Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова Химический факультет

Декан химического факультета, Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) МФК**

**Астрохимия — молекулы во Вселенной**

**Astrochemistry — molecules in the Universe**

**Уровень высшего образования:**

Бакалавриат, специалитет, магистратура

**Направление подготовки:**

Для всех направлений подготовки

**Форма обучения:**

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена   
Учебно-методической комиссией факультета

(протокол №7 от 07.07.2021)

Москва 2021

1. **Место дисциплины (модуля) в структуре ООП:** вариативная часть ООП, Межфакультетские курсы.
2. **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).** Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровень** | **Компетенция** | **Индикаторы достижения** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)** |
| **Б** | **УК-2 (ОС МГУ), УК-6 (ФГОС ВО)** Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | Критически анализирует собственный интеллектуальный потенциал, оценивает возможные направления саморазвития | **Знать:** основы спектроскопии и фотометрии;  **Знать:** основные параметры межзвездного вещества в Галактике  **Уметь:** объяснить принцип действия и устройство астрономических инструментов, применяемых при исследованиях межзвездной среды;  **Уметь:** описать основные химические процессы в межзвездной среде и их особенности в сравнении с земной химией  **Владеть:** базовыми знаниями в области взаимодействия излучения с межзвездным веществом. |
| **С** | **УК-11.** Способен определять и реализовывать приоритеты личностного и  профессионального развития на основе самооценки |
| **М** | **УК-8.** Способен определять и реализовывать приоритеты личностного и  профессионального развития на основе самооценки |

Б – бакалавриат (ФГОС ВО, интегрированная подготовка ОС МГУ), С – специалитет (ОС МГУ), М – магистратура (ОС МГУ)

**3. Объем дисциплины (модуля)** составляет 1 зачетную единицу, всего 36 часов, из которых 26 часов составляет контактная работа учаще гося с преподавателем (24 часа занятия лекционного типа, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 10 часов составляет самостоятельная работа учащегося.

**4. Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен:**

знать: основные понятия органической и неорганической химии в рамках школьного курса;

уметь: пользоваться вспомогательной литературой

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содер- жание разделов и тем дисцип- лины (модуля),**  **форма промежуточной аттеста- ции по дисциплине (модулю)** | **Всего (часы**) | В том числе | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с препо- давателем), часы**  из них | | | | | | **Самостоятельная рабо- та обучающегося, часы** из них | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные кон- сультации | Учебные за- нятия, на- правленные на проведе- ние текуще- го контроля успеваемо- сти, проме- жуточной аттестации | **Всего** | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п.. | **Всего** |
| Тема 1. Общие сведения о строении Галактики и о месте межзвёздного вещества в общем круговороте вещества во Вселенной. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 2. Основные понятия астрофотометрии и астроспектроскопии. Звёздная величина. Фотометрические системы. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 3. Основы методов наблюдений. Устройство и принципы работы техники наблюдений. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 4. Происхождение и распространённость химических элементов. Звёздная эволюция. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 5. История исследований межзвёздной среды. Светлые и тёмные туманности. Химический состав межзвёздного газа. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 6. Основные компоненты межзвёздной среды. Космические лучи. Поле излучения. Магнитное поле. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 7. Космическая пыль. Химический состав, структура, наблюдаемые проявления. Силикатные и углеводородные пылинки. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 8. Физическое состояние межзвёздной среды. Основные механизмы нагрева и охлаждения межзвёздной среды. Тепловой баланс. Фазы межзвёздной среды. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 9. Молекулярный состав различных астрономических объектов. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 10. Молекулярные облака и их физические свойства. Известные межзвёздные и околозвёздные молекулы. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 11. Виды химических процессов, рассматриваемых в астрохимии. Основы межзвёздного химического синтеза. Проблемы современной астрохимии. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тема 12. Молекулярная эволюция в процессе образования звёзд и планетных систем. Эволюция Солнечной системы. Астробиология. |  | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Промежуточная аттестация *зачет* | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 10 | 10 |
| **Итого** | **36** | **24** | **0** | **0** | **0** | **2** | **26** |  |  | **10** |

**Содержание тем:**

Тема 1. Основные понятия астрономии. Отличия астрономических методов от методов, применяемых в других областях естествознания. Общие сведения о строении Галактики. Звёздный компонент Галактики, виды и свойства звёзд. Основные представления о межзвёздном веществе, о его месте в общем круговороте вещества во Вселенной.

Тема 2. Основные понятия астрофотометрии и астроспектроскопии. Краткая история развития фотометрических и спектральных методов. Звёздная величина. Фотометрические системы. Молекулярная спектроскопия. Молекулярные линии в ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном, субмиллиметровом и радиодиапазонах.

Тема 3. Основы и виды астрономических наблюдений. Устройство и принципы работы основных видов телескопов. Наблюдения в различных диапазонах электромагнитного спектра. Основные телескопы и обсерватории. Особенности наблюдений в радиодиапазоне. Интерферометрия.

Тема 4. Происхождение и распространённость химических элементов. Первичный нуклеосинтез. Звёздная эволюция и звёздный нуклеосинтез. Финальные стадии звёздной эволюции. Синтез химических элементов при вспышках сверхновых.

Тема 5. История исследований межзвёздной среды. Светлые и тёмные туманности. Открытие межзвёздного вещества. Методы его исследования. Химический состав межзвёздного газа.

Тема 6. Основные компоненты межзвёздной среды. Космические лучи. Поле излучения. Магнитное поле. Методы их анализа, характерные параметры. Роль различных компонентов межзвёздной среды в физических и астрохимических процессах.

Тема 7. Космическая пыль. Её взаимодействие с излучением звёзд и собственное излучение. Оптические свойства пылевых частиц. Методы определения химического состава и структуры космических пылинок. Современные модели пыли, основные типы космических пылинок, их происхождение и эволюция.

Тема 8. Физическое состояние межзвёздной среды. Представление о тепловом балансе и балансе по давлению. Основные механизмы нагрева и охлаждения межзвёздного вещества. Функция нагрева и функция охлаждения. Понятие о фазах межзвёздной среды. Межзвёздное вещество в окрестностях Солнечной системы.

Тема 9. Молекулярный состав тел Солнечной системы и их атмосфер. Молекулярный состав атмосфер планет внесолнечных планет и коричневых карликов. Молекулы в атмосферах звёзд. Проэволюционировавшие звёзды и молекулярный синтез. Мазеры.

Тема 10. Молекулярные облака и их физические свойства. Структура молекулярных облаков. История их исследования и открытия различных молекул. Известные межзвёздные и околозвёздные молекулы. Их характерные особенности и проблемы отождествления.

Тема 11. Уравнения химической кинетики и методы их решения. Виды химических процессов, рассматриваемых в астрохимии. Основы межзвёздного химического синтеза. Газофазные и поверхностные реакции. Астрохимические базы данных. Проблемы современной астрохимии. Согласованное моделирование фотохимии и поля излучения в астрономических объектах. Реакции с изотопологами.

Тема 12. Эволюция молекулярных облаков. Теория Джинса. Современные представления о звездообразовании. Две парадигмы звездообразования — магнитная и гравотурбулентная. Молекулярная эволюция в процессе образования звёзд и планетных систем. Эволюция Солнечной системы. Астробиология.

6. Образовательные технологии:

* мультимедийное сопровождение лекций;
* использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса (сайт, электронная почта);
* преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ и зарубежной практики.

**7. Ресурсное обеспечение:**

* Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках.

Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

Основная литература

1. Н.Г. Бочкарёв, Основы физики межзвездной среды. Либроком, 2010

2. S.Miller, The Chemical Cosmos, Springer, 2011.

3. H.McSween and G.R.Huss, Cosmochemistry, Cambridge University Press, 2010

4. Claire Vallence, Astrochemistry (From the Big Bang to the Present Day) World Scientific Publishing, 2016

Дополнительная литература

1. Т.Л.Уилсон, К.Рольфс, С.Хюттемейстер, Инструменты и методы радиоастрономии. Физматлит, 2012

2. П.Эткинс, Физическая химия. В 2-х томах. – М.: Мир, 2007.

3. Ч.Таунс и А.Шавлов, Радиоспектроскопия, Иностранная литература, 1959.

4. J.Tennyson, Astronomical Spectroscopy, Imperial College Press, 2010.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости): использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса и мультимедийных технологий на лекциях.

* Занятия проводятся в аудиториях, оснащенных персональным компьютером и мультимедийным проектором.

1. **Язык преподавания** – русский
2. **Преподаватели:**

Вибе Дмитрий Зигфридович

Столяров Андрей Владиславович

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачета. На зачете

проверяется достижение результатов обучения, перечисленных в п.2.

**Примерный перечень вопросов к зачету**

***(1) Какую информацию о космических объектах можно извлечь из наблюдений молекулярных спектров?***

***(2) В чем состоит температурная особенность протекания ион-нейтральных и нейтрально-нейтральных реакций?***

***(3) Перечислите основные группы молекул, обнаруживаемых в межзвездной и околозвездной среде.***

***(4) Опишите особенности астрономических наблюдений в различных диапазонах: ультрафиолетовом, оптическом, инфракрасном, радио.***

***(5) Опишите основные закономерности химического синтеза в межзвездной среде.***

***(6) Каковы основные фазы межзвездной среды в нашей Галактике и каковы причины их появления?***

***(7) Каковы современные представления об эволюции органических молекул в межзвездной среде и Солнечной системе?***

***(8) В чём состоит смысл самосогласованного моделирования динамических и химических процессов в межзвездной среде?***

***(9) Какие астрохимические базы данных Вы знаете, и какая информация в них включается?***

***(10) Опишите основные типы астрохимических реакций.***

***(11) Какова роль внешних факторов в астрохимических процессах?***

***(12) Опишите свойства космической пыли. Какую роль она играет в астрохимических процессах?***

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)** | | | | |
| Оценка  Результат | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знания | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| Умения | Отсутствие умений | В целом успешное, но не систематическое умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (до-  пускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение |
| Навыки (владения) | Отсутствие навыков | Наличие отдельных навыков | В целом, сформированные навыки, но не в активной форме | Сформированные навыки, применяемые при решении задач |

**Критерии оценки ответов на зачете:**

*Зачтено (оценка 3, 4 и 5)*

Ответ логически выстроен и излагается на хорошем научном языке. Студент владеет необходимыми источниками и литературой, ориентируется в них, использует при ответе специализированную лексику, дает грамотные ответы на основной и дополнительные вопросы.

*Не зачтено (оценка 2)*

В ответе полностью отсутствует явная логика. Студент не владеет в полной мере даже основными источниками, не ориентируется в них, при ответе не использует специализированную лексику, дает неудовлетворительные ответы на дополнительные и основные вопросы.

|  |  |
| --- | --- |
| **РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ**  **по дисциплине (модулю)** | **ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ** |
| **Знать: основы спектроскопии и фотометрии;**  **Знать: основные параметры межзвездного вещества в Галактике** | мероприятия текущего контроля успеваемости |
| **Уметь: объяснить принцип действия и устройство астрономических инструментов, применяемых при исследованиях межзвездной среды;**  **Уметь: описать основные химические процессы в межзвездной среде и их особенности в сравнении с земной химией** | мероприятия текущего контроля успеваемости |
| **Владеть: базовыми знаниями в области взаимодействия излучения с межзвездным веществом.** | мероприятия текущего контроля успеваемости |