

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ

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 20__

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

Год (годы) приема на обучение _____

Авторы–составители:

1. Д.ф.-м.н., профессор, Расторгуев Алексей Сергеевич, кафедра экспериментальной астрономии физического факультета МГУ

Заведующий кафедрой

Д.ф.-м.н., профессор, Расторгуев Алексей Сергеевич

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Галактическая астрономия»

Дисциплина «Галактическая астрономия» является одной из базовых общеобразовательных дисциплин астрономической специальности. В нём комплексно рассматриваются вопросы, связанные с происхождением, строением, кинематикой и динамикой нашей Галактики (Млечного Пути) и её населений, а также общие свойства объектов Галактики, используемые при исследовании процессов, происходящих в других галактиках. Рассматриваются основные методы наблюдательной астрономии и современный наблюдательный материал, полученный наземными и космическими обсерваториями. Уделено внимание статистическим взаимосвязям между физическими характеристиками звезд.

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 «Галактическая астрономия» реализуется на 2-ом курсе в 4-ом семестре и является составной частью модуля «Астрономия» профессионального блока базовой части.

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

Общее знакомство с астрономическими системами сферических координат, масштабами Солнечной Системы, системами счета времени, типами телескопов, приемников излучения и астрономических наблюдений. Эти знания студенты получают на 1-м курсе, прослушав курс «Общая астрономия».

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.Б	<p>З-1 Знать: физические свойства звезд, источники звездной энергии и их эволюцию, основы нуклеосинтеза</p> <p>З-2 Знать: методы построения универсальной шкалы расстояний на основе первичных методов (тригонометрический параллакс) и методов «стандартной свечи»</p> <p>У-1 Уметь: строить модели трехмерного поля скоростей в галактиках и определять их кинематические параметры, а также строить многокомпонентные модели населений дисковых галактик</p> <p>У-2 Уметь: находить разнообразные астрономические данные о звездах и галактиках в астрономических базах данных, архивах обсерваторий и использовать их для комплексного изучения населений галактик</p> <p>В-1 Владеть: математическим аппаратом, применяемым для изучения строения и кинематики галактических населений</p> <p>В-2 Владеть: методами теоретического исследования явлений и процессов в звездной астрономии и физике галактик</p>
ОПК-1.Б	<p>З-1 Знать: основные математические методы, используемые при решении задач астрономии</p> <p>У-1 Уметь: решать типовые задачи, связанные с явлениями, происходящими в галактиках</p> <p>У-2 Уметь: строить математические модели явлений и процессов, происходящих в галактиках</p> <p>В-1 Владеть: навыками статистического анализа, применяемого для обработки астрономических данных и оценки физических характеристик процессов в галактиках</p>

2. **Форма обучения:** очная.

3. **Язык обучения:** русский.

4. Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет галактической (звездной) астрономии

Общий взгляд на место Солнечной Системы и Млечного Пути во Вселенной. Понятие о крупномасштабной структуре Вселенной. Местная Группа галактик и Местное Сверхскопление. Гиперскопление галактик «Ланиакеа». Великий Атттрактор и движения галактик. Классификация галактик. Предмет и методы галактической астрономии: комплексное изучение явлений в галактиках с применением статистических взаимосвязей между физическими характеристиками звезд и звездных систем.

Тема 2. Современная астрономия как всеволновая наука.

Поглощение излучения и окна прозрачности земной атмосферы. Наземные и космические наблюдения. Вид Млечного Пути и других галактик в разных диапазонах: от радио до гамма-излучения. Общее представление о физических процессах, наблюдаемых в разных диапазонах электромагнитного спектра. Краткий очерк достижений современных космических обсерваторий.

Тема 3. Системы координат в галактической астрономии и их преобразование.

Экваториальная и галактическая сферические системы координат. Полюса Галактики и галактический экватор. Локальная галактическая прямоугольная система координат. Галактическая цилиндрическая система координат. Преобразование экваториальных координат в галактические с помощью матрицы поворота.

Тема 4. Средства и результаты современных астрономических наблюдений.

«Всенебесные» каталоги и глобальные наземные и космические астрономические проекты. Фотометрические и спектральные обзоры SDSS, 2MASS, WISE, UKIDSS, IPHAS/VPHAS+, RAVE, LAMOST, Pan-STARRS и др. Космическая астрометрия с HIPPARCOS: принципы сканирующих наблюдений, астрометрия широкого поля и создание координатной системы ICRS/ICRF. Характерные точности астрометрических наблюдений. Современные крупные наземные телескопы и космические обсерватории.

Тема 5. Космическая обсерватория GAIA.

Устройство и назначение обсерватории, принципы астрометрических, фотометрических и спектральных измерений. Каталоги GAIA. Достигнутая точность измерения параллакс и собственных движений. Случайные и систематические ошибки. GAIA для астрофизики: основные результаты миссии.

Тема 6. Центры астрономических данных и архивы.

Страсбургский ЦАД (портал CDS) и его зеркала. Основные службы: SimBad, Vizier, атлас Aladin, кросс-идентификация списков и каталогов. Объемы архивных данных. Знакомство с методами поиска астрономической информации. Основные идеи и средства Виртуальной Обсерватории (VO). Архивы данных MAST, NED, LEDA и др., архив знаний Level5. Астрономическая библиографическая база NASA ADS и архив электронных препринтов astro-ph.

Тема 7. Звездная фотометрия и ее применение в астрономии.

Шкала звездных величин. Широкополосные, среднеполосные и узкополосные фотометрические системы, их недостатки и преимущества. Библиотека фотометрических систем. Задание нуль-пунктов шкалы звездных величин: системы Веги AB-величины. Реализация многополосных фотометрических систем: фильтры и приемники излучения. Светимости звезд и абсолютные величины. Показатели цвета, нормальные цвета, их связь с эффективной температурой и спектральными классами. Боллометрические поправки. Избытки

цвета. Поглощение света и его учет по двуцветным диаграммам. Трехцветные фотометрические индексы и функция Везенхайта. Законы поглощения в УФ, оптическом и ИК диапазонах. Двумерные и трехмерные карты поглощения в Галактике.

Тема 8. Звездная спектроскопия и ее использование.

Определение лучевых скоростей звезд. Корреляционные методы измерений. Основные библиотеки синтетических спектров. Методы определения химического состава звезд и содержание тяжелых химических элементов в звездных атмосферах. Принципы спектральной классификации. Понятие об уравнении Саха и интерпретация спектральных различий между звездами разных классов светимости. Влияние различий химического состава на цвета и светимости звезд: блокирование излучения линиями поглощения, ретротермический эффект и бланкетирование. Субкарлики.

Тема 9. Универсальная шкала расстояний во Вселенной.

Тригонометрические параллаксы звезд как основа шкалы расстояний. Определение собственных движений звезд по позиционным данным. Фотометрические расстояния. Иерархия методов определения расстояний. Принципы калибровки светимостей «стандартных свечей» по тригонометрическим параллаксам. Поправка Лютца-Келькера. Трехмерное поле скоростей и основы метода статистических параллаксов. Нормальные звезды как «стандартные свечи». Уникальные «стандартные свечи»: цефеиды, Лириды, Сверхновые типа Ia. Использование статистических связей между их характеристиками. Спиральные и эллиптические галактики как «стандартные свечи» (законы Талли-Фишера и Фабера-Джексона).

Тема 10. Диаграмма Герцишпрунга-Рассела (ГР) и ее интерпретация.

Разные виды диаграммы. ГР как средство изучения звездных населений. Элементарные представления об эволюции звезд: источники энергии и их эффективность, эволюционные треки и изохроны. Базы данных эволюционных расчетов. Наблюдаемые стадии эволюции звезд в рассеянных и шаровых скоплениях. Характерные времена жизни на разных эволюционных стадиях и заселенность ветвей диаграммы ГР. Конечные стадии эволюции звезд разных масс и компактные остатки: белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Использование изохрон для определения физических характеристик звездных скоплений. Функция светимости и функция масс. Учет эффектов селекции и эволюционных эффектов. Нуклеосинтез в звездах. Простейшие модели химической эволюции в галактиках.

Тема 11. Строение Млечного Пути и его компонентов.

Метод звездных подсчетов: история и современные модификации. Пределы звездных подсчетов. Дифференциальная и интегральная функции блеска. Интегральное уравнение Шварцшильда и метод его раздельного решения. Влияние межзвездного поглощения и недооценка звездной плотности. Современные подходы к моделированию структурных компонентов Галактики. Фотометрические, динамические и «синтетические» модели Галактики. Понятие о популяционном синтезе. Некоторые часто используемые распределения плотности для компонентов дисковых галактик. Основные структурные компоненты Млечного Пути: тонкий и толстый диски, балдж и бар, барионное и темное гало. Характерные размеры, массы, типы населения, их возрасты и особенности химического состава. Центральная область Галактики, ядерное скопление и сверхмассивная черная дыра. Оценки параметров компонентов по наблюдательным данным. Спиральные рукава и их изучение по данным о распределении молодых объектов; эффекты наблюдательной селекции.

Тема 12. Методы изучения кинематики населений Млечного Пути.

Поля скоростей в галактиках. Общий подход к изучению кинематики: многокомпонентная структура Галактики. Систематические и случайные скорости объектов. Понятие о центроиде группы объектов. Переход от наблюдаемых компонентов скорости (V_r , V_l , V_b) к другим системам галактических координат. Пространственная скорость объектов. Движение Солнца относительно выборки объектов. Вклад систематических и случайных движений в наблюдаемое поле скоростей. Чисто круговые движения и формулы Боттлингера для дифференциально вращающегося диска. Распределение пекулярных скоростей звезд и метод максимального правдоподобия. Эллипсоид скоростей и его свойства. Матрица ковариации и ее преобразование. Особая роль нормального (Гауссова) распределения.

Тема 13. Кинематические характеристики галактических населений.

Раздельное и совместное решение уравнений Боттлингера. Определение кинематических параметров выборки: полиномиальное приближение для угловой скорости вращения диска. Формулы Оорта: локальное приближение. Робастный метод уточнения шкалы расстояний для раздельного решения. Параметры кривой вращения молодых населений Галактики. «Плоские» кривые вращения и «темная материя». Оценка параметров спирального узора по кинематическим данным. Изучение вращения других спиральных галактик. Кинематические расстояния. Локальная кинематика: систематическое изменение скоростей с возрастом населений диска. Понятие об LSR (местном стандарте покоя). «Отставание» центроидов от LSR и рост дисперсии скоростей звезд. Скорость Солнца относительно LSR. Эффекты «нагрева» галактического диска.

Тема 14. Эпициклическое приближение для дисков галактик.

Малые отклонения от круговых орбит в диске Галактики. Эпициклическая частота. Характерные размеры эпициклов. Движение по z-координате. Оценки частоты вертикальных колебаний объектов. Объяснение «отставания» центроидов от LSR в рамках эпициклического приближения. Отношение горизонтальных осей эллипсоида скоростей из теории эпициклов. Основные закономерности кинематики звезд плоских дисковых подсистем. Объяснение связей возраста, кинематики и пространственного распределения звезд диска на основе эпициклического приближения.

Тема 15. Особенности кинематики галактических населений.

Полная кинематическая модель поля скоростей и некруговые движения объектов. Поле скоростей в волне плотности и кинематическая оценка основных параметров спирального узора Галактики. Радиальная и тангенциальная периодичности в остаточных скоростях, число кинематических спиральных рукавов и угол закрутки. Спиральный узор и резонансы: коротация и резонансы Линдблада. Кинематика гало: переменные типа RR Лиры и шаровые скопления. Светимости и шкалы расстояний RR-Лирид. Кинематика RR-Лирид гало и предельные скорости звезд. Характерные орбиты объектов гало. Старый диск и толстый диск. Выделение населения толстого диска. Кинематика переменных типа RR Лиры толстого диска. Максимально-правдоподобные оценки параметров. Кинематика балджа и бара Галактики. Факторы динамической эволюции звездных систем. Поиск следов разрушения карликовых спутников Галактики: галактический «каннибализм». Использование «шлейфов» распадающихся систем для оценки параметров галактического гравитационного потенциала.

Тема 16. Звездные скопления.

Звездные скопления как самогравитирующие системы. Рассеянные и шаровые звездные скопления – представители диска и гало Галактики. Физические характеристики звездных скоплений: численность, массы, размеры, возрасты. Распределение скоплений в Галактике. Формирование звездных скоплений. Стадии эволюции звезд в скоплениях. Методы выделения членов скоплений и определения их основных характеристик. Каталоги звездных скоплений Галактики. Парадигма «простых звездных населений» и современные

наблюдения. Переменные звезды в звездных скоплениях. Внутренние движения в звездных скоплениях и звездных ассоциациях. Представления о динамической эволюции звездных скоплениях.

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	
Галактическая астрономия	3	108	68	34	34	40

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

Изучение курса «Галактическая астрономия» включает в себя лекции, на которых рассматривается основное содержание курса; семинарские занятия, предусматривающие как решение задач по изучаемым темам, так и более глубокое обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и семинарским занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на семинарских занятиях; по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

№ темы	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Предмет галактической (звездной) астрономии	6	2	-	2	2	Тестирование
2	Современная астрономия как всеволоновая наука.	6	2	-	2	2	
3	Системы координат в галактической астрономии и их преобразование.	6	2	-	2	2	

4	Средства и результаты современных астрономических наблюдений.	7	2	-	2	3	
5	Космическая обсерватория GAIA.	5	2	-	2	1	
6	Центры астрономических данных и архивы.	6	2	-	2	2	
7	Звездная фотометрия и ее применение в астрономии.	6	2	-	2	2	
8	Звездная спектроскопия и ее использование.	6	2	-	2	2	
9	Универсальная шкала расстояний во Вселенной.	6	2	-	2	2	
10	Диаграмма Герцшпрунга-Рассела (ГР) и ее интерпретация.	6	2	-	2	2	
11	Строение Млечного Пути и его компонентов.	6	2	-	2	2	
12	Методы изучения кинематики населений Млечного Пути.	6	2	-	2	2	
13	Кинематические характеристики галактических населений.	6	2		2	2	
14	Эпициклическое приближение для дисков галактик.	6	2		2	2	
15	Особенности кинематики галактических населений.	6	2		2	2	
16	Звездные скопления.	10	4		4	2	
	Аттестация по итогам занятий	8				8	Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		108	34	-	34	40	

9. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Галактическая астрономия» осуществляется на лекциях и семинарских занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и решении задач по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий; оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Механика» проводится в четвертом семестре в форме тестирования по изученным темам. По итогам изучения проводится экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием по программе курса.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

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 оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний студента по изученным темам.	Образцы тестов
Оценочные средства итоговой аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность и систематичность представлений о методах и результатах исследования Галактики и ее населений.	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку усвоения полученных знаний, умений и навыков по тематике прослушанного курса.	Требования к порядку проведения собеседования

11. Шкала оценивания.

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
	2	3	4	5
ЗНАТЬ: Свойства звезд, источники звездной энергии и их эволюцию, основы нуклеосинтеза УК-1.Б 3-1	Отсутствие знаний о фундаментальных закономерностях физики и эволюции звезд	В целом успешные, но не систематические знания о фундаментальных закономерностях физики и эволюции звезд	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания о фундаментальных закономерностях физики и эволюции звезд	Успешные и систематические знания о фундаментальных закономерностях физики и эволюции звезд
ЗНАТЬ: Методы построения универсальной шкалы расстояний на основе первичных методов (тригонометрический параллакс) и методов «стандартной	Отсутствие знаний или фрагментарное знание о принципах построения универсальной шкалы расстояний на основе первичных методов (тригонометрический параллакс)	В целом успешное, но не систематическое знание о принципах построения универсальной шкалы расстояний на основе первичных методов (тригонометрический параллакс)	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы знания о принципах построения универсальной шкалы расстояний на основе первичных	Успешное и систематическое знание о принципах построения универсальной шкалы расстояний на основе первичных методов (тригонометрический параллакс) и методов

свечи» УК-1.Б 3-2	и методов «стандартной свечи»	ческий параллакс) и методов «стандартной свечи»	методов (тригонометри ческий параллакс) и методов «стандартной свечи»	«стандартной свечи»
ЗНАТЬ: основные математическ ие методы, используемые при решении задач астрономии ОПК-1.Б 3-1	Отсутствие знаний или фрагментарное применение основных математических методов, используемых при решении задач астрономии	В целом успешное, но не систематическо е применение основных математически х методов, используемых при решении задач астрономии	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы знание основных математически х методов, используемых при решении задач астрономии	Успешное и систематическое знание основных математических методов, используемых при решении задач астрономии
УМЕТЬ: строить модели трехмерного поля скоростей в галактиках и определять их кинематическ ие параметры, а также строить многокомпо нентные модели населений дисковых галактик УК-1.Б У-1	Отсутствие умения строить модели трехмерного поля скоростей в галактиках и определять их кинематические параметры, а также строить многокомпонент ные модели населений дисковых галактик	В целом успешное, но не систематическо е умение строить модели трехмерного поля скоростей в галактиках и определять их кинематически е параметры, а также строить многокомпонент ные модели населений дисковых галактик	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение строить модели трехмерного поля скоростей в галактиках и определять их кинематически е параметры, а также строить многокомпонент ные модели населений дисковых галактик	Успешное и систематическое умение строить модели трехмерного поля скоростей в галактиках и определять их кинематические параметры, а также строить многокомпонент ные модели населений дисковых галактик
УМЕТЬ: находить разнообразны е астрономичес кие данные о звездах и галактиках в астрономичес ких базах данных,	Отсутствие умения находить разнообразные астрономически е данные о звездах и галактиках в астрономически х базах данных, архивах обсерваторий и	В целом успешное, но не систематическо е умение находить разнообразные астрономическ ие данные о звездах и галактиках в	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение находить разнообразные астрономическ ие данные о	Успешное и систематическое умение находить разнообразные астрономически е данные о звездах и галактиках в астрономически х базах данных, архивах

архивах обсерваторий и использовать их для комплексного изучения населений галактик УК-1.Б У-2	использовать их для комплексного изучения населений галактик	астрономическ их базах данных, архивах обсерваторий и использовать их для комплексного изучения населений галактик	звездах и галактиках в астрономическ их базах данных, архивах обсерваторий и использовать их для комплексного изучения населений галактик	обсерваторий и использовать их для комплексного изучения населений галактик
УМЕТЬ: решать типовые задачи, связанные с явлениями, происходящими в галактиках ОПК-1.Б У-1	Отсутствие умения решать типовые задачи, связанные с явлениями, происходящими в галактиках	В целом успешное, но не систематическое умение решать типовые задачи, связанные с явлениями, происходящим и в галактиках	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение решать типовые задачи, связанные с явлениями, происходящим и в галактиках	Успешное и систематическое умение решать типовые задачи, связанные с явлениями, происходящими в галактиках
УМЕТЬ: строить математическ ие модели явлений и процессов, происходящих в галактиках ОПК-1.Б У-2	Отсутствие умения строить математические модели явлений и процессов, происходящих в галактиках	В целом успешное, но не систематическое умение строить математически е модели явлений и процессов, происходящих в галактиках	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы умение строить математически е модели явлений и процессов, происходящих в галактиках	Успешное и систематическое умение строить математические модели явлений и процессов, происходящих в галактиках
ВЛАДЕТЬ: математическ им аппаратом, применяемым для изучения строения и кинематики галактических населений УК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение математическим аппаратом, применяемым для изучения строения и кинематики галактических населений	В целом успешное, но не систематическое владение математическим аппаратом, применяемым для изучения строения и кинематики галактических населений	В целом успешно е, но содержащее отдельные пробелы владение математическим аппаратом, применяемым для изучения строения и кинематики	Успешное и систематическое владение математическим аппаратом, применяемым для изучения строения и кинематики галактических населений

			галактических населений	
ВЛАДЕТЬ: методами теоретического исследования явлений и процессов в звездной астрономии и физике галактик УК-1.Б В-2	Отсутствие/фрагментарное владение методами теоретического исследования явлений и процессов в звездной астрономии и физике галактик	В целом успешное, но не систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в звездной астрономии и физике галактик	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение методами теоретического исследования явлений и процессов в звездной астрономии и физике галактик	Успешное и систематическое владение методами теоретического исследования явлений и процессов в звездной астрономии и физике галактик
ВЛАДЕТЬ: навыками статистического анализа, применяемого для обработки астрономических данных и оценки физических характеристик процессов в галактиках ОПК-1.Б В-1	Отсутствие/фрагментарное владение навыками статистического анализа, применяемого для обработки астрономических данных и оценки физических характеристик процессов в галактиках	В целом успешное, но не систематическое владение навыками статистического анализа, применяемого для обработки астрономических данных и оценки физических характеристик процессов в галактиках	В целом успешно, но содержащее отдельные пробелы владение навыками статистического анализа, применяемого для обработки астрономических данных и оценки физических характеристик процессов в галактиках	Успешное и систематическое владение навыками статистического анализа, применяемого для обработки астрономических данных и оценки физических характеристик процессов в галактиках

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

Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Задачи можно найти по адресу: <http://lnfn1.sai.msu.ru/~milkyway/GA.HTM>

Пример: Наклон диска Большого Магелланова Облака к лучу зрения равен 33° . Пренебрегая поглощением, оценить максимальное влияние наклона на разность блеска объектов, находящихся на расстоянии 3 кпк от центра этой галактики в ее диске. Принять истинный модуль расстояния БМО равным $(m-M)_0 = 18.50^m$.

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

Материалы итоговой аттестации обучающихся

Вопросы к экзамену и зачету можно найти по адресу:

<http://lnfm1.sai.msu.ru/~milkyway/GA.HTM>

Пример: Классификация методов определения расстояний во Вселенной. Фотометрические методы оценки расстояний. Их характерная точность. Основные “стандартные свечи” и их свойства.

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

Основная литература.

Локтин А.В., Марсаков В.А. Лекции по звёздной астрономии. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2009
(<http://www.astronet.ru/db/msg/1245721>)

Расторгуев А.С. Курс лекций «Галактическая Астрономия» (PPTX) (RUS)
(<http://lnfm1.sai.msu.ru/~rastor/GA.HTM>)

Расторгуев А.С. Курс лекций «Astronomical Distances» (PPTX) (ENG)
(<http://lnfm1.sai.msu.ru/~rastor/AD.HTM>)

Расторгуев А.С., Заболотских М.В., Дамбис А.К. Кинематика населений Галактики. М.: ГАИШ МГУ, 2010. (<http://lnfm1.sai.msu.ru/~rastor/Materials.htm>)

Куликовский П.Г. Звездная астрономия. М.: «Наука», 1985.

Дополнительная литература.

Мионов А.В. Основы астрофотометрии. М.: «Физматлит», 2008.

Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. М.: «Наука», 1984.

Паренаго П.П. Курс звездной астрономии. М.-Л., 1954.

Холопов П.Н. Звездные скопления. М.: «Наука», 1981.

Расторгуев А.С. Применение метода максимального правдоподобия для исследования кинематики галактических подсистем. М.: ГАИШ МГУ, 2002.
(<http://lnfm1.sai.msu.ru/~rastor/Materials.htm>)

Кинг И. Введение в классическую звездную динамику. М.: УРСС, 2002

Binney J., Merrifield M. Galactic Astronomy. Princeton: Princeton University Press, 1998.

Binney J., Tremaine S. Galactic Dynamics. Princeton: Princeton University Press, 2007.

Интернет-ресурсы.

Расторгуев А.С. Применение метода максимального правдоподобия для исследования кинематики галактических подсистем. М.: ГАИШ МГУ, 2002.
(<http://lnfm1.sai.msu.ru/~rastor/Materials.htm>)

Материально-техническое обеспечение

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

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