

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

Основы релятивистской астрофизики Б1.В.ОД.22

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):

Шиманский В.В.

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 6162319

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

Курс рассчитан на получение твердых, устойчивых знаний и навыков уверенной практической работы. Основные цели данного курса:

- ознакомить студентов с современными представлениями о пространстве-времени;
- ознакомить студентов с концепциями современной теории гравитации и ее методами;
- с основные следствия ОТО в области физики компактных объектов и космологии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.22 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 6 курсе, 12 семестр.

Дисциплина относится к профессиональному циклу

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
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	-способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	обладать способностью ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-4 (профессиональные компетенции)	-владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- об основных положениях и понятиях специальной теории относительности, о матаппарате 4-векторов и 4-тензоров;
- об инвариантной формулировке релятивистских законов механики и электромагнетизма;
- об основных положениях и понятиях ОТО;
- о проявлениях эффектов ОТО в движениях небесных тел, электромагнитных сигналов и световых лучей;

- о способах описания гравитационного поля через характеристики кривизны пространства-времени, об уравнениях Эйнштейна и их решениях - метриках Шварцшильда и Керра и в виде гравитационных волн;
- о роли эффектов ОТО на финальных этапах жизни звезд, об основных физических свойствах черных дыр, нейтронных звезд и белых карликов;

2. должен уметь:

- применять полученные знания при решении задач;
- использовать математический аппарат дифференциальной геометрии;
- 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:

- методами описания гравитационного поля;
- 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 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 12 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. Основы СТО и ОТО. Риманова геометрия и тензорный анализ. Уравнения гравитационного поля	12	1-2	4	4	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Классические эффекты ОТО. Гравитационные волны	12	3-4	4	4	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гравитационный радиус и горизонт событий	12	5-6	4	4	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Аккреция на нейтронные звезды и черные дыры.	12	7-8	4	4	0	Контрольная работа
5.	Тема 5. Наблюдения релятивистских объектов. радио пульсары, рентгеновские пульсары, барстеры. Космические гамма-всплески и сверхновые.	12	9	2	2	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	12		0	0	0	Зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы СТО и ОТО. Риманова геометрия и тензорный анализ. Уравнения гравитационного поля

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Принцип относительности. Понятие интервала. 4-векторы и 4-тензоры. Преобразования Лоренца. Релятивистская формулировка уравнений механики. Уравнения движения заряда в поле. Тензор электромагнитного поля. Релятивистская формулировка уравнений электродинамики.

практическое занятие (4 часа(ов)):

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

Тема 2. Классические эффекты ОТО. Гравитационные волны

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Эффекты общей теории относительности. Проблема скрытой массы. Гравитационные линзы

практическое занятие (4 часа(ов)):

Гравитационные волны, их свойства и способы их регистрации.

Тема 3. Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гравитационный радиус и горизонт событий

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры

практическое занятие (4 часа(ов)):

Гравитационный радиус и горизонт событий

Тема 4. Аккреция на нейтронные звезды и черные дыры.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Аккреция на нейтронные звезды и черные дыры.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Основы современной теории двойных систем, представляющих собой мощные источники рентгеновского излучения.

Тема 5. Наблюдения релятивистских объектов. радио пульсары, рентгеновские пульсары, барстеры. Космические гамма-всплески и сверхновые.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Наблюдения релятивистских объектов. радио пульсары, рентгеновские пульсары, барстеры.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Космические гамма-всплески и сверхновые. Наблюдения и интерпретация

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. Основы СТО и ОТО. Риманова геометрия и тензорный анализ. Уравнения гравитационного поля	12	1-2	подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
2.	Тема 2. Классические эффекты ОТО. Гравитационные волны	12	3-4	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
3.	Тема 3. Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гравитационный радиус и горизонт событий	12	5-6	подготовка к устному опросу	8	Устный опрос
4.	Тема 4. Аккреция на нейтронные звезды и черные дыры.	12	7-8	подготовка к контрольной работе	8	Контрольная работа

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Наблюдения релятивистских объектов. радио пульсары, рентгеновские пульсары, барстеры. Космические гамма-всплески и сверхновые.	12	9	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
	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. Основы СТО и ОТО. Риманова геометрия и тензорный анализ. Уравнения гравитационного поля

Устный опрос , примерные вопросы:

Принцип относительности. Понятие интервала. 4-векторы и 4-тензоры. Преобразования Лоренца. Релятивистская формулировка уравнений механики. Уравнения движения заряда в поле. Тензор электромагнитного поля. Релятивистская формулировка уравнений электродинамики. Тензор энергии-импульса Вселенной. Метрика однородной и изотропной Вселенной. Пространство постоянной кривизны. Кривизна реального пространства. Метрический тензор.

Тема 2. Классические эффекты ОТО. Гравитационные волны

Устный опрос , примерные вопросы:

Эффекты общей теории относительности. Проблема скрытой массы. Гравитационные линзы. Гравитационные волны, их свойства и способы их регистрации.

Тема 3. Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гравитационный радиус и горизонт событий

Устный опрос , примерные вопросы:

Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры. Гравитационный радиус и горизонт событий

Тема 4. Аккреция на нейтронные звезды и черные дыры.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Аккреция на нейтронные звезды и черные дыры. Основы современной теории двойных систем, представляющих собой мощные источники рентгеновского излучения.

Тема 5. Наблюдения релятивистских объектов. радио пульсары, рентгеновские пульсары, барстеры. Космические гамма-всплески и сверхновые.

Устный опрос, примерные вопросы:

Наблюдения релятивистских объектов. радио пульсары, рентгеновские пульсары, барстеры. Космические гамма-всплески и сверхновые. Наблюдения и интерпретация

Итоговая форма контроля

зачет (в 12 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Принцип относительности. Понятие интервала. 4-векторы и 4-тензоры.
2. Преобразования Лоренца. Релятивистская формулировка уравнений механики.
3. Уравнения движения заряда в поле. Тензор электромагнитного поля.
4. Тензор энергии-импульса Вселенной.
5. Метрический тензор. Метрика однородной и изотропной Вселенной.
6. Эффекты общей теории относительности. Проблема скрытой массы. Гравитационные линзы.
7. Гравитационные волны, их свойства и способы их регистрации.
8. Конечные стадии эволюции звезд. Нейтронные звезды и черные дыры.
9. Гравитационный радиус и горизонт событий
10. Аккреция на нейтронные звезды.
11. Аккреция на черные дыры.
12. Наблюдения релятивистских объектов: пульсары и радио пульсары.
13. Наблюдения релятивистских объектов: рентгеновские пульсары, барстеры.
14. Наблюдения релятивистских объектов: космические гамма-всплески.
15. Наблюдения релятивистских объектов: сверхновые.

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. Парийский, Ю.Н. Радиогалактики и космология [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Парийский, Ю.Н. Парийский. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2009. - 300 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48262>

7.2. Дополнительная литература:

1. Засов, А.В. Астрономия [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Засов, Э.В. Кононович. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2011. - 256 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2370>
2. Концепции современного естествознания: Учебник / В.М. Найдыш. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 704 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/240013>
3. Фундаментальные космические исследования. В 2 кн. Кн.1. Астрофизика [Электронный ресурс]: монография. - Электрон. дан. - Москва: Физматлит, 2014. - 452 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59705>

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 "Основы релятивистской астрофизики" 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):

Шиманский В.В. _____

"__" _____ 201__ г.