещенная линия межзвездной среды - радиолиния нейтрального (атомарного) водорода 21 см.</p>	2	2		5.5	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Решение задач, Лабораторная работа
3.2	<p>Космические лучи и синхротронное излучение</p> <p>Космические лучи как заряженные частицы высокой энергии, приходящие либо от Солнца либо из межзвездного пространства. Электронная компонента космических лучей, обусловленная</p>	2	2		6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач

	движением релятивистского электрона в магнитном поле, приводящая к возникновению синхротронного излучения.								
3.3	Особенности образования звезд  Масса и химический состав звезды - плазменных шаров, находящихся в равновесном состоянии. Образование звезд в результате гравитационной (джинсовской) неустойчивости в холодных плотных молекулярных облаках. Сжатие протозвезды останавливается с началом термоядерных реакций превращения водорода в гелий.	4	2			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Лабораторная работа, Решение задач
3.4	Физические характеристики стационарных звезд  Нормальные звезды, состоящие из невырожденного вещества (идеального газа), в недрах которых идут термоядерные реакции синтеза, и вырожденные звезды (белые карлики, нейтронные звезды), равновесие которых поддерживается давлением квантово-механически вырожденных фермионов.	4	2			6	Осн. лит-ра №№ 1,2 Доп. лит-ра № 1	Решение задач	Решение задач, Лабораторная работа
4	Контрольная работа				1	0.5			
5	Экзамен			1		36			
Итого по 5 курсу 9 семестру		28	28	1	1	88			

Итого по дисциплине	28	28	1	1	88			
---------------------	----	----	---	---	----	--	--	--

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции: Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8);

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения (Экзамен)			
		2 (Неудовлетворительно)	3 (Удовлетворительно)	4 (Хорошо)	5 (Отлично)
ОПК-8.1. Знать научные основы педагогической деятельности, предметную область базовых дисциплин и (или) дисциплин, актуальных для освоения основных дисциплин профиля	Знать как осуществлять педагогическую деятельность на основе знаний по астрофизике	Знания не сформированы	Знания недостаточно сформированы, несистемны	Знания сформированы, но имеют отдельные пробелы и неточности	Знания полностью сформированы
ОПК-8.2. Уметь использовать специальные научные знания для осуществления педагогической деятельности	Уметь использовать знания по основам астрофизики для осуществления педагогической деятельности	Умения не сформированы	Умения не полностью сформированы	Умения в основном сформированы	Умения полностью сформированы
ОПК-8.3. Владеть опытом и навыками осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний	Владеть навыками осуществления педагогической деятельности на основе знаний основ астрофизики	Владение навыками не сформировано	Владение навыками неуверенное	Владение навыками в основном сформировано	Владение навыками уверенное

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-8.1. Знать научные основы педагогической деятельности, предметную область базовых дисциплин и (или) дисциплин, актуальных для освоения основных дисциплин профиля	Знать как осуществлять педагогическую деятельность на основе знаний по астрофизике	Решение задач, Контрольная работа
ОПК-8.2. Уметь использовать специальные научные знания для осуществления педагогической деятельности	Уметь использовать знания по основам астрофизики для осуществления педагогической деятельности	Контрольная работа, Лабораторная работа, Решение задач
ОПК-8.3. Владеть опытом и навыками осуществления педагогической деятельности на основе специальных научных знаний	Владеть навыками осуществления педагогической деятельности на основе знаний основ астрофизики	Контрольная работа, Лабораторная работа, Решение задач

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10;

Шкалы оценивания:

для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

### Контрольная работа

Задачи по астрофизике. + по спутникам.

К/р 1 сем.

К/р 2 сем.

Контрольная работа № 1

1. Оцените в сантиметрах астрономическую единицу измерения расстояния.

2. Оцените в сантриметрах парсек.

3. Оцкеите в сантиметрах классический радиус электрона.
4. Определить характерное время жизни звезды типа Солнце.
5. Составить и решить уравнение переноса электромагнитного излучения в случае, когда среда только излучает.
6. Решить уравнение переноса, когда функция источника постоянна в среде.
7. Оценить предельные случаи и свойства функции Планка для равновесного излучения абсолютно черного тела.
8. Построить геометрическую модель лучей в простейшей телескопической оптической системе.
9. Выделить структурные элементы радиотелескопа и их функции.
10. Рассмотреть структурные элементы рентгеновского телескопа и их функции.
11. Определить видимую звездную величину Солнца.
12. Оценить вероятность регистрации  $n$  квантов света за время  $t$  астрономического наблюдения по статистике Пуассона.
13. Перечислить причины отсутствия локального термодинамического равновесия в межзвездной плазме.
14. Оценить напряженность крупномасштабного магнитного поля галактики.
15. В чем основная причина вмороженности магнитного поля в межзвездной среде.
16. Почему возможно излучение в запрещенных спектральных линиях атомов межзвездной среды.
17. Постройте физическую модель радиолинии нейтрального водорода 21 см, являющейся запрещенной линией межзвездной среды.
18. Срставить уравнение переноса с учетом индуцированного излучения атомов водорода межзвездной среды.
19. В чем состоит специфика нагрева и охлаждения газа межзвездной среды?
20. Какой физический механизм преобладал в ранней Вселенной на радиационно-доминированной фазе до момента рекомбинации?

#### Контрольная работа № 2

1. Чем отличаются нормальные звезды от вырожденных?
2. Какова основа подразделения звезд на спектральные классы, обозначаемые латинскими буквами O, B, A, F, G, K, M?
3. Выделить условия фрагментации сжимающегося облака при образовании звезд.
4. Оценить радиус и светимость непрозрачной или имеющей фотосферу протозвезды.
5. Оценить температуру в центре Солнца.
6. Оценить условия гидростатического и теплового равновесия стационарных звезд.
7. Справедлива ли для спутника на стационарной орбите вокруг Земли теорема об отрицательной теплоемкости.
8. Показать возможность ядерных реакций в центре Солнца из-за эффекта квантовомеханического эффекта туннелирования волновой функции под кулоновский барьер.
9. Оценить временные отрезки этапов внутризвездного протон - протонного цикла Ганса Бете.
10. Охарактеризовать цепочку ядерных реакций во внутризвездном углерод - азот - кислородном цикле.
11. Оценить время диффузии фотонов из центра Солнца.
12. Постройте физическую модель процесса образования тяжелых химических элементов в внутризвездных ядерных реакциях и при взрывах сверхновых звезд.
13. Почему нейтронизация вещества является одним из основных физических процессов, приводящих к потере устойчивости или коллапсу ядер звезд на поздних стадиях их эволюции.
14. Выделите условия возникновения белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр после завершения термоядерной эволюции в недрах звезд.
15. Постройте физическую модель пульсара - одиночной вращающейся нейтронной звезды с сильным магнитным полем.
16. Выделите физические свойства квазаров - космических радиоисточников с малыми угловыми размерами.

17. Постройте астрофизическую модель Солнца.
18. Выделите астрофизические особенности планет Солнечной системы.
19. Постройте астрофизическую модель Луны.
20. Выделите астрофизические особенности околоземного космического пространства и их влияние на функционирование искусственных спутников Земли..

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

### Контрольная работа

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.

#### Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены выше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

### Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности

#### Задача.1

Известны из астрофизического эксперимента спектральные данные звезды, видимая звездная величина  $M$ , годичный параллакс  $p$ . Имея эти данные, определите массу звезды  $m_3$ .

Решение. По закону всемирного тяготения, установленному Исааком Ньютоном (1643, Вулсторп - 1727, Кенсингтон) для пробного тела с массой  $m_п$  на поверхности звезды справедливо

соотношение  $m_п g = G m_п m_3 / R^2$ , где  $g$  - ускорение силы тяжести на поверхности звезды,  $G$  -

гравитационная постоянная,  $R$  - радиус звезды, что следует найти. Из предыдущего равенства следует  $m_3 = (g/G)R^2$ . Известно, что светимость звезды  $L$  можно вычислить по формуле  $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ , где  $\sigma$  - постоянная Сьефана - Больцмана. По формуле Нормана Погсона (1829, Ноттингем - 1891, Ченнаи) отношение светимостей звезды и Солнца выражается формулой  $(L/L_\odot) = 10^{0,4(M_\odot - M)}$ , где  $M$  - абсолютная звездная величина звезды,  $M_\odot = 5^m$  - абсолютная звездная величина Солнца,  $m$  - видимая звездная величина. Соотношение между абсолютной и видимой звездными величинами следующее:  $M = m - 5 \lg r + 5$ , где  $r$  - расстояние до звезды в парсеках, обратно пропорциональное годичному параллаксу. В итоге, после алгебраических преобразований получаем окончательный результат:

$$m_3 = (g/4\pi\sigma GT^4)L_\odot 10^{0,4(M_\odot - (m + 5 \lg r + 5))}.$$

#### Задача 2

Состоящее из атомарного водорода облако в межзвездной среде имеет максимальную лучевую концентрацию атомов или количество атомов, находящихся в столбе с основанием  $1^2$ , равную  $3 \cdot 10^{26}/1^2$ . Облако из атомарного водорода имеет форму шара, плотность газа в облаке везде одинакова. При спектральном наблюдении облака на длине волны 21 см обнаружилось, что ширина спектральной линии составляет 0,1 мм. Исходя из этих данных, оцените массу облака из атомарного водорода.

Решение. Согласно современной физике ширина спектральной линии позволяет найти характерную скорость  $v$  движения атомов в космическом облаке атомарного водорода. Спектральная линия расширяется из-за доплеровского смещения, поэтому  $v/c = \Delta\lambda/\lambda$ , где  $c = 3 \cdot 10^{10}$  см/с - скорость света,  $\lambda = 21$  см,  $\Delta\lambda = 0,05$  мм - половина ширины линии. Отсюда получаем, что  $v = 6 \cdot 10^6$  см/с. Согласно теореме вириала для устойчивой самогравитирующей системы сумма удвоенной средней кинетической энергии и средней потенциальной энергии равна нулю. Предполагая, что все атомы космического облака имеют скорость  $v$ , и зная, что потенциальная энергия однородного гравитирующего шара массы  $M$  и радиуса  $R$  равна  $-(3/5) \cdot (GM^2/R)$ , где  $G$  - гравитационная постоянная, получаем равенство  $2 \cdot (Mv^2/2) - (3/5) \cdot (GM^2/R) = 0$ , откуда  $v^2 = (3/5) \cdot (GM/R)$ . Максимальная лучевая концентрация  $N$  будет в центре облака, причем её можно выразить как  $N = (M/((4/3)\pi R^3)) \cdot 2R \cdot (1/m)$ , где  $m$  - масса атома водорода. Выразив из этого соотношения и формулы для скорости атомов водорода, получим для массы облака выражение  $M = (25v^4)/(6nG^2Nm)$ . Подставив в это выражение числовые данные, получим ответ  $M = 6 \cdot 10^{38}$  г, что примерно равно  $2 \cdot 10^5$  масс Солнца.

#### Задача 3

Почему все искусственные спутники Земли, кроме стационарных, имеют эллиптические, а не круговые орбиты?

Решение. Круговая орбита, расположенная над экватором Земли ( $0^\circ$  широты) или геостационарная орбита, находясь на которой искусственный спутник Земли обращается вокруг планеты с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения Земли вокруг оси. В горизонтальной системе координат направление на искусственный спутник не изменяется ни по азимуту, ни по высоте над горизонтом - спутник как бы "висит" в небе неподвижно. Расчет геостационарной орбиты искусственного спутника производится на основе второго закона И.Ньютона, закона всемирного тяготения и кинематики вращательного движения материальной точки. Спутниковая антенна, однажды направленная на искусственный спутник, все время остается направленной на него.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

#### Решение задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.

### Критерии оценки

**5 баллов** выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.

**4 баллов** выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

**3 баллов** выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.

**1 балл** выставляется студенту, если: задача решена неправильно.

**0 баллов** выставляется студенту, если: задача не решена.

## Лабораторная работа

### Лабораторная работа № 2

Изучение спектра испускания атома водорода

Цель работы: исследовать спектральный состав излучения атомов водорода - основного химического элемента межзвездной среды и ядер типичных звезд.

Приборы и принадлежности: облучатель, в котором установлена водородная лампа с источником питания, для получения высокого напряжения высокой частоты, узел юстировки, устройство измерительное в виде серийно выпускаемого монохроматора.

Краткое введение

Расчет длины волны спектральных линий серий атома водорода производится на основе законов, правил квантовой физики и решения дифференциального уравнения Шредингера. Из диаграммы энергетических уровней атома водорода можно выделить переходы, соответствующие спектральным линиям серий Лаймана, Бальмера, Пашена, Брэкета и Пфунда.

Методика и техника лабораторных измерений

1. Включить лабораторную установку.
2. Поворачивая ручку регулировки яркости по ходу часовой стрелки зажечь водородную лампу и выставить необходимую яркость свечения лампы.
3. Через окуляр монохроматора, вращая ручку измерения длин волн, наблюдать линии спектра излучения водорода.
4. Просканировать весь наблюдаемый спектр водорода.
5. Лабораторные измерения спектра водорода провести два раза данные усреднить.
6. Результаты спектральных измерений занести в соответствующую таблицу.
7. Сравнить расчетные и экспериментальные значения найденных длин волн излучения водорода для спектральных линий серии Бальмера.
8. Сформулировать вывод из результатов проделанной лабораторной работы.

### Лабораторная работа № 3

Изучение поглощения космического излучения в свинце

Цель работы: изучение зависимости интенсивности падающего на Землю космического излучения от толщины пройденных им свинцовых пластин.

Приборы и принадлежности: система счетчиков Гейгера - Мюллера, позволяющая регистрировать космические частицы, летящие в заданном направлении, свинцовые пластинки, лимб со шкалой угла поворота.

Краткое введение

Космические лучи - это заполняющие все космическое пространство микрочастицы с высокой энергией. В пределах солнечной системы космическое излучение изотропно в пространстве и постоянно во времени, равно  $2 - 4$  частиц/см<sup>2</sup>. Космическое излучение состоит в основном из протонов (более 90%) и альфа-частиц (около 7%). Малое процентное содержание космического

излучения составляют: тяжелые ядра, электроны, позитроны, нейтрино и гамма-кванты. Солнечные космические лучи имеют малую энергию, но большую интенсивность. Вторичное космическое излучение возникает вследствие прохождения первичных космических лучей через атмосферу по пути к Земле и имеет следующие составляющие: 1) адронная компонента, состоящая из нуклонов и мезонов; 2) жесткая или мюонная компонента, возникающая в результате распада заряженных пионов; 3) мягкая или электрон - фотонная компонента, возникающая из-за распада нейтральных пионов с образованием квантов высокой энергии.

Методика и техника лабораторных измерений

1. Включить установку.
2. Выставить время измерения 900 с с помощью кнопок "+" и "-".
3. Произвести счет импульсов космических лучей, каждый раз увеличивая число пластин на их пути.
4. Каждый опыт провести три раза и лабораторные данные занести в соответствующую таблицу.
5. По экспериментальным данным построить кривую поглощения космического излучения в свинце.
6. Сформулировать вывод из результатов проделанной лабораторной работы.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания лабораторной работы

#### Лабораторная работа

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты работы.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с компьютером и графическими редакторами, применения знания на практике, анализа результатов работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты работы, формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи;
- **0** баллов выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты работы и формулировать выводы, проследить причинно-следственные связи.

## Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 5 курс / 9 семестр

1. Предмет астрофизики и её цель.
2. Задачи и методы астрофизических исследований.
3. Связь астрофизики с астрономией, физикой и химией.
4. Краткая история возникновения, становления и развития астрофизики.
5. Основные единицы для измерения расстояний и продолжительности времени в астрофизике.
6. Характерные расстояния, времена и массы астрофизики.
7. Солнечные единицы массы, радиуса и светимости.
8. Пространственно-временные характеристики планет Солнечной системы.
9. Шкала электромагнитных волн в космическом пространстве.
10. Классическая теория формирования, распространения и обнаружения электромагнитных волн.
11. Квантовая теория формирования, распространения и обнаружения электромагнитных волн.
12. Законы Рэлея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана и Кирхгофа для теплового излучения тела.
13. Плотность энергии и давление равновесного излучения абсолютно черного тела.
14. Коэффициенты излучения, поглощения и оптическая толщина.
15. Уравнение переноса при наличии излучения и поглощения.
16. Решения уравнения переноса излучения для простых случаев.
17. Задачи, решаемые при помощи телескопов: сбор на приемнике излучения как можно большего количества световой энергии.
18. Задачи, решаемые при помощи телескопов: отделение положения изображений источников друг от друга.
19. Задачи, решаемые при помощи телескопов: выделение сигнала от отдельного источника среди естественного шума.
20. Прием космического излучения в пределах окна прозрачности земной атмосферы для радиоволн в диапазоне от мм до декаметров с помощью радиотелескопов.
21. Параболические антенны радиоизлучения.
22. Параболические и синфазные антенны радиоизлучения.
23. Синфазные антенны радиоизлучения.
24. Рентгеновские телескопы с зеркалами косоугольного падения.
25. Функциональные возможности рентгеновских телескопов.
26. Пропорциональные газонаполненные счетчики.
27. Сцинтилляционные детекторы как инструменты астрофизики.
28. Возникновение в оптически тонкой разреженной среде излучения в запрещенных линиях атомов.
29. Важнейшая запрещенная линия межзвездной среды - радиолиния нейтрального (атомарного) водорода 21 см.
30. Космические лучи как заряженные частицы высокой энергии, приходящие от Солнца.
31. Космические лучи как заряженные частицы высокой энергии, приходящие из межзвездного пространства.
32. Электронная компонента космических лучей, обусловленная движением релятивистского электрона в магнитном поле.

33. Синхротронное излучение.
34. Масса звезд.
35. Химический состав звезд - плазменных шаров, находящихся в равновесном состоянии.
36. Образование звезд в результате гравитационной (джинсовской) неустойчивости в холодных плотных молекулярных облаках.
37. Сжатие протозвезды останавливается с началом термоядерных реакций превращения водорода в гелий.
38. Нормальные звезды, состоящие из невырожденного вещества (идеального газа), в недрах которых идут термоядерные реакции синтеза.
39. Белые карлики.
40. Нейтронные звезды.
41. Синтез гелия из водорода в звездах.
42. Стадия термоядерного горения водорода в ядре звезды.
43. Ядерные реакции в центре звезды.
44. Квантовомеханического туннелирования волновой функции под кулоновский барьер солнца.

Образец экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РФ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ Кафедра высшей математики и физики	
Дисциплина: Основы астрофизики очная форма обучения 5 курс 9 семестр	Курсовые экзамены 20__-20__ г. Направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) Профиль: Информатика, физика
<b>Экзаменационный билет № 1</b> 1. Задачи и методы астрофизических исследований. 2. Рентгеновские телескопы с зеркалами косоугольного падения.	
Дата утверждения: __.__.____	Заведующий кафедрой _____

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания экзамена

Экзамен

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей,

терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов.

Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

### 1.3. Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>1</b>	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>		5	4	3	2	2	2	2	2	1
<b>3</b>			5	4	3	3	3	2	2	2
<b>4</b>				5	4	4	3	3	3	2
<b>5</b>					5	5	4	4	3	3
<b>6</b>						5	5	4	4	3
<b>7</b>							5	5	4	4
<b>8</b>								5	5	4
<b>9</b>									5	5
<b>10</b>										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

## 2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература

1. Мурзин, В.С. Астрофизика космических лучей : учебное пособие / В.С. Мурзин. - Москва : Логос, 2007. - 489 с.- URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84789>
2. Задачи и методические указания по астрофизике [Электронный ресурс] / БашГУ; сост. Ф. К. Закирьянов. — Уфа : РИО БашГУ, 2008. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ

возможен через Электронную библиотеку БашГУ .—  
<URL:<https://elib.bashedu.ru/dl/corp/ZakiriyarovZadach.iMetUkPoAvtofizike.2008.pdf>>.

### Дополнительная литература

1. Абачиев С. К. Концепции современного естествознания. Учебная литература для ВУЗов Ростов-на-Дону: Издательство «Феникс», 2012 Объем: 352 стр.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bashedu.ru/>.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rsl.ru/>.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/>.
7. Национальная платформа открытого образования proed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://npoed.ru/>.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edu.bashkortostan.ru/>.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

### Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия  
[https://www.google.com/intl/ru\\_ALL/chrome/privacy/eula\\_text.html](https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html)
2. Office Professional Plus - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159-ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021
3. Windows - Договор №0301100003620000022 от 29.06.2020, Договор № 2159- ПО/2021 от 15.06.2021, Договор №32110448500 от 30.07.2021

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 218(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации, Для практических занятий	Проектор aser/arm media projector-4, учебная мебель, ноутбук, колонки в комплекте, экран. Программное обеспечение

		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Windows</li> <li>3. Браузер Google Chrome</li> </ol>
Аудитория 218 а(ФМ)	Для хранения оборудования	<p>Компьютер в сборе, дальномер лазерный bosch, учебная мебель, учебно-наглядные материалы, цифровая фотокамера canon - 450.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Windows</li> </ol>
Аудитория 301 Читальный зал (электронный каталог)(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>Компьютеры в сборе, учебная мебель, сканер hp scanjet g2410.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Браузер Google Chrome</li> <li>2. Office Professional Plus</li> </ol>
Аудитория 321(ФМ)	Для консультаций	<p>Системный блок ceieron 1800, проектор optoma x316, экран, учебная мебель, телескоп.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Windows</li> <li>3. Браузер Google Chrome</li> </ol>
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	<p>Компьютеры в сборе, нетбук lenovo, сканер mustek, учебная мебель.</p> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Office Professional Plus</li> <li>2. Windows</li> <li>3. Браузер Google Chrome</li> </ol>