

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
Космология Б1.Б.43

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

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 6109419

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 "Б1.Б.43 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 6 курсе, 11 семестр.

Изучению данной дисциплины должно предшествовать освоение 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)	- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
ОК-7 (общекультурные компетенции)	- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	- способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	- владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	- способность к интенсивной научной и научно-исследовательской деятельности.

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: зачет в 11 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. Введение. Предмет и методы космологии.	11	13	2	2	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной. Уравнение движения.	11	14	2	2	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Основы общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна.	11	15	2	2	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Релятивистские космологические модели. Уравнения Фридмана и сводка моделей.	11	16	2	2	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Распространение фотонов во Вселенной.	11	17	1	1	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Горячая Вселенная. Свойства реликтового излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.	11	1	1	1	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Современные представления о физике элементарных частиц. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.	11	2	2	2	0	Контрольная работа
8.	Тема 8. Ранняя Вселенная. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Основные периоды эволюции ранней Вселенной.	11	3	2	2	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Наблюдаемая распространенность элементов.	11	4	2	2	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Современные представления о составе Вселенной. Роль скрытой массы и "темной энергии".	11	5	2	2	0	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	11		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	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 (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (2 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 (2 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 (2 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 (2 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 (1 часа(ов)):

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

практическое занятие (1 часа(ов)):

Наблюдаемые величины. Космологические тесты.

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

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Горячая Вселенная: Свойства реликтового излучения.

практическое занятие (1 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Современные представления о физике элементарных частиц: кварки и лептоны. Типы взаимодействий. Понятие о квантовой теории поля. Обменный характер взаимодействий.

практическое занятие (2 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Ранняя Вселенная: Взаимосвязь физики элементарных частиц и космологии. Скалярное поле в плоском пространстве-времени. Скалярное поле в расширяющейся Вселенной.

практическое занятие (2 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Нуклеосинтез в горячей Вселенной: Реакции термоядерного синтеза. Наблюдаемая распространенность элементов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

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".

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Современные представления о составе Вселенной: Роль скрытой массы и "темной энергии". Горячая и холодная скрытая масса.

практическое занятие (2 часа(ов)):

"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
1.	Тема 1. Введение. Предмет и методы космологии.	11	13	подготовка к устному опросу	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Основные уравнения локальной эволюции Вселенной. Уравнение движения.	11	14	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Основы общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна.	11	15	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
4.	Тема 4. Релятивистские космологические модели. Уравнения Фридмана и сводка моделей.	11	16	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
5.	Тема 5. Распространение фотонов во Вселенной.	11	17	подготовка к устному опросу	3	Устный опрос
6.	Тема 6. Горячая Вселенная. Свойства реликтового излучения. Основные периоды эволюции горячей Вселенной.	11	1	подготовка к устному опросу	3	Устный опрос
7.	Тема 7. Современные представления о физике элементарных частиц. Квантовая хромодинамика и Великое Объединение.	11	2	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
8.	Тема 8. Ранняя Вселенная. Раздувающаяся или инфляционная Вселенная. Основные периоды эволюции ранней Вселенной.	11	3	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Нуклеосинтез в горячей Вселенной. Наблюдаемая распространенность элементов.	11	4	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
10.	Тема 10. Современные представления о составе Вселенной. Роль скрытой массы и "темной энергии".	11	5	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
	Итого				36	

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.

Устный опрос , примерные вопросы:

Предмет и методы космологии. Связь космологии с другими науками. Философские аспекты космологии. Парадоксы классической физики: гравитационный парадокс, фотометрический парадокс. Разрешение парадоксов.

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

Устный опрос , примерные вопросы:

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

Устный опрос , примерные вопросы:

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

Устный опрос , примерные вопросы:

Релятивистские космологические модели: Тензор энергии-импульса Вселенной. Метрика однородной и изотропной Вселенной. Пространство постоянной кривизны. Кривизна реального пространства. Метрический тензор. Получение уравнений Фридмана из уравнений Эйнштейна. Сводка моделей. Космологическая постоянная, ее влияние на решение уравнений.

Тема 5. Распространение фотонов во Вселенной.

Устный опрос , примерные вопросы:

Распространение фотонов во Вселенной: Красное смещение и уменьшение импульса. Горизонт. Наблюдаемые величины. Космологические тесты.

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.

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.

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.

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.

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.

Итоговая форма контроля

зачет (в 11 семестре)

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 [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Бескин. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2009. - 158 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/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
3. Куимов К.В., Астрономия и астрофизика: Небо и телескоп [Электронный ресурс] / К.В. Куимов, В.Г. Курт, Г.М. Рудницкий, В.Г. Сурдин, В.Ю. Теребиж - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 434 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115667.html>

7.2. Дополнительная литература:

1. Белоусов Юрий Михайлович Задачи по теоретической физике: Учебное пособие/Ю.М.Белоусов, С.Н.Бурмистров, А.И.Тернов - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 584 с.: 60x90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-91559-134-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/510284>
2. Чаругин Виктор Максимович Классическая астрономия: Учебное пособие/Чаругин В.М. - М.: Прометей, 2013. - 214 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-7042-2400-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/536501>.
3. Ведринский Р. В. Квантовая теория рассеяния: учебник / Ведринский Р.В. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2008. - 192 с. ISBN 978-5-9275-0626-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/553275>

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: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Менжевицкий В.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сахибуллин Н.А. _____

"__" _____ 201__ г.