

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АСТРОНОМИЯ

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленности: Математика, физика

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома
2023**

Рабочая программа дисциплины «Астрономия» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 15.03.2018 регистрационный № 50358), с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 08.02.2021 № 83 (зарегистрировано Министерством юстиции Российской Федерации 12.03.2021 регистрационный № 62739); в соответствии с учебным планом направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (направленности Математика, физика), годы начала подготовки 2023, 2024.

Разработал: Жиров А.В. доцент кафедры общей и теоретической физики, к.т.н.

Рецензент: Бобков Н. Н., директор муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения города Костромы «Лицей № 34», к. ист. н., доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой высшей математики:

Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

Протокол заседания кафедры № 8 от 05.05.2023 г.

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры высшей математики

Протокол заседания кафедры № 5 от 19.03.2024 г.

Заведующий кафедрой высшей математики

Матыцина Т. Н., к. ф.-м. н., доцент

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: подготовка бакалавров педагогов-предметников к педагогической и проектной деятельности по физике в сфере основного общего, среднего общего и дополнительного образования.

Задачи:

- формирование целостного и достаточно современного представления о строении материи на всех ее основных структурных уровнях.
- заложить основы теории развития понятий астрофизики, влияние астрофизических знаний на изменение взглядов на строение вещества
- обратить внимания на современные проблемы астрофизики.

Кроме того, одной из задач изучения данного курса является научно-образовательное, профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний (ОПК-8).

Код и содержание индикаторов компетенции:

ИОПК-8.1. Демонстрирует владение системой специальных научных знаний в предметной области

ИОПК-8.2. Применяет специальные предметные знания в педагогической деятельности по направленности программы.

знать

- методы астрономических исследований и инструменты, область их применений;
- условия равновесия внутри звезды;
- эволюционные временные шкалы, фаза главной последовательности;
- происхождение химических элементов;
- модели образования планетарных систем;
- уравнения переноса энергии в звездах;
- законы движения планет;
- методы поиска экзопланет;

уметь

- вычислять распределение температуры и термические характеристики звезд;
- находить взаимосвязь между излучением звезды и ее массой;
- вычислять траектории небесных тел в планетарных системах и в галактиках;
- находить взаимосвязь между характеристиками объектов в двойных системах;

владеть

- методами расчета времени жизни звезд и двойных звезд;
- методами вычисления динамики температурного поля для расчета явлений переноса энергии внутри звезд.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана бакалавров направления подготовки «Педагогическое образование» направленности «Математика, физика». Изучается в 8 семестре обучения.

Программа курса «Астрономия» может быть выполнена при полном и целесообразном использовании лекции, практических занятий и времени для самостоятельных работ студентов. Физика является точной и фундаментальной наукой. Истинность физических явлений и процессов может быть установлена только через эксперимент путем получения количественных соотношений между ними, однако подобный путь в данной дисциплине не возможен – нельзя поставить эксперимент по созданию Вселенной или Солнечной системы. Поэтому данная дисциплина дает возможность развития абстрактного мышления, построенного на конкретных фактах. Лекционный материал сопровождается демонстрацией отдельных физических процессов и явлений, происходящих на различных планетах (компьютерная анимация).

Курс лекций «Астрономия» опирается на полученные ранее знания по математике (математический анализ, геометрия) и физике (механика, электричество и магнетизм, атомная и ядерная физика).

В результате усвоения курса студенты должны:

- знать современные представления о строении и эволюции звезд и Вселенной;
- знать современные наблюдательные данные;
- иметь представления о новейших проблемах космологии: проблема сингулярного состояния в прошлом, гравитационная неустойчивость и образование галактик, проблема темной материи и др.

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих практик: производственная практика (научно-исследовательская работа), подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы, на которых завершается формирование данной общепрофессиональной компетенции.

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	6
Общая трудоемкость в часах	216
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	68
Лекции	26
Практические занятия	42
Лабораторные занятия	–
Практическая подготовка	–
Самостоятельная работа в часах	109,65 + 36
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 8 семестр –0,35 часа Консультация к экзамену (2 часа)

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	26
Практические занятия	42
Лабораторные занятия	–
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	–
Курсовые проекты	–
Практическая подготовка	–
Всего	70,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1. Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.е./час	Аудиторные		Самостоят. работа
			Лекции	Практ.	
1	Методы астрономических исследований	32	4	8	20
2	Внутреннее строение звезд	30	4	6	20
3	Эволюция звезд	20	4	6	10
4	Солнце	30	4	6	20
5	Планетарные системы	20	4	6	10
6	Галактики. Скопления галактик	20	2	6	12
7	Межзвездная среда	14	2	2	10
8	Элементы современной космологии	11,65	2	2	7,65
	ЭКЗАМЕН:	36	–	–	36
	ИКР (консультация к экзамену, экзамен)	2,35	–	–	–
	ВСЕГО:	6/216	26	42	109,65 + 36

5.2. Содержание:

Тема 1 Введение

Пространственно-временные масштабы в астрофизике. Основные фотометрические понятия

Тема 2. Методы астрономических исследований

Методы астрономических исследований и инструменты. Область применений и их ограничения.

Тема 3. Внутреннее строение звезд

Условия равновесия внутри звезды. Физическое состояние газа. Давление газа и давление излучения. Давление вырожденного газа. Источники звездной энергии. Звездные модели

Тема 4 Эволюция звезд

Эволюционные временные шкалы. Сжатие звезд на пути к главной последовательности. Фаза главной последовательности. Фаза гиганта. Финальные стадии эволюции. Эволюция тесных двойных звезд. Происхождение химических элементов

Тема 5 Солнце

Внутреннее строение. Атмосфера. Солнечная активность.

Тема 6 Планетарные системы

Образование планетарных систем. Законы движения планет. Физическая природа тел солнечной системы. Экзопланеты.

Тема 7 Галактики. Скопления галактик

Состав и структура галактик. Типы галактик. Определение расстояний до галактик. Скопления галактик. Особенности эволюции галактик в скоплениях.

Тема 8 Межзвездная среда

Межзвездная пыль. Межзвездный газ. Межзвездные молекулы. Образование протозвезд. Планетарные туманности. Остатки сверхновых. Горячая корона Млечного Пути. Космические лучи и межзвездное магнитное поле

Тема 9. Элементы современной космологии

Модель Фридмана с космологической постоянной. Космологические параметры. Эволюция расширения Вселенной. Критическая плотность. Ограничения на космологические параметры из анизотропии реликтового излучения фотонов и данных по сверхновым типа Ia.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Название темы	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма
1	Методы астрофизических исследований	Проработка лекционного материала	20	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Выступление с презентацией
2	Внутреннее строение звезд	Проработка лекционного материала	20	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы
3	Эволюция звезд	Проработка лекционного материала	10	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы
4	Солнце	Проработка лекционного материала	20	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы
5	Планетарные системы	Проработка лекционного материала	10	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы
6	Галактики. Скопления галактик	Проработка лекционного материала	12	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы
7	Межзвездная среда	Проработка лекционного материала	10	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы

				дополнительной литературы	
8.	Элементы современной космологии	Проработка лекционного материала	7,65	Использовать источники [1, 2] из списка основной и [1–3] из списка дополнительной литературы	Устный опрос, тест, контрольные работы
	Подготовка к экзамену		36		Экзамен

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Формой отчетности по данной дисциплине является экзамен. Необходимые условия допуска к экзамену:

- Наличие полного конспекта лекций
- Сдача всех контрольных работ (3 шт) с положительным результатом

Ниже приведены примерные планы практических занятий.

Семинар 1.

Тема: Методы астрономических исследований

Вопросы семинара:

Оптические методы наблюдений.

Радиоастрономия.

ИК- и УФ- астрономия.

Астроспектроскопия.

Семинар 2.

Тема: Внутренне строение звезд

Расчет давления внутри звезд.

1) Считая, что плотность вещества звезды 10^5 кг/м^3 , а температура 10^7 К найдите давление газа внутри звезды. Состав звезды 70% водород, 30 % - гелий.

2) Рассчитайте давление вырожденного газа в случае Солнца.

3) Найдите давление излучения в звезде при условии, что ее температура 10^7 К .

4) Определите лучистый и конвективный температурный градиент для звезды типа Солнца.

5) Оцените время, за которое температура Солнца изменилась бы вдвое без термоядерного подогрева в центре. Считайте Солнце состоящим из ионизованного водорода с массой $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{33} \text{ г}$ и температурой $T = 7 \text{ млн. градусов}$ (половина от температуры в центре звезды). Молярная масса водорода $m_H = 1 \text{ г/моль}$, газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. Плотность потока энергии солнечного излучения на орбите Земли $F = 1,4 \text{ кВт/м}^2$, радиус орбиты Земли $R_E = 150 \text{ млн. км}$. При расчёте используйте известное выражение $S = 4\pi r^2$ для площади сферы радиуса r .

6) Какой площади должен быть «световой» парус — полностью отражающая свет плоскость, чтобы в окрестности Земли на него действовала сила давления солнечного излучения в 1 ньютон? Плотность потока энергии солнечного излучения на орбите Земли $F = 1,4 \text{ кВт/м}^2$. Для расчёта давления излучения используйте известное соотношение $w = pc$ между энергией w и импульсом p фотона (частицы света), где $c = 300\,000 \text{ км/с}$ — скорость света (фотона).

7) За время термоядерного горения в Солнце выделится энергия, равная 0,7 % от энергии покоя «прогоревшего» вещества $M_{\text{гс}2}$. Масса вещества $M_{\text{г}}$, которое вступит в термоядерные реакции, составляет около 10 % от всей массы Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, $c = 300\,000 \text{ км/с}$ — скорость света. Какое время термоядерное горение сможет поддерживать на Земле поток солнечного излучения порядка современного значения

$J = 1,4 \text{ кВт/м}^2$? Радиус орбиты Земли $R_3 = 150 \text{ млн. км}$. Площадь сферы радиуса r равна $4\pi r^2$.

8) Покажите, что сила притяжения Луны к Солнцу больше силы притяжения Луны к Земле. Попробуйте объяснить, почему же всё-таки Луна вращается вокруг Земли. Радиус орбиты Земли $R_3 = 150 \text{ млн. км}$, Луна удалена от Земли на расстояние $R_L = 380 \text{ тыс. км}$ и делает один оборот вокруг Земли примерно за месяц

9) Какой толщины должен быть алюминиевый «световой» парус — полностью отражающая свет плоскость, чтобы преодолеть своё притяжение к Солнцу за счёт давления солнечного света? Плотность алюминия $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$. Плотность потока энергии солнечного излучения на орбите Земли $J = 1,4 \text{ кВт/м}^2$. Земля обращается вокруг Солнца за один год по орбите радиусом $R_3 = 150 \text{ млн. км}$. Для расчёта давления излучения используйте известное соотношение $w = pc$ между энергией w и импульсом p фотона (частицы света), где $c = 300\,000 \text{ км/с}$ — скорость света (фотона).

Семинар 3.

Тема: Планетарные системы

1) Оцените максимальную массу и диаметр метеороида, который будет почти остановлен атмосферой Земли до падения на нашу планету. Плотность вещества метеороида 3 г/см^3 , плотность воздуха $1,3 \text{ кг/м}^3$, приведённая высота атмосферы Земли 9 км .

2) Согласно современным представлениям, наша галактика Млечный Путь погружена в облако тёмной материи, радиус которого много больше размера видимой составляющей Галактики. Оцените массу тёмной материи внутри видимой части Млечного Пути с радиусом порядка $50 \text{ тыс. световых лет}$, если звёзды на периферии Галактики движутся примерно с той же скоростью 250 км/с , что и Солнце, которое находится примерно на половине радиуса видимой части Галактики, т. е. $25 \text{ тыс. световых лет}$. При этом основная масса звёзд и газа сосредоточена в центральной части Галактики, радиус которой около $10 \text{ тыс. световых лет}$, и составляет 10^{12} масс Солнца.

3) Оцените минимальный диаметр сферического металлического спутника, который можно заметить невооружённым глазом на орбите с высотой 400 км . Видимая звездная величина Солнца на Земле $m = -26,7$, человек видит звёзды до 6 m .

4) Определите радиус орбиты геостационарного спутника (спутника, который постоянно находится над одной точкой Земли), если ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, а радиус Земли $R = 6400 \text{ км}$.

5) При наибольшем сближении с Землёй (в противостоянии) Марс имеет видимую звездную величину $m_0 = -2,5$. Вычислите видимую звездную величину Марса через три месяца после противостояния. Расстояние от Земли до Солнца $R_E = 150 \text{ млн. км}$, расстояние от Марса до Солнца $R_M = 230 \text{ млн. км}$.

6) Спутник вращается по круговой орбите вокруг Земли. Из-за трения о верхние слои атмосферы его высота постепенно уменьшается. Как изменяется кинетическая энергия спутника, если трение совершает над ним работу минус 1 Дж ?

7) На какую максимальную высоту над горизонтом поднимается Солнце в Нижнем Новгороде в самый длинный и самый короткий дни года? Географическая широта Нижнего Новгорода 56° к северу от экватора, а северного тропика — 23°

Семинар 4.

Тема: Галактики. Скопление галактик.

1) Расстояние до Туманности Ориона было определено наиболее точно методом параллакса на радиointерферометре VLBA в 2007 г. Угловое смещение звёзд туманности в диаметрально противоположных точках орбиты Земли составило $\theta = \pm 0,00242$ угловых секунды. Определите, сколько времени идёт до нас свет от Туманности Ориона со скоростью $c = 300\,000 \text{ км/с}$, если радиус орбиты Земли $R_E = 150 \text{ млн. км}$.

2) Представьте плоскую спиральную галактику, погружённую в однородное облако невидимой тёмной материи. Центральная часть галактики представляет собой массивный

светящийся шар из звёзд и газа — балдж. Звёзды, расположенные на границе балджа, и на вдвое большем удалении от центра галактики вращаются с одинаковыми поступательными скоростями вокруг центра галактики. Определите отношение плотностей масс светящейся и тёмной материй в балдже (пренебрегая массой плоской составляющей галактики)

Семинар 5.

Тема: Элементы современной космологии

Вопросы семинара:

Положения современной космологии как науки о глобальном строении Вселенной.

Определение базовых характеристик стандартной фридмановской модели.

Понятие космологической плотности.

Закономерности распределения излучения в искривленном пространстве.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. М. Чаругин. Классическая астрономия: Учебное пособие. – М.: МПГУ, 2013. – 214с./http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=213016

2. Мурзин В. С. Астрофизика космических лучей: Учебное пособие для вузов. – М.: Университетская книга; Логос, 2007.–

488с./http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=84789

3. Пандул И. С. Геодезическая астрономия применительно к решению инженерно-геодезических задач. — СПб.: Политехника, 2010.—324с.

/ http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=129559

б) дополнительная литература:

1. Сурдин, В.Г. Разведка далеких планет / В.Г. Сурдин. - 4-е изд., доп. - Москва :Физматлит, 2017. - 364 с. : табл., ил. - ISBN 978-5-9221-1747-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485518> (03.12.2018).

2. Солнечная система / А.А. Бережной, В.В. Бусарев, Л.В. Ксанфомалити и др. ; ред.-сост. В.Г. Сурдин. - 2-е изд., перераб. - Москва :Физматлит, 2017. - 458 с. : ил. - (Астрономия и астрофизика). - Библиогр.: с. 444-445. - ISBN 978-5-9221-1722-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485511> (03.12.2018).

3. Небо и телескоп / К.В. Куимов, В.Г. Курт, Г.М. Рудницкий и др. ; ред.-сост. В.Г. Сурдин. - 3-е, испр. и доп. - Москва :Физматлит, 2017. - 436 с. : ил. - (Астрономия и астрофизика). - ISBN 978-5-9221-1734-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485278> (03.12.2018).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информационно-образовательные ресурсы:

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>

2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

4. Информационно-образовательные ресурсы:

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

Свободно распространяемое программное обеспечение: офисный пакет.