

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Космология СЗ.Б.23

Специальность: 011501.65 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: специалист

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Менжевицкий В.С.

**Рецензент(ы):**

Сахибуллин Н.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No

Казань

2015

## 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) старший преподаватель, б/с Менжевицкий В.С.  
Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии, vt@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) космология являются:

- ? ознакомление студентов с историей развития представлений о Вселенной;
- ? формирование представления о современном научном понимании структуры Вселенной;
- ? ознакомление с основами современных физических теорий, на которых базируется современная космология;
- ? формирование представления о новейших наблюдательных данных, позволяющих делать выводы об эволюции Вселенной;
- ? формирование представления о современном положении в физике элементарных частиц;
- ? обучение студентов критическому анализу возможных космологических гипотез о происхождении и развитии Вселенной;
- ? ознакомление студентов с последними открытиями в космологии (темная материя, темная энергия)

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "С3.Б.23 Профессиональный" основной образовательной программы 011501.65 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 5 курсе, 9, 10 семестры.

Дисциплина относится к циклу С3 (профессиональный цикл).

Изучению данной дисциплины должно предшествовать изучение следующих физико-математических дисциплин: математический анализ, тензорный анализ, численные методы, физика (все разделы), теоретическая физика (электродинамика, квантовая физика, теория поля); дисциплин общекультурного профиля: история астрономии, история мировой культуры; профессиональных дисциплин: общая астрономия, теория эволюции звезд, радиоастрономия, внегалактическая астрономия, современные методы наблюдений

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью представлять современную картину мира на основе целостной системы естественно-научных знаний
ПК-1 (профессиональные компетенции)	обладать способностью ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПСК-1.1	обладать знанием физической картины мира и современных представлений об эволюции Вселенной на различных пространственно-временных масштабах
ПСК-1.2	обладать знанием основных физических процессов, ответственных за природу и наблюдаемые особенности космических объектов и явлений

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПСК-1.3	обладать знанием современных представлений о строении и эволюции Солнца, солнечной системы, звезд, межзвездной среды, галактик и других космических объектов
ПСК-4.1	обладать наличием глубокого представления о составе, структуре и эволюции звезд и звездных систем в нашей Галактике и других галактиках

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- ? основные исторические вехи в формировании представлений о Вселенной;
- ? положения современной теории рождения и эволюции Вселенной;
- ? основные наблюдательные и экспериментальные факты, подтверждающие современные теории;
- ? наиболее значимые направления экспериментов по исследованию структуры Вселенной.

2. должен уметь:

- ? аргументировано излагать основные аспекты современной картины мира;
- ? самостоятельно находить и анализировать сообщения о результатах астрономических наблюдений и экспериментов в области физики высоких энергий для повышения своей квалификации;
- ? вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии, физики, математики и других естественных наук;
- ? применять полученные знания в своей профессиональной области.

3. должен владеть:

- ? терминологическим аппаратом в области космологии и физики высоких энергий;
- ? методами астрономического и физического исследования при анализе теорий строения и эволюции Вселенной на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин;
- ? наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений;
- ? методами критического анализа космологических теорий.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

владеть основными компетенциями

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

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

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 9 семестре; зачет в 10 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	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Предмет и методы космологии.	9	13	2	2	0	
2.	Тема 2. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной. Уравнение движения.	9	14	4	4	0	
3.	Тема 3. Основы общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна.	9	15	4	3	0	
4.	Тема 4. Релятивистские космологические модели. Уравнения Фридмана и сводка моделей.	9	16	4	2	0	
5.	Тема 5. Распространение фотонов во Вселенной.	9	17	3	2	0	
6.	Тема 6. Горячая Вселенная. Свойства реликтового излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.	10	1	0	2	0	устный опрос
7.	Тема 7. Современные представления о физике элементарных частиц. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.	10	2	0	4	0	контрольная работа
8.	Тема 8. Ранняя Вселенная. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Основные периоды эволюции ранней Вселенной.	10	3	0	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Наблюдаемая распространенность элементов.	10	4	0	3	0	устный опрос
10.	Тема 10. Современные представления о составе Вселенной. Роль скрытой массы и "темной энергии".	10	5	0	2	0	контрольная работа
	Итого			17	26	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение. Предмет и методы космологии.

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

Введение. Исторический обзор. Предмет и методы космологии. Связь космологии с другими науками. Философские аспекты космологии.

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

Парадоксы классической физики: гравитационный парадокс, фотометрический парадокс. Разрешение парадоксов.

### Тема 2. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной. Уравнение движения.

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

Локальные свойства космологических моделей. Космологический принцип. Однородность и изотропность Вселенной. Наблюдательные факты. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной

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

Качественное рассмотрение уравнений движения. Точные решения уравнений движения для некоторых частных случаев (критическая плотность, нулевая плотность). Влияние давления. Роль частных решений на разных стадиях эволюции Вселенной. Зависимость сценария эволюции Вселенной от отношения плотности вещества к критической плотности.

### Тема 3. Основы общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна.

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

Основы общей теории относительности (ОТО): Основные принципы ОТО. Криволинейные координаты. Векторы и тензоры в римановом пространстве. Поднятие и опускание индекса. Свертка. Пространство Минковского.

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

Уравнения Эйнштейна (общие принципы получения). Тензор энергии-импульса. 4 - скорость. Предел слабого поля. Тензор Римана, тензор Риччи, связность.

### Тема 4. Релятивистские космологические модели. Уравнения Фридмана и сводка моделей.

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

Релятивистские космологические модели: Тензор энергии-импульса Вселенной. Метрика однородной и изотропной Вселенной. Пространство постоянной кривизны. Кривизна реального пространства. Метрический тензор.

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

Получение уравнений Фридмана из уравнений Эйнштейна. Сводка моделей. Космологическая постоянная, ее влияние на решение уравнений.

**Тема 5. Распространение фотонов во Вселенной.**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Распространение фотонов во Вселенной: Красное смещение и уменьшение импульса. Горизонт.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Наблюдаемые величины. Космологические тесты.

**Тема 6. Горячая Вселенная. Свойства реликтового излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Горячая Вселенная: Свойства реликтового излучения. Определение параметров космологических моделей по зависимости величины неоднородности реликтового фона от углового размера. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.

**Тема 7. Современные представления о физике элементарных частиц. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.**

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Современные представления о физике элементарных частиц: кварки и лептоны. Типы взаимодействий. Понятие о квантовой теории поля. Обменный характер взаимодействий. Диаграммы Фейнмана. Перенормировка. Механизм Хиггса приобретения массы частицами. Симметрия и ее спонтанное нарушение. Электрослабое взаимодействие. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.

**Тема 8. Ранняя Вселенная. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Основные периоды эволюции ранней Вселенной.**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Ранняя Вселенная: Взаимосвязь физики элементарных частиц и космологии. Скалярное поле в плоском пространстве-времени. Скалярное поле в расширяющейся Вселенной. Отрицательное давление - аналог космологической постоянной. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Трудности классической космологии, решаемые инфляционной моделью. Границы. Квантовое рождение мира из "ничего". Основные периоды эволюции ранней Вселенной.

**Тема 9. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Наблюдаемая распространенность элементов.**

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

Нуклеосинтез в горячей Вселенной: Реакции термоядерного синтеза. Наблюдаемая распространенность элементов. Космологические ограничения на барионную плотность материи, на количество различных типов нейтрино, и на лептонный заряд Вселенной.

**Тема 10. Современные представления о составе Вселенной. Роль скрытой массы и "темной энергии".**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Современные представления о составе Вселенной: Роль скрытой массы и "темной энергии". Горячая и холодная скрытая масса. "Антитяготение" в расширяющейся Вселенной. Наблюдательные факты, оценки.

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

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Горячая Вселенная. Свойства реликтового					

излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.

10

1

подготовка к



устному опросу

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Современные представления о физике элементарных частиц. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.	10	2	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
8.	Тема 8. Ранняя Вселенная. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Основные периоды эволюции ранней Вселенной.	10	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
9.	Тема 9. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Наблюдаемая распространенность элементов.	10	4	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
10.	Тема 10. Современные представления о составе Вселенной. Роль скрытой массы и "темной энергии".	10	5	подготовка к контрольной работе	5	контрольная работа
	Итого				29	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Основная образовательная технология - сочетание лекций и практических занятий.

Лекционный материал подается как в классической форме информационной лекции, так и форме подачи видеоматериала с последующими комментариями; проведение интерактивных занятий: лекция-визуализация, проблемная лекция.

На лекциях предусматриваются выступления студентов с информационными сообщениями с последующим обсуждением, организация "круглых столов" по изучаемой проблеме, постановка проблемы и ее решение методом "мозгового штурма", попытки выдвижения и анализа возможных гипотез.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Введение. Предмет и методы космологии.**

**Тема 2. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной. Уравнение движения.**

**Тема 3. Основы общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна.**

**Тема 4. Релятивистские космологические модели. Уравнения Фридмана и сводка моделей.**

**Тема 5. Распространение фотонов во Вселенной.**

**Тема 6. Горячая Вселенная. Свойства реликтового излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос на тему: Гипотеза Гамова о "Горячей Вселенной". Наблюдательные факты: распространенность химических элементов, реликтовое излучение. Свойства реликтового излучения. Определение параметров космологических моделей по зависимости величины неоднородности реликтового фона от углового размера. Приборы и методы исследования микроволнового излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной. (ОК-1; ПК-1; ПСК-1.1; ПСК-1.2)

**Тема 7. Современные представления о физике элементарных частиц. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа по темам: Уравнения Фридмана (связь, получение, решение). Классификация элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. (ОК-1; ПК-1; ПСК-1.1; ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-4.1)

**Тема 8. Ранняя Вселенная. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Основные периоды эволюции ранней Вселенной.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос на тему "Ранняя Вселенная": Взаимосвязь физики элементарных частиц и космологии. Скалярные поля. Отрицательное давление. Инфляция. Трудности классической космологии, решаемые инфляционной моделью. Основные периоды эволюции ранней Вселенной. (ОК-1; ПК-1; ПСК-1.1; ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-4.1)

**Тема 9. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Наблюдаемая распространенность элементов.**

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос на тему: Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Реакции термоядерного синтеза. Наблюдаемая распространенность элементов. Космологические ограничения на барионную плотность материи, на количество различных типов нейтрино, и на лептонный заряд Вселенной. Нейтринные осцилляции. (ОК-1; ПК-1; ПСК-1.1; ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-4.1)

**Тема 10. Современные представления о составе Вселенной. Роль скрытой массы и "темной энергии".**

контрольная работа , примерные вопросы:

Итоговая контрольная работа по пройденному материалу. отдельное рассмотрение вопросов, связанных с ролью скрытой массы и "темной энергии" в эволюции Вселенной. Горячая и холодная скрытая масса. Космологическая постоянная - "антитяготение" в расширяющейся Вселенной. Наблюдательные факты, оценки. (ОК-1; ПК-1; ПСК-1.1; ПСК-1.2; ПСК-1.3; ПСК-4.1)

Примерные вопросы к зачету:

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Методы космологии. Парадоксы классической физики.
2. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной. Качественное рассмотрение уравнений движения.
3. Точные решения уравнений движения для случаев критической и нулевой плотности. Роль этих решений в понимании эволюции Вселенной.
4. Основные принципы общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна
5. Уравнения Фридмана (получение, связь)
6. Космологические модели, космологическая постоянная.
7. Красное смещение и его роль в космологии.

8. Реликтовое излучение. Горячая Вселенная.
9. Физика элементарных частиц. Понятие о квантовой теории поля. Механизм приобретения частицами массы.
10. Ранняя Вселенная, основные периоды ее эволюции.
11. Расширяющаяся Вселенная (инфляционная модель)
12. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Космологические ограничения.
13. Скрытая масса и темная энергия
14. Антитяготение и его влияние на эволюцию Вселенной.

### 7.1. Основная литература:

1. Бескин В.С. Гравитация и астрофизика. М.: Физматлит, 2008, 158 с. // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2114](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2114)
2. Радиогалактики и космология / О. В. Верховданов, Ю. Н. Парийский .? Москва : Физматлит, 2009 .? 304 с. : // [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48262](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48262)
3. Релятивистская астрофизика и физическая космология / Г. С. Бисноватый-Коган .? Москва : URSS : [Красанд, 2011] .? 362, [1] с. .

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Современная космология в популярном изложении / М.В. Сажин .? М. : Эдиториал УРСС, 2002 .? 238с.
3. Космология / Майкл Роуэн-Робинсон ; пер. с англ. Н. А. Зубченко ; под науч. ред. П. К. Силаева .? Москва ; Ижевск : Регуляр. и хаот. динамика : Ин-т компьютер. исслед., 2008 .? 237 с.
4. Квантовая космология. Замедление времени = Quantum cosmology. Deceleration of time / И. Н. Таганов .? Санкт-Петербург : [ТИН], 2008 .? 158, [1] с..
5. Физическая космология / В.Н. Лукаш, Е.В. Михеева .? Москва : Физматлит, 2010 .? 404 с.
6. Избранные проблемы теоретической физики : (элементарные частицы, Электродинамика, Гравитация, Космология, Небесная механика, Электроно- Рентгено- дифракция, Термодинамика) / В. Д. Андреев .? Киев : Аванпост-Прим, 2012 .? 271 с.
7. Наука и предельная реальность : квантовая теория, космология и сложность / ред.-сост. Дж. Барроу [и др.] ; пер. с англ. В. и О. Мацарских ; под общ. науч. ред. Л. Б. Окуня .? Москва ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Институт компьютерных исследований, 2013 .? 642 с. : ил. ; 25 .? Загл. ориг.: Science and ultimate reality .? Библиогр. в конце ст. ? Предм. указ.: с. 611-642 .? ISBN 978-5-93972-955-0 ((в пер.)) .
8. Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков .? Москва : Наука, 1975 .? 736 с. : рис., табл.
9. Космология ранней Вселенной / А. Д. Долгов.? Москва : МГУ, 1988 .? 199 с.
10. Теория поля : учеб. пособие для студ.ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского .? 8-е изд., стереотип. ? М. : Физматлит, 2003 .? 536 с. ? Предм.указ. ? ISBN 5-9221-0056-4 : р.256.62. 2009.
11. Эволюция Вселенной / И. Д. Новиков .? Издание 3-е, переработанное и дополненное .? Москва : Наука, 1990 .? 188,[1] с. : ил. ; 20 см .? (ПНТП : Пробл. науки и техн. прогресса) .? ISBN 5-02-014357-X : 65 к.
12. Квантовая теория поля : перевод с английского / С. Вайнберг ; Под ред. В. Ч. Жуковского .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. Т. 2: Современные приложения .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .? 528 с. ; 22 см. ? Пер. изд.: The quantum theory of fields, v.2/S.Weinberg (Cambridge: Cambridge university press, 2000) .? Библиогр. в конце гл. ? Предм., имен. указ.: с.514-527. Оригинал перевода: The quantum theory of fields, v.1 / S. Weinberg .? Cambridge : Cambridge univer. press, 2000. ISBN 5-9221-0404-7 ((русск.)) .? ISBN 0-521-55002-5 ((англ.))

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

ModCos - сайт научно-популярных статей по космологии - <http://www.modcos.com/>  
Астрокосмический портал (на англ. языке) - <http://space.about.com/>  
Астрокосмический центр АКЦ ФИАН - <http://asc-lebedev.ru/>  
Виртуальная обсерватория ГАИШ МГУ - <http://vo.astronet.ru/>  
Сайт российской Астрономической сети - <http://www.astronet.ru>  
Сайт электронной библиотеки по физике и астрономии - <http://adsabs.harvard.edu>

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

Освоение дисциплины "Космология" 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.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Ноутбук/персональный компьютер; мультимедийный проектор с экраном.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 011501.65 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Менжевицкий В.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Сахибуллин Н.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.