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

МИЭМ ВШЭ им. Тихонова

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Департамент прикладной математики

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Рабочая программа дисциплины** Основы астрономии

для уровня подготовки - бакалавриат

Разработчик(и) программы:

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

Одобрена на заседании комиссии

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_\_\_\_ [подпись]

Утверждена «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель Методического центра ДООП

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ [подпись]

Москва, 2018

*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 Общеуниверситетский факультатив 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. Основная часть курса посвящена изложению современных представлений о Солнечной системе, межзвездном пространстве, о нашей Галактике и скоплениях галактик. Большое внимание уделяется физическим законам, начиная с тех, что привели к формированию нашей планеты, и вплоть до определяющих эволюцию Вселенной в целом. Несколько лекций посвящены планетам солнечной системе, наблюдениям Земли из Космоса, проблемам глобального потепления.

Слушатели узнают о внесолнечных планетах, будущем Солнца, о таких экзотических объектах, как нейтронные звезды, квазары, черные дыры и кротовые норы, 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 “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:

- Стандартом НИУ ВШЭ;

- Образовательной программой подготовки бакалавров.

- 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. Сформировать представления о планетах, звездах, галактиках, расширении Вселенной, экзотических объектах космоса.

**Задачи**

1. Познакомить слушателей с концепциями современной астрономии
2. Дать примеры использования математических методов, физических походов, научного мышления в естествознании
3. Восполнить нехватку общегуманитарных представлений, тесно связанных с развитием астрономии
4. Научить слушателей стилю научного мышления
5. Поразить воображение слушателей величественной картиной мироздания

# 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 взглядах на гравитацию, время, пространство, материю

· 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
* широкомасштабного междисциплинарного взгляда на мир

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина входит в образовательную часть объединенного плана общевузовских дисциплин по выбору Общеуниверситетские факультативы, 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)

| **Компетенция** | **Код по ФГОС/ НИУ** | **Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)** | **Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции** |
| --- | --- | --- | --- |
| Способность критически переосмыслять накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности | ОК-8 | Демонстрирует умение структурировать проблемное пространство. Оценивает и выбирает альтернативы. | Групповые дискуссии и проекты. |
| Способность использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | ОК-10 | Владеет:   * методами реферирования текстов; * математическим аппаратом * текстологическими методами извлечения знаний   Демонстрирует умение:   * слушать и задавать вопросы; * структурировать информацию; | 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 | ПК-13 | Демонстрирует умение оценивать:   * надежность (авторитет) информационного источника; * достоверность источника; | Групповые дискуссии, написание эссе и оценивание эссе своих одногрупников. |
| Понимание концепций и основных законов естествознания, в частности, физики и астрономии | ПК-16. | Демонстрирует   * владение методами естественнонаучного мышления; * умение систематизации и классификации объектов познания; | Лекции и самостоятельная работа с материалом |
| Способность учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной | УК-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? |  | 2 | 1 | 3 |
| 2 | Сколько звезд на небе? |  | 2 | 1 | 2 |
| 3 | Притяжение |  | 4 | 2 | 5 |
| 4 | Луна и Солнце |  | 4 | 2 | 5 |
| 5 | Планеты земной группы |  | 4 | 2 | 5 |
| 6 | Планеты-гиганты и ледяные тела |  | 4 | 2 | 5 |
| 7 | Экзопланеты |  | 4 | 2 | 5 |
| 8 | Астрономия и время |  | 4 | 1 | 5 |
| 9 | Звезды и галактики |  | 4 | 2 | 5 |
| 10 | Экзотические объекты и черные дыры |  | 4 | 2 | 5 |
| 11 | Космология |  | 4 | 2 | 5 |
| 12 | Изменения климата и 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 работа, доклад, эссе | 6-7 неделя | 12 -14  неделя | Доклады на семинарах.  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, Оауд1.

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

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

Онакоплмодуль1=0.5· Оауд1 +0.5· OTест1

Онакоплмодуль2=0.5· Оауд2 +0.5· OTест2

По результатам написания эссе / выступления с докладом выставляется отметка ОЭссе

Общая накопленная оценка формируется по правилу

Онакопленная= 0.33\*Онакоплмодуль1 +0.33\*Онакоплмодуль2+0.33\*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.

В случае посещения в конце курса Планетария оно может засчитывается как занятие и повышать накопленную оценку.

Итоговой отметкой по дисциплине является

Оитоговая= 0.5\*Оэкз +0.5 Онакопленная

Способ округления итоговой и всех промежуточных отметок: арифметический

(возможно округление в большую сторону по усмотрению преподавателя).

На пересдаче 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? | 2+1(2) |
| 1. Наука о звездах 2. Платон и Аристотель 3. Астрономическая древность 4. Археоастрономия 5. Астрономия и астрология 6. Астрономия в художественной литературе |  |
| *Литература и источники:*   * А. Берри. Краткая история астрономии. М. изд. Сытина, 1904. * Гигин. Астрономия. Алетейя, СпБ 1997 г. * Р. Грейвс. Мифы древней Греции. Издательство «Прогресс», 1992. * Р.Х. Аллен. Звезды. Легенды и научные факты о происхождении астрономических имен. Центрполиграф, 2016 * Вуд Дж. Солнце, Луна и древние камни / Пер. с англ. — М.: Мир, 1981. |  |
| Раздел 2. Сколько звезд на небе? | 2+1(3) |
| 1. Как узнать момент восхода и захода? 2. Движения Земли 3. Положения и движения звезд 4. Звездные величины 5. Астрометрия и фотометрия |  |
| *Литература и источники:*   * Ред. Сурдин В.Г. Звезды. Физматлит 2013 * Д. Лейзер. Создавая картину Вселенной. М.: Мир, 1984. - 324с. * D. Fleisch J. Kregenow, Mathematics of astronomy, Cambridge, 2013 |  |
| Раздел 3. Притяжение | 4+2(5) |
| 1. Тяжесть и вес 2. Галилей-Тихо-Коперник-Кеплер 3. Законы Ньютона 4. Двойные и кратные звезды 5. Основатели небесной механики 6. От Лапласа до Пуанкаре 7. Теория тяготения Эйнштейна |  |
| *Литература и источники:*   * А. Берри. Краткая история астрономии. М. изд. Сытина, 1904 * А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015 * В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ |  |
| Раздел 4. Луна и Солнце | 4+2(5) |
| 1. Луна – спутница Земли 2. Звезда по имени Солнце |  |
| *Литература и источники:*   * Ред. Сурдин В.Г. Путешествия к Луне. Физматлит 2009 * Д. Мензел. Наше Солнце. М. Физматлит. 1963 * Кононович, Мороз, Общий курс астрономии М.: Едиториал УРСС, 2004 * Кононович Э.В. "Солнце-дневная звезда", УРСС, 2009 |  |
| Раздел 5. Планеты земной группы | 4+2(5) |
| 1. Меркурий 2. Венера 3. Марс |  |
| *Литература и источники:*   * В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ * Ред. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Физматлит 2011 * Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997 |  |
| Раздел 6. Планеты-гиганты и ледяные тела | 4+2(5) |
| 1. Юпитер и Сатурн 2. Уран и Нептун 3. Плутон - карликовая планета 4. Астероиды и кометы |  |
| *Литература и источники:*   * Lissauer J., de Pater I., Fundamental Planetary Science: Physics, Chemistry and Habitability, Cambridge University Press * Ред. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Физматлит 2011 * Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997 * Нил Деграсс Тайсон. Смерть в черной дыре и другие мелкие космические неприятности. АСТ 2016. |  |
| 3 модуль | |
| Раздел 7. Экзопланеты | 4+2(5) |
| 1. Методы обнаружения внесолнечных планет 2. Экзотические миры 3. Возможность обнаружения внеземной жизни |  |
| *Литература и источники:*   * Нил Деграсс Тайсон. Смерть в черной дыре и другие мелкие космические неприятности. АСТ 2016. * Попов С.Б., Вселенная, книга Политеха, М. 2018 * Джонс Б.У. Жизнь в Солнечной системе и за ее пределами   под ред. В.Г.Сурдина, М.: Мир, 2007   * Видеолекция https://www.youtube.com/watch?v=Y7dUuzUEubA |  |
| Раздел 8. Астрономия и время | 4+1(5) |
| 1. Календарь 2. Философия времени 3. Физика и время 4. Время в астрономии |  |
| * Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014 * Хоофт Вандорен, Время, Явления природы на шкале времени, 2016 * С. Вайнберг. Первые три минуты, R&C Dynamics, 2000 * М. Джонс, Л. Флаксман. Физика невероятного времени, М. АСТ 2014 * Портал tempus http://lnfm1.sai.msu.ru/~tempus/tempus/ * Видеолекция https://www.youtube.com/watch?v=FaNYIwF9aNo |  |
| Раздел 9. Звезды и галактики | 4+2(5) |
| 1. Характеристики звезд 2. Диаграмма Герцшпунга-Рассела 3. Жизнь и смерть звезд 4. Мир галактик |  |
| *Литература и источники:*   * Ред. Сурдин В.Г. Звезды. Физматлит, 2013 * Ред. Сурдин В.Г. Галактики. Физматлит, 2013 http://premiaprosvetitel.ru/booksauthors/view/?140 * А. Миллер Империя звезд, или Белые карлики и черные дыры. КоЛибри 2012 * Липунов В.М, В мире двойных звезд, Квант, 1986 * Б.А. Воронцов-Вельяминов. Очерки о Вселенной. М. 1980 * Сурдин В.Г., Ламзин С.А. Протозвезды. Где, как и из чего формируются звезды, М. Наука, 1992 * О. К. Сильченко, Происхождение и эволюция галактик, Век-2, М., 2017 |  |
| Раздел 10. Экзотические объекты и черные дыры | 4+2(5) |
| 1. Черная дыра Лапласа-Мичелла 2. Релятивистские ЧД 3. Падение в ЧД 4. Пределы Чандрасекара и Оппенгеймера-Волкова 5. Пульсары и квазары 6. Наблюдательные проявления ЧД |  |
| * Попов С.Б., Суперобъекты. Звезды размером с город. Альпина, 2016 * Попов С.Б., Вселенная, книга Политеха, М. 2018 * Черепащук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры, Фрязино 2004 * И. Новиков, Черные дыры и Вселенная, М. Молодая гвардия, 1985 * А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015 * С. Хокинг. Черные дыры и молодые вселенные. СпБ. Амфора 2001 * И.Ф. Малов Радиопульсары. М. Наука 2004 * Кип Торн, Интерстеллар, Москва, Манн, Иванов и Фербер, 2015 |  |
| Раздел 11. Космология | 4+2(5) |
| 1. Закон Хаббла 2. Теория расширяющейся Вселенной 3. Микроволновое излучение – кладезь информации 4. Будущее Вселенной |  |
| * И. Новиков, Черные дыры и Вселенная, М. Молодая гвардия, 1985 * А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015 * Леонард Сасскинд. Космический Ландшафт, теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной Питер 2015 * С. Вайнберг. Первые три минуты, R&C Dynamics, 2000 * Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014 * М.В. Сажин. Современная космология в популярном изложении, М. 2002 * Горбунов, Рубаков, Введению в теорию ранней Вселенной 1,2 т. КРАСАНД, 2010 |  |
|  |  |
| Раздел 12. Изменения климата и планета Земля | 2+1(2) |
| 1. Исследования Земли из космоса 2. Изменения климата 3. Земля- наш общий дом |  |
| * В.Л. Пантелеев, Геофизика и физика планет. МГУ * Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997 * http://lnfm1.sai.msu.ru/~tempus/english/science/articles/Paris17.pdf |  |

# 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

1. D. Fleish, J. Kregenow, A student's guide to the Mathematics of astronomy. Cambridge 2013
2. А. Миллер Империя звезд, или Белые карлики и черные дыры. КоЛибри 2012
3. Л. Сасскинд. Космический Ландшафт, теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной Питер 2015.
4. Гигин. Астрономия. Алетейя, СпБ 1997 г.
5. А.Н. Петров. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. Фрязино 2015
6. Н. Д. Тайсон. Смерть в черной дыре и другие мелкие космические неприятности. АСТ 2016.
7. Б.А. Воронцов-Вельяминов. Очерки о Вселенной. М. 1980
8. И.Ф. Малов Радиопульсары. М. Наука 2004
9. С. Хокинг и Л. Млодинов, Кратчайшая история времени, Амфора, 2006
10. И. Новиков, Черные дыры и Вселенная, М. Молодая гвардия, 1985
11. С. Вайнберг. Первые три минуты, R&C Dynamics, 2000
12. М.В. Сажин. Современная космология в популярном изложении, М. 2002
13. К. Саган. Космос. СпБ. Амфора 2004
14. С. Хокинг. Черные дыры и молодые вселенные. СпБ. Амфора 2001
15. М. Джонс, Л. Флаксман. Физика невероятного времени, М. АСТ 2014
16. Д. Мензел. Наше Солнце. М. Физматлит. 1963
17. Попов С.Б.. Суперобъекты. Звезды размером с город. Альпина, 2016
18. Попов С.Б., Вселенная, книга Политеха, М. 2018
19. Ред. Сурдин В.Г. Звезды. Физматлит 2013
20. Ред. Сурдин В.Г. Галактики. Физматлит 2013
21. Ред. Сурдин В.Г. Разведка далеких планет. Физматлит 2011
22. Ред. Сурдин В.Г. Путешествия к Луне. Физматлит 2009
23. О. К. Сильченко, Происхождение и эволюция галактик, Век-2, М., 2017
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. Жарков В. Н. Внутренее строение Земли и планет. М. Наука 1983.
30. Кононович, Мороз, Общий курс астрономии М.: Едиториал УРСС, 2004
31. Кононович Э.В. "Солнце-дневная звезда", УРСС, 2009
32. Липунов В.М., В мире двойных звезд, Квант, 1986
33. Ксанфомалити Л.В. Парад планет, Физматлит, 1997
34. Сурдин В.Г., Ламзин С.А. Протозвезды. Где, как и из чего формируются звезды, М. Наука, 1992
35. Черепащук А.М., Чернин А.Д. Вселенная, жизнь, черные дыры, Фрязино 2004
36. Д. Лейзер. Создавая картину Вселенной. М.: Мир, 1984. - 324с.
37. Р. Пенроуз Циклы времени. М. Бином 2014
38. Гинделис Л.М. SETI: Поиск внеземного разума. Физматлит 2004
39. Засов, Постнов Общая астрофизика. Век-2, 2015
40. 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, Костантин 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

1. Горбунов Д.С., Рубаков В.А., Введению в теорию ранней Вселенной 1,2 т. КРАСАНД, 2010
2. D. Fleisch J. Kregenow, Mathematics of astronomy, Cambridge, 2013
3. Кип Торн, Интерстеллар, Москва, Манн, Иванов и Фербер, 2015