

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра общей физики**



Рабочая программа дисциплины

АСТРОНОМИЯ

Направление подготовки **03.03.01 Прикладные математика и физика**

Форма обучения

Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции УК-6										

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цели курса – дать студентам базовые знания, умения и навыки по астрономии, которые совершенно необходимы при изучении многих разделов физики.

Учебный курс «Астрономия» читается классическим способом: проводятся потоковые лекции. Преподаватели ориентируют студентов на то, что для хорошего усвоения материала они должны еженедельно отводить на самостоятельную работу столько же времени, сколько они проводят в аудиториях на лекциях.

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1. Планирует свою деятельность и эффективно использует свое время и иные ресурсы в рамках реализуемого проекта или проводимого исследования. УК-6.2. Определяет задачи саморазвития и профессионального роста с обоснованием актуальности и определением необходимых ресурсов для их выполнения.	Знать историю развития и современное состояние астрономической науки. Уметь решать практические задачи из области наблюдательной астрономии, использовать естественнонаучные и физико-математические знания для объектного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

В результате изучения курса студенты физического факультета НГУ должны усвоить такие понятия как астрономия, история развития астрономии, современное состояние астрономической науки. Кроме того, у студентов должны сформироваться навыки использования естественнонаучных и физико-математических знаний для объектного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

Для успешного освоения курса «Астрономия» студенты должны обладать предварительными знаниями астрономии, общей физике и математического анализа. В свою очередь учебный курс «Астрономия» предоставляет студентам изучение базовых понятий астрономии, историю развития астрономии, современное состояние астрономической науки в свете наблюдательных данных последних десятилетий.

3. Трудоемкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	72	32			38				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 34 часа										
Компетенции УК-6										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, самостоятельная работа студента, дифференцированный зачёт.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: опросы по материалам предыдущих лекций, контрольная работа;

- промежуточная аттестация: дифференцированный зачёт.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- лекции – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 38 часов;
- промежуточная аттестация (дифференцированный зачёт) – 2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (лекции, практические занятия, дифференцированный зачёт) составляет 34 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)					Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Предмет астрономии. Небесная сфера. Небесные координаты.	1	4	2		2			
2.	Оптическая астрономия	2	4	2		2			
3.	Фотометрия и спектрометрия	3	4	2		2			
4.	Всеволновая астрономия	4	4	2		2			
5.	Многоканальная астрономия	5	4	2		2			
6.	Элементы небесной механики	6	4	2		2			
7.	Солнечная система	7	4	2		2			
8.	Экзопланеты	8	8	4		4			
9.	Промежуточная контрольная	10	4	2		8			
10.	Основные характеристики и внутреннее строение звезд.	11	4	2		2			
11.	Эволюция звезд.	12	4	2		2			
12.	Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры	13	4	2		2			
13.	Строение и эволюция галактик	14	4	2		2			
14.	Космология	15	8	4		4			
15.	Дифференцированный зачёт	17	2						2
Всего за семестр			72	32		38			2

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

1. Предмет астрономии. Небесная сфера. (2 часа)

Вселенная как физическая лаборатория с неограниченным диапазоном возможностей. Современная астрономия: основные разделы и задачи. Основные линии и точки небесной сферы. Суточное движение светил. Вид небесной сферы для наблюдателя на различных широтах. Восход и заход светил. Эклиптика. Движение Земли вокруг Солнца. Видимое годичное движение Солнца среди звезд, уравнение времени. Азимутальные, экваториальные и галактические координаты. Измерение времени. Масштабы расстояний и единицы измерения. Собственные движения и параллакс. Суточный и годичный параллакс, измерение расстояний.

2. Оптическая астрономия. (2 часа)

Назначение телескопа в астрономии. Принцип работы оптического телескопа. Рефракторы и рефлекторы. Оптические схемы и типы монтировок. Проницающая сила и разрешающая способность. Звездные величины, формула Погсона. Абсолютная звездная величина. Точечные и протяженные объекты. Приемники излучения, используемые в астрономии. Активная и адаптивная оптика. Вычислительные примеры.

3. Астрономическая фотометрия и спектроскопия. (2 часа)

Основные понятия фотометрии. Поглощающие свойства среды: коэффициент поглощения и оптическая толщина. Прохождение света через атмосферу Земли. Излучение абсолютно черного тела: законы Планка, Вина, Стефана-Больцмана. Эффективная температура. Непрерывный и эмиссионный спектры. Эффект Доплера и его использование в астрономии. Вычислительные примеры.

4. Всеволновая астрономия. (2 часа)

Шкала электромагнитных волн. Радиотелескопы: конструкции и особенности размещения. Инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-телескопы.

5. Многоканальная астрономия. (2 часа)

Детекторы космических лучей. Нейтринная астрономия. Гравитационные волны.

6. Элементы небесной механики. (2 часа)

Задача одного тела. Интеграл энергии и интеграл площадей. Законы Кеплера. Свойства эллиптической орбиты. Задача двух тел. Относительное движение. Приведенная масса. Баричесентр. Определение масс небесных тел. Понятие о задаче трех тел. Ограниченная задача трех тел: точки Лагранжа, эквипотенциальные поверхности. Возмущенное движение Луны. Характер орбиты Луны относительно Солнца. Возмущения в Солнечной системе. Гравитационные приливные явления. Гравитационные возмущения. Эффекты Пойнтинга-Робертсона и Ярковского.

7. Солнечная система: основные характеристики, состав, эволюция. (2 часа)

Физические различия между объектами разного типа: звезда, планеты, астероиды, кометы. Методы прямого исследования объектов Солнечной системы.

8. Экзопланеты. (2 часа)

Определение понятия «экзопланета». Основные методы обнаружения: транзитный, лучевой скорости, микролинзирование, астрометрический. Современное состояние и перспективы. Вычислительные примеры.

9. Экзопланеты. (2 часа)

Результаты поиска и исследования экзопланет: разнообразие, исследование атмосфер, экзопланеты в кратных системах. Протопланетные диски. Формирование и эволюция планетных систем.

10. Звезды. (2 часа)

Определение понятия «звезда». Основные характеристики звезд: светимость, масса, температура, радиус, наблюдаемые интервалы их значений. Физические принципы спектральной классификации звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Солнце как звезда: внутреннее строение, структура атмосферы. Активные образования в солнечной атмосфере. Цикличность солнечной активности и ее проявления на Земле. Вычислительные примеры.

11. Внутреннее строение звезд. (2 часа)

Эволюция звезд различной массы на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Особенности звезд главной последовательности. Переход в стадию гиганта. Потеря массы на заключительном этапе эволюции. Продолжительность жизни звезд и конечные стадии их эволюции: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Вычислительные примеры.

12. Двойные звезды и остатки эволюции звезд. (2 часа)

Двойные и кратные звезды. Тесные двойные системы. Аккреция вещества на компактную звезду. Рентгеновские источники излучения. Новые и сверхновые звезды. Пульсары.

13. Межзвездная среда. (2 часа)

Элементный состав и основные физические компоненты межзвездной и межгалактической среды. Тепловая и гравитационная неустойчивость межзвездной среды. Формирование звезд, звездных скоплений и околозвездных объектов. Протозвезды, молодые звезды, их наблюдаемые проявления и особенности.

14. Галактики. (2 часа)

Строение нашей Галактики. Звездные скопления, ассоциации и потоки. Определение возраста звездных скоплений. Ближайшие галактики. Измерение расстояний до галактик. Морфологические типы и наблюдательные характеристики галактик. Вращение галактик и определение их массы. Проблема темного вещества.

15. Космология. (2 часа)

Активность ядер галактик. Квазары. Крупномасштабная структура Вселенной: группы, скопления и сверхскопления галактик. Взаимодействующие галактики. Наблюдательные основы космологии. Красное смещение и закон Хаббла.

16. Космология. (2 часа)

Понятие критической плотности. Дозвездная стадия эволюции Вселенной. Возраст Вселенной. Реликтовое излучение. Признаки ускоренного расширения Вселенной, темная энергия. Большой взрыв и инфляционная модель. Вычислительные примеры.

Самостоятельная работа студентов (38 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	16
Подготовка к контрольной работе	16
Подготовка к дифференцированному зачёту	6

5. Перечень учебной литературы.

1. Сурдин В.Г. *Астрономия*, М.: Литео, 2017., ISBN 978-5-00071-853-7 (100 экз.)
2. Архипова В.П., С.И. Блинников, В.Г. Сурдин. *Звезды*, М.: Физматлит, 2013., ISBN 978-5-9221-1466-0 (5 экз.)
3. Засов А.В., *Астрономия : [учебное пособие для учащихся старших классов] / А.В. Засов, Э.В. Кононович*. Изд. 3-е, испр. и доп. Москва : Физматлит, 2017, 258 с. : ил., портр., [8] л. цв. ил. ; 22 см. ISBN 978-5-9221-1736-4 (1 экз.)

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

4. Сурдин В.Г. *Астрономия*, М.: Литео, 2017.

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

7.1 Ресурсы сети Интернет

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.2 Современные профессиональные базы данных

<https://arXiv.org/archive/astro-ph>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. 8.1 Перечень программного обеспечения

8.1 Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

8.2 Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется путем проведения опросов в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции и путем проведения контрольной работы.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде дифференцированного зачёта. При наличии положительной оценки за контрольную работу эта оценка может быть проставлена в качестве итоговой по промежуточной аттестации (по согласию с обучающимся). Для повышения итоговой оценки по сравнению с оценкой за контрольную работу студент должен ответить в ходе промежуточной аттестации на один из контрольных вопросов из списка, приведенного ниже. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция УК-6 сформирована в части, относящейся к формированию способности использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов астрономии, не ниже порогового уровня.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
УК-6.1. Планирует свою деятельность и эффективно использует свое время и иные ресурсы в рамках реализуемого проекта или проводимого исследования.	Знать историю развития и современное состояние астрономической науки.	Вопросы по материалам предыдущих лекций, выполнение, дифференцированный зачёт в устной форме.
УК-6.2. Определяет задачи саморазвития и профессионального роста с обоснованием актуальности и определением необходимых ресурсов для их выполнения.	Уметь решать практические задачи из области наблюдательной астрономии, использовать естественнонаучные и физико-математические знания для объектного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики	Вопросы по материалам предыдущих лекций, контрольной работы, дифференцированный зачёт в устной форме.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Астрономия».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	УК-6.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	УК-6.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры задач контрольной работы

Задача 1: При измерении координат «летающей» звезды Барнарда 08.06.2021 (JD 2459373.26) были получены значения $\alpha = 17^{\text{h}}57^{\text{m}}47.3590^{\text{s}}$ и $\delta = 4^{\circ}45'18.4532''$, а по измерениям 04.06.2022 (JD 2459734.31) координаты были $\alpha = 17^{\text{h}}57^{\text{m}}47.3067^{\text{s}}$ и $\delta = 4^{\circ}45'28.7038''$. Вычислить собственное движение звезды Барнарда.

Задача 2: Каков должен быть диаметр телескопа, чтобы в него глазом можно было увидеть звезду типа Солнце ($M=4.8$) с расстояния 1 кпк, если предельная звездная величина, видимая невооруженным глазом равна 6?

Задача 3: Оценить предельную звездную величину точечного источника, который может быть зарегистрирован (т.е. накопить ~ 100 фотонов) телескопом Хаббла за время экспозиции 600 секунд.

Задача 4: Исходя из результатов наблюдения транзита (глубина, продолжительность и период) экзопланеты оцените среднюю плотность звезды.

Задача 5: Определите ускорение свободного падения на поверхности экзопланеты, если она наблюдается методом радиальной скорости с амплитудой K , а из транзитного метода измерена продолжительность τ и глубина транзита $\delta f/f$.

Примерный перечень вопросов на дифференцированном зачёте

1. Современная астрономия: основные разделы и задачи.

2. Небесная сфера. Основные линии и точки небесной сферы. Суточное движение светил. Вид небесной сферы для наблюдателя на различных широтах.
3. Видимое годичное движение Солнца среди звезд. Горизонтальная система координат. Экваториальные координаты. Международная система небесных координат. Эклиптические и галактические координаты.
4. Определение расстояний и размеров небесных тел. Прямые методы измерения расстояний. Единицы измерения расстояний в астрономии. Косвенные методы измерения расстояний.
5. Понятие об астрономических способах определения времени. Единицы измерения времени. Уравнение времени.
6. Принцип работы оптического телескопа. Рефракторы и рефлекторы. Приемники излучения, используемые в астрономии. Активная и адаптивная оптика.
7. Неоптические телескопы.
8. Видимое движение планет и спутников. Элементы небесной механики. Интеграл энергии и интеграл площадей.
9. Законы Кеплера. Свойства эллиптической орбиты. Зависимость траектории тела от модуля и направления его начальной скорости.
10. Задача двух тел. Понятие о задаче трех тел.
11. Гравитационные и негравитационные возмущения и приливные эффекты.
12. Астрономическая фотометрия и спектроскопия: физические принципы.
13. Шкала электромагнитных волн. Основные понятия фотометрии. Шкала видимых звездных величин. Абсолютная звездная величина. Поглощающие свойства среды.
14. Эффект Доплера и его использование в астрономии.
15. Измерение углов, времени и географических координат.
16. Солнечная система: основные характеристики и состав. Физические различия между объектами разного типа: звезда, планеты, астероиды, кометы.
17. Планеты земной группы. Планеты-гиганты и планеты-карлики.
18. Основные методы обнаружения экзопланет.
19. Звезды. Основные характеристики. Спектральная классификация.
20. Солнце как звезда: внутреннее строение, структура атмосферы.
21. Источник энергии звезд: pp цепочка, CNO цикл.
22. Диаграмма Герцшпрунга – Рассела, главная последовательность.
23. Эволюционные треки звезд на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.
24. Двойные звезды и остатки эволюции звезд.
25. Межзвездная среда. Элементный состав и основные физические компоненты межзвездной и межгалактической среды. Тепловая и гравитационная неустойчивость межзвездной среды.
26. Галактики. Строение нашей Галактики. Морфологические типы и наблюдательные характеристики галактик.
27. Проблема темного вещества.
28. Крупномасштабная структура Вселенной: группы, скопления и сверхскопления галактик. Дозвездная стадия эволюции Вселенной. Признаки ускоренного расширения Вселенной; темная энергия.
29. Закон Хаббла, основные методы измерения параметра Хаббла.
30. Микроволновое излучение, большой взрыв, инфляция.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Астрономия»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного