

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

МИЭМ ВШЭ

Департамент прикладной математики

**Рабочая программа дисциплины Основы астрономии**

для уровня подготовки - магистратура

Разработчик(и) программы:

Зотов Л.В., доцент, к.ф.-м.н., lzotov@hse.ru

Одобрена на заседании комиссии

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Председатель комиссии [Введите И.О. Фамилия] \_\_\_\_\_ [подпись]

Утверждена «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Руководитель Методического центра ДООП

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

[Введите И.О. Фамилия] \_\_\_\_\_ [подпись]

Москва, 2016

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы и автора.*

## **Аннотация**

Курс “Основы астрономии” предложен в рамках программы МагоЛего для всех желающих расширить свои представления о Вселенной, в которой мы живем. Этот курс может быть полезен не только студентам естественно-научных направлений, но и гуманитариям, поскольку столь древняя наука, как Астрономия, уходит корнями в незапамятное прошлое человечества и часто идет рука об руку с историей, искусством и др. Курс будет сопровождаться историческим обзором и иллюстрациями, подтверждающими это. Основная часть курса будет посвящена изложению современных представлений о Солнечной системе, межзвездном пространстве, о нашей Галактике и скоплениях галактик. Большое внимание будет уделено физическим законам, начиная с тех, что привели к формированию нашей планеты, и вплоть до определяющих эволюцию Вселенной в целом. Слушатели узнают о таких экзотических объектах, как нейтронные звезды, квазары, черные дыры и кротовые норы, о внесолнечных планетах, будущем Солнца, о темной материи и энергии. Процессы, происходящие в космосе и наблюдаемые на современных телескопах способны не только поразить воображение, но и дать ученым бесценный материал, который невозможно получить в лабораториях на Земле. Излишне говорить, что астрономия остается наукой, стимулирующей научную мысль, развитие математики, философии и др.

Добро пожаловать на курс МагоЛего “Основы астрономии”

Временной ресурс 114 часов. Кредитная стоимость дисциплины 3.

Целью дисциплины является ознакомление слушателей с современными достижениями астрономии, которые опираются на наблюдения с земли и из космоса с использованием самых современных приборов, а также базируются на успехах фундаментальной физики и математики.

Результатом обучения будут знания о том, что Земля круглая, вращается вокруг Солнца, о масштабах Галактики, о процессах во Вселенной, о пользе космических исследований и т.п. Студенты получат представление о своем месте во Вселенной.

## **Область применения и нормативные ссылки**

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с:

- Стандарт НИУ;
- Образовательной программой подготовки магистров.
- Рабочим учебным планом университета по направлению общевузовских дисциплин

## **Цель и задачи освоения дисциплины**

### **Цель**

Цель курса - познакомить слушателей с современными представлениями о мире, в котором мы живем. Рассказать о планетах, звездах, галактиках, расширении Вселенной, экзотических объектах космоса.

### **Задачи**

1. Заполнить пробел в знаниях по астрономии, возникающий из-за отсутствия этого предмета в школе
2. Познакомить слушателей с концепциями современной астрономии

3. Дать примеры использования математических методов, физических походов, научного мышления в естествознании
4. Восполнить нехватку общегуманитарных представлений, тесно связанных с развитием астрономии
5. Научить слушателей стилю научного мышления

### **Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать, иметь представление о:
  - Положении Земли в Солнечной системе
  - Строении Солнечной системы
  - Месте Солнца в Галактике
  - Масштабах Вселенной
  - Эволюции Вселенной
  - Современных представлениях о гравитации, времени и пространстве
- Уметь:
  - пользоваться математическим аппаратом для простейших вычислений в астрономии
  - находить основные созвездия
  - ориентироваться на звездном небе
- Приобрести первоначальный опыт:
  - наблюдений в телескоп за Солнцем, Луной и планетами
  - междисциплинарного видения

### **Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина входит в образовательную часть объединенного плана общеузовских дисциплин по выбору МАГО-ЛЕГО, ближе всего относится к вариативной части математического и естественно-научного цикла.

Для данного курса нет необходимости предварительно изучать математический анализ, теорию вероятностей, физику, биологию или историю. Однако приветствуется общая эрудиция и интерес.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями:

- понимание концепций и абстракций, способность использовать на практике базовых математических дисциплин,
- понимание концепций и основных законов естествознания, в частности, физики.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции (номера по программе 01.02.01)

<b>Компетенция</b>	<b>од по ФГО С/ НИУ</b>	<b>Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)</b>	<b>Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции</b>
Способность		Демонстрирует умение	Групповые

Компетенция	од по ФГО С/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
критически переосмыслить накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности	К-8	структурировать проблемное пространство. Оценивает и выбирает альтернативы.	дискуссии и проекты.
Способность использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	К-10	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами реферирования текстов;</li> <li>• математическим аппаратом</li> <li>• текстологическими методами извлечения знаний</li> </ul> <p>Демонстрирует умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• слушать и задавать вопросы;</li> <li>• структурировать информацию;</li> </ul>	Семинарские занятия, технология критического мышления, проекты, дискуссии, практические занятия.
Способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы	К-13	<p>Демонстрирует умение оценивать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• надежность (авторитет) информационного источника;</li> <li>• достоверность источника;</li> </ul>	Групповые дискуссии, написание эссе и оценивание эссе своих одноклассников.
Понимание концепций и основных законов естествознания, в частности, физики и астрономии	К-16.	<p>Демонстрирует</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• владение методами естественнонаучного мышления;</li> <li>• умение систематизации и классификации объектов познания;</li> </ul>	Лекции и самостоятельная работа с материалом
Способность учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной	К-1	Владеет основными понятиями астрономии. Осваивает на основе полученных знаний новую информацию по тематике естественных наук	Посещение лекций и семинаров, работа на семинарах, самостоятельная работа с материалами лекций

## Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего	Аудиторные часы		Самостоя- тельная работа
			Лекции	Практи- ческие занятия	
1	Астрономия – о чем?		4	2	5
2	Притяжение		4	2	5
3	Луна и Солнце		4	2	5
4	Планеты земной группы		4	2	5
5	Планеты-гиганты и ледяные тела		4	2	5
6	Экзопланеты		4	2	5
7	Звезды		4	2	5
8	Экзотические объекты и черные дыры		4	2	5
9	Галактика и космология		4	2	5
10	Астрономия и время		4	1	5
11	Планета Земля		2	1	2
	Итого	114	42	20	52

## Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	5 курс (модули)		Параметры
		3	4	
Текущий	Тесты после каждой лекции	*	*	Проверка усвоения знаний по всем разделам. Тестовые вопросы. Задачи.
Текущий	Самостоятельная	6-7	12 -14	Доклады на семинарах.

	работа, доклад, эссе	неделя	неделя	Написание эссе. Проверка эссе однокурсников.
Промежуточный			*	Очно не проводится. Оценка равна накопленной по итогам текущего контроля
Итоговый	экзамен		*	Устный ответ на вопросы экзаменационных билетов. (30 мин на подготовку)

## Критерии оценки знаний, навыков и порядок формирования оценок по дисциплине

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Преподаватель оценивает посещаемость, работу студентов на семинарских занятиях: активность студентов в работе на семинарах, дискуссиях, правильность ответов на тестовые задания. Накопленная оценка по 10-ти балльной шкале за посещаемость и работу на семинарских занятиях определяется перед промежуточным или итоговым контролем - Онакопленная.

По результатам посещаемости аудиторных занятий за 1 и 2 модули выставляются  
Оауд1, Оауд2.

По результатам выполнения тестовых заданий за 1 и 2 модули - ОТест1 + ОТест2.

По результатам аудиторных и семинарских занятий за каждый модуль выставляется накопленная отметка

$$\text{Онакоплмодуль1} = 0.5 \cdot \text{Оауд1} + 0.5 \cdot \text{ОТест1}$$

$$\text{Онакоплмодуль2} = 0.5 \cdot \text{Оауд2} + 0.5 \cdot \text{ОТест2}$$

По результатам написания эссе / выступления с докладом выставляется отметка  
ОЭссе

Общая накопленная оценка формируется по правилу

$$\text{Онакопленная} = 0.33 \cdot \text{Онакоплмодуль1} + 0.33 \cdot \text{Онакоплмодуль2} + 0.33 \cdot \text{ОЭссе}$$

В конце курса проводится экзамен с оценкой Оэкз

Студенты, имеющие Онакопленная равную, или большую 8 могут получить автоматическую отметку за экзамен Оэкз = Онакопленная.

Студенты, имеющие Онакопленная менее 4 могут получить на экзамене дополнительные вопросы из любого раздела курса.

Итоговой отметкой по дисциплине является

$$\text{Оитоговая} = 0.5 \cdot \text{Оэкз} + 0.5 \cdot \text{Онакопленная}$$

Способ округления итоговой и всех промежуточных отметок: в пользу студента.

На передаче студенту не предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль.

## Содержание дисциплины

Название раздела/темы	Количество аудиторных часов (часов самостоятельной работы)
3 модуль	
Раздел 1. Астрономия – о чем?	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наука о звездах</li> <li>2. Платон и Аристотель</li> <li>3. Очертания созвездий</li> <li>4. Движения Земли</li> <li>5. Астрономическая древность</li> </ol>	
<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• А. Берри. Краткая история астрономии. М. изд. Сытина, 1904.</li> <li>• Гигин. Астрономия. Алетейя, СПб 1997 г.</li> <li>• Ред. Сурдин В.Г. Звезды. Физматлит 2013</li> <li>• Р. Грейвс. Мифы древней Греции. Издательство «Прогресс», 1992.</li> <li>• Д. Лейзер. Создавая картину Вселенной. М.: Мир, 1984. - 324с.</li> <li>• Р.Х. Аллен. Звезды. Легенды и научные факты о происхождении астрономических имен. Центрполиграф, 2016</li> </ul>	
Раздел 2. Притяжение	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тяжесть и вес</li> <li>2. Галилей-Тихо-Коперник-Кеплер</li> <li>3. Законы Ньютона</li> <li>4. Двойные и кратные звезды</li> <li>5. Основатели небесной механики</li> <li>6. От Лапласа до Пуанкаре</li> <li>7. Теория тяготения Эйнштейна</li> </ol>	
<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• А. Берри. Краткая история астрономии. М. изд. Сытина, 1904</li> <li>• А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015</li> <li>• В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ</li> </ul>	
Раздел 3. Луна и Солнце	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Все о Луне</li> <li>2. Звезда по имени Солнце</li> </ol>	

<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ред. Сурдин В.Г. Путешествия к Луне. Физматлит 2009</li> <li>• Д. Мензел. Наше Солнце. М. Физматлит. 1963</li> <li>• Кононович, Мороз, Общий курс астрономии М.: Едиториал УРСС, 2004</li> <li>• Кононович Э.В. "Солнце-дневная звезда", УРСС, 2009</li> </ul>	
Раздел 4. Планеты земной группы	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Меркурий</li> <li>2. Венера</li> <li>3. Марс</li> </ol>	
<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ</li> <li>• Ред. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Физматлит 2011</li> <li>• Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997</li> </ul>	
Раздел 5. Планеты-гиганты и ледяные тела	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Юпитер и Сатурн</li> <li>2. Уран и Нептун</li> <li>3. Плутон - карликовая планета</li> <li>4. Астероиды и кометы</li> </ol>	
<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ</li> <li>• Ред. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Физматлит 2011</li> <li>• Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997</li> <li>• Нил Деграсс Тайсон. Смерть в черной дыре и другие мелкие космические неприятности. АСТ 2016.</li> </ul>	
3 модуль	
Раздел 6. Экзопланеты	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы обнаружения внесолнечных планет</li> <li>2. Экзотические миры</li> <li>3. Возможность обнаружения внеземной жизни</li> </ol>	
<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нил Деграсс Тайсон. Смерть в черной дыре и другие мелкие космические неприятности. АСТ 2016.</li> <li>• Видеолекция <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Y7dUuzUEubA">https://www.youtube.com/watch?v=Y7dUuzUEubA</a></li> </ul>	



Раздел 7. Звезды	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики звезд</li> <li>2. Диаграмма Герцшпунга-Рассела</li> <li>3. Жизнь и смерть звезд</li> </ol>	
<p><i>Литература и источники:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• С.Б. Попов. Суперобъекты. Звезды размером с город. Альпина, 2016</li> <li>• Ред. Сурдин В.Г. Звезды. Физматлит 2013</li> <li>• Артур Миллер Империя звезд, или Белые карлики и черные дырыно КоЛибри 2012</li> <li>• Б.А. Воронцо-вельяминов. Очерки о Вселенной. М. 1980</li> </ul>	
Раздел 8. Экзотические объекты и черные дыры	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Черная дыра Лапласа-Мичелла</li> <li>2. Релятивистские ЧД</li> <li>3. Падение в ЧД</li> <li>4. Пределы Чандрасекара и Оппенгеймера-Волкова</li> <li>5. Пульсары и квазары</li> <li>6. Наблюдательные проявления ЧД</li> </ol>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Черепашук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры, Фрязино 2004</li> <li>• И. Новиков, Черные дыры и Вселенная, М. Молодая гвардия, 1985</li> <li>• А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015</li> <li>• С. Хокинг. Черные дыры и молодые вселенные. СПб. Амфора 2001</li> <li>• И.Ф. Малов Радиопульсары. М. Наука 2004</li> </ul>	
Раздел 9. Галактики и космология	4+2(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мир галактик</li> <li>2. Закон Хаббла</li> <li>3. Теория расширяющейся Вселенной</li> <li>4. Микроволновое излучение – кладезь информации</li> <li>5. Будущее Вселенной</li> </ol>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• И. Новиков, Черные дыры и Вселенная, М. Молодая гвардия, 1985</li> <li>• А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015</li> <li>• Леонард Сасскинд. Космический Ландшафт, теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной Питер 2015</li> <li>• С. Вайнберг. Первые три минуты, R&amp;C Dynamics, 2000</li> <li>• Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014</li> <li>• М.В. Сажин. Современная космология в популярном изложении, М.</li> </ul>	

2002	
Раздел 10. Астрономия и Время	4+1(5)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чувство времени</li> <li>2. Философия и время</li> <li>3. Физика и время</li> <li>4. Время в других ипостасях</li> </ol>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014</li> <li>• Хоофт, Вандорен Время, Явления природы на шкале времени, 2016</li> <li>• С. Вайнберг. Первые три минуты, R&amp;C Dynamics, 2000</li> <li>• М. Джонс, Л. Флакман. Физика невероятного времени, М. АСТ 2014</li> <li>• Портал tempus <a href="http://lnfm1.sai.msu.ru/~tempus/tempus/">http://lnfm1.sai.msu.ru/~tempus/tempus/</a></li> </ul>	
Раздел 11. Планета Земля	2+1(2)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследования Земли из космоса</li> <li>2. Изменения климата</li> <li>3. Земля- наш общий дом</li> </ol>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ</li> <li>• Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997</li> </ul>	

## Образовательные технологии

В преподавании дисциплины используется сочетание различных форм информационной работы (интерактивные лекции, групповые дискуссии, доклады на семинарах) и деятельностных форм обучения (написание эссе, самостоятельный просмотр фильмов, чтение книг, сдача компьютерных тестов, организация работы в социальных сетях). В целом деятельностные формы преобладают в организации самостоятельной работы и текущем контроле. Развитие компетенций студентов обеспечивается чрезвычайной увлекательностью, полезностью, востребованностью той информации, которая предлагается на лекциях, и заданиями для самоподготовки.

## Рекомендуемые ресурсы

4. Daniel Fleish, Julia Kregenow, A student's guide to the Mathematics of astronomy. Cambridge 2013
5. Артур Миллер Империя звезд, или Белые карлики и черные дыры. КоЛибри 2012
6. Леонард Сасскинд. Космический Ландшафт, теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной Питер 2015.
7. Гигин. Астрономия. Алетейя, СПб 1997 г.
8. А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015
9. Нил Деграсс Тайсон. Смерть в черной дыре и другие мелкие космические неприятности. АСТ 2016.
10. Б.А. Воронцов-Вельяминов. Очерки о Вселенной. М. 1980
11. И.Ф. Малов Радиопульсары. М. Наука 2004
12. С. Хокинг и Л. Млодинов, Кратчайшая история времени, Амфора, 2006
13. И. Новиков, Черные дыры и Вселенная, М. Молодая гвардия, 1985
14. С. Вайнберг. Первые три минуты, R&C Dynamics, 2000
15. М.В. Сажин. Современная космология в популярном изложении, М. 2002
16. К. Саган. Космос. СПб. Амфора 2004
17. С. Хокинг. Черные дыры и молодые вселенные. СПб. Амфора 2001
18. М. Джонс, Л. Флакман. Физика невероятного времени, М. АСТ 2014
19. Д. Мензел. Наше Солнце. М. Физматлит. 1963
20. С.Б. Попов. Суперобъекты. Звезды размером с город. Альпина, 2016
21. Ред. Сурдин В.Г. Звезды. Физматлит 2013
22. Ред. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Физматлит 2011
23. Ред. Сурдин В.Г. Путешествия к Луне. Физматлит 2009
24. Р.Х. Аллен. Звезды. Легенды и научные факты о происхождении астрономических имен. Центрполиграф, 2016
25. Хоофт, Вандорен Время, Явления природы на шкале времени, 2016
26. А. Берри. Краткая история астрономии. М. изд. Сытина, 1904.
27. Р. Грейвс. Мифы древней Греции. Издательство «Прогресс», 1992.
28. В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ
29. Кононович, Мороз, Общий курс астрономии М.: Едиториал УРСС, 2004
30. Кононович Э.В. "Солнце-дневная звезда", УРСС, 2009
31. Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997
32. Черепашук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры, Фрязино 2004
33. Д. Лейзер. Создавая картину Вселенной. М.: Мир, 1984. - 324с.
34. Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014
35. Гинделис Л.М. SETI: Поиск внеземного разума. Физматлит 2004
36. Засов, Постнов Общая астрофизика. Век-2, 2015
37. Николай Кардашев, Анатолий Владимирович Засов, Валентин Иванович Цветков, Галина Михайлова, Константин Алексеевич Порцевский, Валентин Антонович Юревич, Сергей Викторович Житомирский, Ирина Розгачева, Виталий Бронштэн, Станислав Широков, Петр Щеглов, Алина Иосифовна Еремеева, Нина Невская, Александр Васильевич Козенко, Дмитрий Мацнев, Владимир Георгиевич Сурдин, Виктор Чаругин, Вера Л. Штаерман, Эдвард Владимирович Кононович, Леонид Сомсоненко, Сергей Яценко, Михаил Попов, Константин Владиславович Куимов, Дмитрий Вибе, Жанна Федоровна Родионова, Михаил Смирнов, Александр Щукин, Николай Горькавый, Константин Александрович Постнов, Мария Дмитриевна Аксенова, Сергей Аюков Астрономия, Энциклопедия для детей. Том 8. Аванта + 2011 г.

