

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АСТРОФИЗИКИ И ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
МГУ
_____ / Н.Н. Сысоев /
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ЭВОЛЮЦИЯ ГАЛАКТИК

Уровень высшего образования:

Специалитет

Направление подготовки:

03.05.01 Астрономия

Направленность (профиль) ОПОП:

Общая специальность

Квалификация «Специалист»

Форма обучения: Очная форма обучения

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Ученым советом физического факультета МГУ

(протокол №_____, _____)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 03.05.01 Астрономия.

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

1. Д.ф.-м.н. Сильченко Ольга Касьяновна, отдел физики эмиссионных звезд и галактик ГАИШ МГУ

Заведующий кафедрой астрофизики и звездной астрономии
Д.ф.-м.н., профессор Постнов Константин Александрович

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Эволюция галактик»

Дисциплина «Эволюция галактик» знакомит студентов с современными представлениями о формировании и эволюции галактик. Даются основы моделирования химической, спектрофотометрической и динамической эволюции галактик. Демонстрируются признаки тех или иных эволюционных этапов в наблюдательных данных о структуре и кинематике звездной и газовой составляющей близких галактик. Описываются различные виды далеких галактик, обсуждается их возможная эволюционная связь с типами близких к нам галактик. Уделяется внимание роли активных ядер галактик в их формировании и эволюции.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО).
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (при наличии)
3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями
4. Форма обучения.
5. Язык обучения.
6. Содержание дисциплины.
7. Объем дисциплины
8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий
9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).
11. Шкала оценивания.
12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.
13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.
14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Эволюция галактик» реализуется на 6-ом курсе в 11-ом семестре и является составной частью профессионального блока вариативной части.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Желательно знакомство с курсом «Физика галактик».

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями

В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1	<p>З-1 Знать: основные современные научные достижения в области эволюции галактик.</p> <p>З-2 Знать: основные методы критического анализа актуальных научных достижений и методы генерирования новых идей при решении исследовательских задач.</p> <p>У-1 Уметь: проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской задачи.</p> <p>У-2 Уметь: выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной внегалактической астрономии.</p> <p>В-1 Владеть: математическим аппаратом, применяемым в исследованиях эволюции галактик.</p> <p>В-2 Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений в эволюции галактик.</p>
ОПК-1	<p>З-1 Знать: основные законы, теоретические модели и современные методы наблюдательных исследований и эволюционного моделирования в области внегалактической астрономии.</p> <p>У-1 Уметь: использовать полученные знания для анализа результатов научных исследований.</p> <p>У-2 Уметь: строить математические модели явлений и процессов в эволюции галактик.</p> <p>В-1 Владеть: разработкой методов научного исследования для получения новых фундаментальных знаний в области внегалактической астрономии и применения этих знаний для решения практических задач.</p>

4. **Форма обучения:** очная.

5. **Язык обучения:** русский.

6. Содержание дисциплины

Тема 1. Вводная лекция, перечисляющая все формы эволюции галактик.

Тема 2. Концепции образования галактик: диссипативный коллапс, бездиссипативный мерджинг, диссипативный мерджинг. Морфологические типы галактик на разных красных смещениях. Происхождение S0-галактик, влияние окружения. Секулярная эволюция галактик (недели 2-3).

Тема 3. Иерархическая концепция формирования галактик в рамках современных космологических моделей. Наблюдательные подтверждения и проблемы (недели 4-5).

Тема 4. Космическая эволюция интенсивности звездообразования. Оценки интегральной интенсивности звездообразования на разных красных смещениях разными методами (неделя 6).

Тема 5. Фотометрическая и спектральная эволюция галактик. Метод эволюционного синтеза. Начальная функция масс звезд, возможные истории звездообразования в галактик разных морфологических типов (недели 7-8).

Тема 6. Химическая эволюция галактик. Продукты первичного нуклеосинтеза Большого Взрыва. Производство химических элементов в звездах. Взрывной нуклеосинтез в сверхновых I и II типа. Наша Галактика: металличность и соотношение различных элементов в гало, балдже, диске, проблема G-карликов. Простейшие аналитические модели химической эволюции в замкнутой системе, их ограничения. Современные модели химической эволюции (недели 9-12).

Тема 7. Возраст Вселенной. Проблема возраста шаровых скоплений. Возраст гало и диска Галактики. Космологическая оценка возраста Вселенной (неделя 13).

Тема 8. Далекие галактик, их типы, основные наблюдательные характеристики, возможные эволюционные связи с близкими объектами Вселенной (неделя 14).

Тема 9. Ядра галактик. Квазары и радиогалактики на разных красных смещениях. Сверхмассивные черные дыры в ядрах галактик. Происхождение и проявления окооядерных дисков, газовых и звездных, в галактиках различных морфологических типов (недели 15-16).

7. Объем дисциплины

НАЗВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Трудоемкость в зачетных единицах	объем учебной нагрузки в ак. часах				
		Общая трудоемкость	в том числе ауд. занятий			Самостоятельная работа студентов
			Общая аудиторная нагрузка	Лекций	Семинаров	
Эволюция галактик	2	72	36	36	-	36

8. Структурированное по темам (разделам) содержание дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Изучение курса «Эволюция галактик» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным занятиям. По вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ тем ы	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Ле кц ии	На уч но - пр ак ти че ск ие за ня ти я	Семи нары	Са мос то ят ель ная раб ота	
1	Введение: различные проявления эволюции галактик	4	2	-	-	2	Собеседование, опрос
2	Концепции образования галактик	8	4	-	-	4	
3	Современные космологические модели	6	4	-	-	2	
4	Космическая история звездообразования	6	4	-	-	2	
5	Фотометрическая и спектральная эволюция галактик	8	4	-	-	4	
6	Химическая эволюция галактик	16	8	-	-	8	
7	Возраст Вселенной и ее объектов	4	2	-	-	2	

8	Виды далеких галактик и их поиск	8	4	-	-	4	
9	Ядра галактик	8	4	-	-	4	
	Аттестация	4				4	Зачет
ИТОГО:		72	36	-	-	36	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Эволюция галактик» осуществляется на лекциях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Эволюция галактик» проводится в 11-ом семестре в форме устного зачета.

10. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление <input type="checkbox"/> оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины

Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний студента по изученной теме.	Образцы тестов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности.	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области.	Требования к порядку проведения собеседования

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	незачет	незачет		
ЗНАТЬ: фундаменталь ные законы Вселенной и их взаимосвязь УК-1 3-1	Отсутствие знаний фундаментальны х законов Вселенной и их взаимосвязей	В целом успешные, но не систематически е знания фундаментальн ых законов Вселенной и их взаимосвязей	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы знания фундаментальн ых законов Вселенной и их взаимосвязей	Успешные и систематические знания фундаментальны х законов Вселенной и их взаимосвязей

ЗНАТЬ: основные понятия математическо й обработки астрономическ их наблюдений УК-1 3-1	Отсутствие знаний или фрагментарное знание основных понятий математической обработки астрономических наблюдений	В целом успешное, но не систематическо е знание основных понятий математической обработки астрономически х наблюдений	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы знание основных понятий математической обработки астрономически х наблюдений	Успешное и систематическое знание основных понятий математической обработки астрономических наблюдений
ЗНАТЬ: основные методы, используемые при анализе свойств галактик М- ОПК-1 3-1	Отсутствие знаний или фрагментарное применение основных методов, при анализе свойств галактик	В целом успешное, но не систематическо е применение основных методов, при анализе свойств галактик	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы знание основных методов, при анализе свойств галактик	Успешное и систематическое знание основных методов, при анализе свойств галактик
УМЕТЬ: строить теоретические модели галактик, используя критически анализ данных УК-1 У-1	Отсутствие умения строить теоретические модели галактик, используя критически анализ данных	В целом успешное, но не систематическо е умение строить теоретические модели галактик, используя критически анализ данных	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение строить теоретические модели галактик, используя критически анализ данных	Успешное и систематическое умение строить теоретические модели галактик, используя критически анализ данных

<p>УМЕТЬ: планировать и проводить наблюдательные исследования в области исследования галактик, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе наблюдений</p> <p>УК-1 У-2</p>	<p>Отсутствие умения планировать и проводить экспериментальные исследования в области исследования галактик, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе наблюдений</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области исследования, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе наблюдений</p>	<p>В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение планировать и проводить экспериментальные исследования в области исследования, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе наблюдений</p>	<p>Успешное и систематическое планировать и проводить экспериментальные исследования в области исследования, объяснять и оценивать в рамках основных физических законов результаты, полученные в процессе наблюдений</p>
<p>УМЕТЬ: решать типовые астрофизические задачи</p> <p>ОПК-1 У-1</p>	<p>Отсутствие умения решать типовые астрофизические задачи</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение решать типовые астрофизические задачи</p>	<p>В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение решать типовые астрофизические задачи</p>	<p>Успешное и систематическое умение решать типовые астрофизические задачи</p>
<p>УМЕТЬ: строить математические модели явлений и процессов эволюции галактик</p> <p>УК-1 У-2</p>	<p>Отсутствие умения строить математические модели физических явлений и процессов</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение строить математические модели физических явлений и процессов</p>	<p>В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы умение строить математические модели физических явлений и процессов</p>	<p>Успешное и систематическое умение строить математические модели физических явлений и процессов</p>

ВЛАДЕТЬ: математическим аппаратом, применяемым в исследовании галактик УК-1 В-1	Отсутствие/фрагментарное владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в исследовании галактик	В целом успешное, но не систематическое владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в исследовании галактик	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в исследовании галактик	Успешное и систематическое владение математическим аппаратом, математическим аппаратом, применяемым в исследовании галактик
ВЛАДЕТЬ: методами теоретического исследования явлений и процессов в эволюции галактик УК-1 В-2	Отсутствие/фрагментарное владение методами теоретического исследования явлений и процессов в эволюции галактик	В целом успешное, но не систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в эволюции галактик	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение методами теоретического исследования явлений и процессов в эволюции галактик	Успешное и систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в эволюции галактик
ВЛАДЕТЬ: навыками проведения астрономического наблюдения и обработки его результатов ОПК-1 В-1	Отсутствие/фрагментарное владение навыками проведения астрономического наблюдения и обработки его результатов	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проведения астрономического наблюдения и обработки его результатов	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проведения астрономического наблюдения и обработки его результатов	Успешное и систематическое владение навыками проведения астрономического наблюдения и обработки его результатов

12. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

***Пример:** Охарактеризовать классические и современные сценарии формирования галактик различных морфологических типов.*

13. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Материалы промежуточной аттестации обучающихся

***Пример:** Результаты первичного нуклеосинтеза химических элементов. Источники производства различных химических элементов таблицы Менделеева в звездах.*

14. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

Основная литература.

1. О.К. Сильченко «Происхождение и эволюция галактик». Фрязино, изд. «Век-2», 2017, 224 с.
2. Mo H., van den Bosch F., White S. "Galaxy Formation and Evolution". New York: Cambridge Univ. Press, 2010
3. Keel W.C. "The Road to Galaxy Formation". Chichester, Praxis Publ. Ltd., 2007.

Дополнительная литература.

1. Миттон С. "Исследование галактик". М., "Мир", 1980.
2. Sersic J.L. "Extragalactic Astronomy". Dordrecht, Reidel Publ. co.1982.

Интернет-ресурсы:

1. ned.ipac.caltech.edu/level5/

Материально-техническое обеспечение

В соответствии с требованиями п. 5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Астрономия».

Курс может быть прочитан в групповой аудитории при наличии: работающих электрических розеток, компьютера, проектора, экрана, учебной доски.