

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



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Астрофизика Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Сахибуллин Н.А.

**Рецензент(ы):**

Жуков Г.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" 201\_\_ г

Регистрационный № 652417

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Сахибуллин Н.А.  
Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической  
геодезии , Nail.Sakhibullin@kpfu.ru

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения студентами дисциплины (модуля) Астрофизика являются:

- формирование представлений о строении и составе окружающего нас мира: от Солнечной системы до наблюдаемой границы Вселенной;
- получение основных сведений о методах определения фундаментальных параметров звезд, как температуры, массы и радиусы;
- изучение имеющихся зависимостей между параметрами звезд: диаграмма Герцшпрунга-Рессела, соотношения масса-светимость и масса-радиус;
- изучение эволюции звезд и химической эволюции Вселенной;
- знакомство с элементами наблюдательной космологии.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Курс ' Астрофизика ' относится к вариативной части общепрофессионального цикла (Б1.В.ДВ3), базируется на изучении физики. Является обобщающей дисциплиной естественно-научного плана.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки ;

В результате освоения дисциплины студент:

### **1. должен знать:**

- строение и состав как отдельных компонентов, так и Вселенной в целом;
- основные этапы эволюции звезд и других объектов Вселенной;

### **2. должен уметь:**

- интерпретировать наблюдательные данные об объектах Вселенной;

### **3. должен владеть:**

- знаниями о структуре Вселенной;
- методами определения фундаментальных параметров звезд и др. объектов;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- к работе с современными образовательными и информационными технологиями;
- к эксплуатации современной астрофизической аппаратуры и оборудования;
- к использованию современных методов обработки и анализа сигналов, поступающих с астрофизической аппаратурой;
- к решению задач, связанных с использованием информации, полученной при помощи астрофизической аппаратуры.

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Связь астрофизики и физики. Задачи астрофизики.	2	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Солнечная система	2	2-3	4	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Звездные величины и показатели цвета. Определение расстояний в астрономии	2	4-5	4	0	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Понятие о двумерной спектральной классификации звезд. Диаграмма температура-светимость. Двойные звезды. Сотношение масса-светимость.	2	6-7	4	0	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
5.	Тема 5. Определение температуры и радиусов звезд	2	8-9	5	0	0	Коллоквиум
6.	Тема 6. Основные характеристики Солнца. Солнце как звезда.	2	10	2	0	0	Тестирование
7.	Тема 7. Эволюция звезд. Скопления звезд.	2	11-12	4	0	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Строение Галактики.	2	13-14	4	0	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Классификация галактик. Скопления галактик. Наблюдательная космология.	2	15-16	4	0	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Современные телескопы и светоприемники. Перспективные проекты.	2	17	3	0	0	Коллоквиум
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Связь астрофизики и физики. Задачи астрофизики.

#### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Астрофизика как земная физика, пролонгированная на масштабы Вселенной. Отличия астрофизики в изучаемых объектах и явлениях: большие диапазоны пространства, времени, плотностей и температур. Отсутствие прямого эксперимента. "Машина времени" астрофизики. Солнце и наша Галактика типичные объекты Вселенной.. Термоядерная энергетика звезд"Основные "заповеди" современной астрофизики. ближайшие задачи астрофизики: проверка ОТО, расширение Вселенной, новая физика?

### Тема 2. Солнечная система

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Солнечная система (СС). Законы Кеплера. Основные группы тел СС и их характеристики. Физические свойства -размеры, массы, плотности. Параметры орбит - размеры, периоды и эксцентриситеты. Карликовые планеты и астероиды (два пояса). Кометы, поступление вещества в межпланетную среду. Планеты земной группы и планеты гиганты. Закономерности строения и состава СС. Правило Тициуса-Боде.

### Тема 3. Звездные величины и показатели цвета Определение расстояний в астрономии

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Понятие о звездной величине и ее связь с физическим характеристиками излучения. Звездные величины: монохроматическая, гетерохромная и болометрическая. Понятие о фотометрической системе и показателе цвета. Определение расстояний в астрономии: прямые и косвенные методы, их точность и ограничения. Тригонометрический и цефеидный параллаксы. Масштабы во Вселенной .

### Тема 4. Понятие о двумерной спектральной классификации звезд Диаграмма температура-светимость. Двойные звезды. Сотношение масса-светимость.

#### лекционное занятие (4 часа(ов)):

Понятие о двумерной спектральной классификации звезд. Диаграмма "температура-светимость". Двойные звезды: визуальные, спектральные и фотометрические. Определение масс двойных звезд. Зависимость "масса-светимость" и ее ограничения. Особые случаи в тесных двойных системах (ТДС): геометрия Роша, вращение линии апсид, скорость вращения звезд в ТДС, релятивистские объекты в ТДС, планеты у других звезд, черная дыра в центре нашей Галактики.

### **Тема 5. Определение температуры и радиусов звезд**

#### **лекционное занятие (5 часа(ов)):**

Понятие об абсолютно черном теле (АЧТ). Законы излучения АЧТ: закон Планка, закон смещения Вина, закон Стефана-Больцмана. Определение температуры в приближении АЧТ. Эффективная температура по моделям звездных фотосфер звезд: Бальмеровский скачок и наклон Пашеновского континуума.. Прямой метод определения  $T_{\text{eff}}$ . Понятие об астроклимате. Интерферометрические методы определения радиусов звезд Фотометрический радиус звезд. Современные звездные интерферометры и их первые результаты на примере интерферометра CHARA.

### **Тема 6. Основные характеристики Солнца. Солнце как звезда.**

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные характеристики Солнца: масса, радиус, температура. Вращение Солнца. Грануляция, пятна, факелы, протуберанцы. Магнитное поле и пятенная активность Солнца. Модель динамо. Солнце как звезда.

### **Тема 7. Эволюция звезд. Скопления звезд.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Эволюция звезд. Реакции синтеза Не. Протон-протонный цикл. СНО - цикл. Реакции на тяжелых ядрах. Железный пик. Основные этапы эволюции Солнца. Эволюция массивных звезд. Финальные стадии эволюции звезд; белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Вспышки Сверхновых. Эффекты селекции на диаграмме температура- светимость. Функция светимости. Скопления звезд. Динамическая эволюция рассеянных звездных скоплений (РЗС). Роль РЗС в эволюции звездного населения диска Галактики. Схема формирования РЗС.

### **Тема 8. Строение Галактики.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Строение нашей Галактики. Диск Галактики: звезды и межзвездная среда, Кривая вращения диска Галактики. Масса Галактики. Сферическая составляющая Галактики: субкарлики, шаровые скопления. Спиральная структура, волны плотности. Устойчивость Галактики, проблема скрытой массы. Предполагаемые носители скрытой массы.

### **Тема 9. Классификация галактик. Скопления галактик. Наблюдательная космология.**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Морфологическая классификация галактик Хаббла.. Местная система. Скопления галактик. Активные галактики и квазары. Наблюдательная космология: расширение Вселенной (закон Хаббла); реликтовое (микроволновое) излучение. Крупномасштабная структура Вселенной - распределение скоплений галактик и квазаров. Гравитационное линзирование.

### **Тема 10. Современные телескопы и светоприемники. Перспективные проекты.**

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Современные телескопы: монтировки, многозеркальная и адаптивная оптика. Орбитальные обсерватории. Перспективные проекты в астрономии..

### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
---	-------------------	----------	-------------------	---------------------------------------	-------------------------	---------------------------------------

астрофизики и физики. Задачи астрофизики.

инзбурга В.Л.

N	Раздел дисциплины	Се-мestr	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Солнечная система	2	2-3	Работа со сборником статей акад. Г инзбурга В.Л.	4	собеседование
3.	Тема 3. Звездные величины и показатели цвета	2	4-5	Работа со сборником статей акад. Г инзбурга В.Л.	4	собеседование
	<b>5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения</b>					
	Основная образовательная технология - лекционная подача материала. Лекционный материал подается в форме видеоряда с последующими комментариями; проводятся интерактивных занятий: лекция-визуализация, проблемная лекция. классификации звезд 4. звезд Диаграмма температура-светимость 5. двойные звезды 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов Соотношение масса-светимость					
	<b>Тема 1. Связь астрофизики и физики. Задачи астрофизики.</b>				5	коллоквиум
	Определение собеседование, примерные вопросы:	2	8-9	подготовка к коллоквиуму		
	<b>ВОРОБЬЕВЫ КОЛЛОКВИУМЫ</b>			Пространственно-временные масштабы в астрофизике		OK-1
	<b>Тема 2. Солнечная система</b>					
	Основные собеседование, примерные вопросы: 6. характеристики Строение Солнца	2	10	Работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Состав Солнечной системы.	2	собеседование
	<b>Тема 3. Звездные величины и показатели цвета</b>			<b>Определение расстояний в астрономии</b>		
	собеседование, примерные вопросы: Основные понятия, связанные с работой с малой энциклопедией Физика? Как он используется в астрофизике? Сколько звезд?	2	11-12	Задачи малой энциклопедией Физика? Как он используется в астрофизике? Сколько звезд?	4	собеседование
	<b>Тема 4. Понятие о двумерной спектральной классификации звезд. Диаграмма температура-светимость. Двойные звезды. Соотношение масса-светимость.</b>			работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Составление Тригонометрический метод определения расстояний. Щефейндовый параллакс. OK-10	4	
	Тема 5. Определение температуры звезд. Классификация галактик. Скопления звезд.			работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Составление Тригонометрический метод определения расстояний. Щефейндовый параллакс. OK-10	4	собеседование
	<b>Тема 6. Основные характеристики Солнца. Солнце как звезда.</b>			работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Составление Тригонометрический метод определения расстояний. Щефейндовый параллакс. OK-10	4	собеседование
	Современные телескопы и светоприемники.			работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Составление Тригонометрический метод определения расстояний. Щефейндовый параллакс. OK-10	3	коллоквиум
	<b>Тема 7. Эволюция звезд. Скопления звезд.</b>			работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Составление Тригонометрический метод определения расстояний. Щефейндовый параллакс. OK-10	3	
	Масса как основополагающий параметр состояния и эволюции звезд. Эволюция звезд солнечной массы. ПК-2			работа с малой энциклопедией Физика космоса по тематике. Составление Тригонометрический метод определения расстояний. Щефейндовый параллакс. OK-10	3	

## **Тема 8. Строение Галактики.**

собеседование, примерные вопросы:

Строение Галактики. Характеристики диска и гало Галактики: распределение в пространстве, типы звезд, характер вращения. Роль межзвездной среды в Галактике. ОК-10

## **Тема 9. Классификация галактик. Скопления галактик. Наблюдательная космология.**

собеседование, примерные вопросы:

Классификация галактик. Основные свойства различных классов галактик. Расширяющаяся Вселенная. Наблюдательные аспекты космологии. Строение Вселенной. ОК-8

## **Тема 10. Современные телескопы и светоприемники. Перспективные проекты.**

коллоквиум , примерные вопросы:

Коллоквиум по темам 6-10 ОК-1

## **Итоговая форма контроля**

зачет (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Текущий контроль осуществляется:

- по посещениям лекций
- по результатам коллоквиумов.

Промежуточная аттестация - не предусмотрена

Итоговый контроль - экзамен. Вопросы в ПРИЛОЖЕНИИ 1

Вопросы к экзамену по астрофизике

1. Строение и состав Солнечной системы. Планеты земной группы и планеты-гиганты. Химсостав планет. Спутники планет. Астероиды. Кометы.
2. Понятие звездной величины. Соотношение Погсона. Шкала звездных величин. Показатель цвета. Абсолютная звездная величина, ее связь с видимой звездной величиной и расстоянием. Тригонометрический (абсолютный) метод определения расстояний. Фотометрические методы определения расстояний (цефеидный метод, метод сверхновых?). Межзвездное поглощение света.
3. Энергетическая диаграмма атома водорода, поглощение и излучение квантов. Спектральная классификация звезд. Диаграмма "температура-светимость".
4. Двойные звезды. Определение масс звезд (3 закон Кеплера). Диаграмма "масса-светимость". Черная дыра в центре нашей Галактики. Планеты у других звезд.
5. Абсолютно черное тело и его температура. Определение температур звезд (закон смещения Вина, прямой метод, метод моделей звездных фотосфер).
6. Понятие об астроклимате. Определение фотометрических радиусов звезд на основе закона Стефана-Больцмана. Интерферометрические определения радиусов звезд.
7. Основные сведения о Солнце. Магнитная ( пятенная) активность Солнца. Источники энергии Солнца и звезд. Краткая схема эволюции Солнца. Особенности эволюции звезд малых масс (меньше Солнца) и больших масс.
8. Строение нашей Галактики (диск, сферическая составляющая). Скопления звезд и их особая роль в эволюции Галактики. Спиральная структура Галактики. Межзвездная среда в Галактике.
9. Классификация галактик. Квазары. Расширение Вселенной (закон Хаббла, реликтовое радиоизлучение). Крупномасштабная структура Вселенной.

Литература.

1. Засов А.В., Кононович. Э.В. Курс общей астрономии.
2. Астрономия. Энциклопедия. Аванта+.

### **7.1. Основная литература:**

1. Общий курс астрономии: учебник для студентов университетов: учебное пособие для университетов различного профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз; под ред. В.В. Иванова; МГУ им. М. В. Ломоносова. - Изд. 6-е. - Москва: URSS: ЛЕНАНД, 2017. - 542 с.: ил.
2. Засов А.В. Общая астрофизика: учебное пособие для студентов вузов / А. В. Засов, К. А. Постнов. - Фрязино: Век 2, 2006. - 496 с.: ил.
3. Засов, А.В. Астрономия: учебное пособие / А.В. Засов, Э.В. Кононович. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. ? URL: <https://e.lanbook.com/book/2370>
4. Сурдин, В.Г. Звезды: учебное пособие / В.Г. Сурдин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 428 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2332>
5. Небо и телескоп: учебное пособие / К.В. Куимов, В.Г. Курт, Г.М. Рудницкий, В.Г. Сурдин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 424 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2707>
6. Концепции современного естествознания: Учебник / В.М. Найдыш. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 704 с.: ил. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/240013>

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Засов А.В.Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов; МГУ, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга. - 3-е изд., [испр. и доп.]. - Фрязино: Век 2, 2015. - 573 с.: ил.
2. Общий курс астрономии: учебное пособие / Э. В. Кононович, В. И. Мороз; Под ред. В. В. Иванова. - Москва: Едиториал УРСС, 2001. - 544 с.
3. Курс практической астрофизики: учебник для студентов / Д. Я. Мартынов. - Издание 3-е, переработанное. - Москва: Наука, 1977. - 544с. : ил., табл.
4. Бескин, В.С. Осесимметричные стационарные течения в астрофизике: учебное пособие / В.С. Бескин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 384 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2113>
5. Бескин, В.С. Гравитация и астрофизика: учебное пособие / В.С. Бескин. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 158 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2114>

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Засов А.В., Постнов К.А., Общая астрофизика, 2006 - eLIBRARY

Латышев А.Н., Леонова Л.Ю., Астрофизика, 2013 - eLIBRARY

сайт электронной библиотеки по физике и астрономии - adsabs.harvard.edu

Сотникова Р.А., Введение в астрофизику, 2007 - eLIBRARY

Физика космоса, энциклопедия - <http://www.astronet.ru/db/FK86/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Астрофизика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Ноутбук/персональный компьютер; мультимедийный проектор с экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения).

Автор(ы):

Сахибуллин Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.

Рецензент(ы):

Жуков Г.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" 201 \_\_ г.