|  |
| --- |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное  учреждение высшего образования  Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова |

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

**Загадки воды: заблуждения и факты.**

**Mystery of water: misconceptions and facts**

*наименование дисциплины*

**Уровень высшего образования:** бакалавриат, специалитет, магистратура

**Направление подготовки:** все направления

*(код и название направления)*

**Профиль (направленность) ОПОП:** все

*(название направленности)*

Форма обучения: очная

**Автор:** профессор Лобышев В.И.

Москва 2023

**1. Цель освоения дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

Дисциплина направлена на формирование у студента компетенций:

– способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1);

– способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия (УК-5);

– способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития (УК-7).

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО:**

Дисциплина **«Загадки воды: заблуждения и факты»** относится к вариативной части (естествено-научному блоку) основной профессиональной образовательной программы высшего образовния по всем направлениям бакалавриата, магистратуры и специалитета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Период – **1 (один) семестр обучения**, 1 з.е. / 36 часов.

**3. Объем дисциплины составляет:**

Объем дисциплины – 1 з.е. / 36 часов, включая 24 часа на занятия лекционного типа, 12 часов на самостоятельную работу обучающегося. Вид промежуточной аттестации – **зачет**.

**4. Тематический план: структура дисциплины по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в соответствии с учебным планом)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование**  **разделов и тем дисциплины,**  **Форма промежуточной**  **аттестации по дисциплине** | **Номинальные трудозатраты**  **обучающегося** | | | **Всего академических часов** | **Форма текущего контроля успеваемости[[1]](#footnote-1) \*** |
| **Контактная работа  (работа во взаимодействии с преподавателем)**  **Виды контактной работы, академические часы** | | **Самостоя-тельная**  **работа**  **обучаю-**  **щегося,**  **академи-**  **ческие**  **часы** |
| **Занятия**  **лекционного**  **типа** | **Занятия**  **семинарского**  **типа / (в**  **интерактивной форме)** |
| Тема 1. Гидросфера Земли. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 2. Вода – сложная система. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 3. Строение молекулы воды. Водородная связь. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 4. Полиморфизм кристаллических структур льдов. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 5.Образование структур из паров воды. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 6. Аномальные физические свойства жидкой воды. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 7.Структура воды. Модели жидкой воды, эволюция представлений. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 8. Свойства воды вблизи поверхностей. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 9. Гидратация ионов, газов, неполярных соединений. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 10. Изотопные эффекты тяжелой воды в биологических системах. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 11. Активированная вода. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 12. Физико-химические и биологические свойства сильно разбавленных растворов. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Промежуточная аттестация:  **Зачет** |  |  |  |  | КО, П |
| **Итого** | **24** | **-** | **12** | **36** |  |

Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); контрольная работа (КР); правовой диктант (ПД); презентация доклада, выступления, реферата (П); тестирование (решение тестовых заданий) (Т); коллоквиум (К); решение кейсов (конкретных практических ситуационных заданий) (РК); разработка исследовательского мини-проекта, отчет по нему (ИП); аналитический обзор официальной и исследовательской статистики и аналитики (АО); деловая игра (ДИ); выступление на научно-практической конференции (ВК). Формы текущего контроля успеваемости по всем темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д).

**5. Содержание разделов, тем дисциплины: краткое содержание дисциплины (темы** **межфакультетского учебного курса):**

**Раздел I.**

**Тема 1. Гидросфера Земли.**

Как появилась вода на Земле. Наличие воды - индикатор возможности жизни, как мы ее понимаем. Общие характеристики гидросферы. Круговорот воды в природе.

Роль воды в глобальных процессах на Земле.

**Тема 2. Вода – сложная система.**

Состав «чистой» воды. Диссоциация молекулы. Растворенные газы, неорганические и органические вещества. Орто- и пара- состояния молекулы воды. Изотопы водорода и кислорода в молекуле воды. Фракционирование изотопов при фазовых переходах воды.

**Тема 3** **Строение молекулы воды. Водородная связь.**

Основные характеристики молекулы (Н2О и D2O). Димер воды. Водородная связь и ее свойства. Вода – симметричный донор и акцептор водородных связей. Тетраэдрическое строение ближайшего окружения. Образование пространственной сети связанных молекул воды. Неопределенность расположения протонов в сети. Остаточная энтропия.

**Тема 4 Полиморфизм кристаллических структур льдов.**

Фазовая диаграмма. Структурные и физические характеристики льдов полиморфов.

Упорядоченное и разупорядоченное состояние протонов. Дефекты структуры льдов.

Почему лед скользкий?

**Тема 5. Образование структур из паров воды.**

Снежинки и их формы. Зависимость от внешних условий (влажность, температура). Радуга и гало. Когда и почему снег скрипит. Искусственный снег.

**Тема 6. Аномальные физические свойства жидкой воды.**

Сравнение с другими веществами. Нормальные и аномальные температурные зависимости. Причина аномалий жидкой воды.

**Тема 7. Структура воды. Модели жидкой воды, эволюция представлений.**

Полимерная, непрерывная сеть с дефектами, кластерная. Водные кластеры и их возможная структура. Параметрические, не кристаллографические структуры.

**Тема 8. Свойства воды вблизи поверхностей.**

Вода в слоистых структурах. Не растворяющий и не перемешиваемый слой воды у гидрофильных поверхностей. Конденсированная вода в капиллярах, нанотрубках.

**Тема 9. Гидратация ионов, газов, неполярных соединений.**

Газогидраты, клатраты. Гидратация биополимеров. Роль воды в образовании биологических структур. Связь гидратации с функционированием биополимеров.

**Тема 10.** **Изотопные эффекты тяжелой воды в биологических системах.**

История обнаружения биологических изотопных эффектов. Адаптация простейших организмов к D2O. Почему полезно читать статьи не только на английском языке. Первичные изотопные эффекты дейтерия. Изотопные эффекты D2O как растворителя. Аномальные биологические эффекты, сопровождающие небольшие вариации концентраций дейтерия в обычной воде и в воде сильно обедненной дейтерием.

**Тема 11. Активированная вода.**

Различные способы активации воды (механические, температурные, электрические, магнитные и электромагнитные поля, видимый свет, комбинированные воздействия). Появление активных форм кислорода и азота. Длительная эволюция свойств активированной воды. Неравновесные состояния воды и высокая чувствительность к слабым физическим воздействиям. Электрохимическая активация, «живая и мертвая» вода.

**Тема 12. Физико-химические и биологические свойства сильно разбавленных растворов.**

Молекулярные растворы. Флуктуации в бинарных системах. Структурная самоорганизация. Образование наноструктур в разбавленных растворах, в том числе, в условиях отсутствия экранирования магнитного поля. Корреляции биологических эффектов и физико-химических характеристик сильно разбавленных растворов.

**6. Перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Причины связи климата Земли с наличием воды.
2. Что происходит с водой в ходе природного круговорота?
3. В каких фазах обнаружится меньшая и большая концентрация дейтерия в области сосуществования лед-вода-пар?
4. Строение молекулы воды.
5. Почему снежинки имеют гексагональную форму?
6. Полиморфизм льдов. Можно ли обжечься льдом?
7. Можно ли разрезать лед?
8. Чем отличается искусственный снег от обычного?
9. Как образуется водородная связь?
10. Структура ближайшего окружения молекулы воды в воде.
11. Почему вода может обладать пространственной сетью водородных связей?
12. Можно ли рассматривать жидкую воду, как состоящую лишь из молекул Н2О?
13. Перечислите известные Вам аномалии жидкой воды.
14. Причина аномалий жидкой воды.
15. Возможные структуры водных кластеров.
16. Какие структуры можно получить из параметрических модулей?
17. Различия в гидратации ионов и неполярных соединений.
18. Особенности воды в приповерхностных слоях.
19. Сколько воды необходимо для функционирования живых организмов?
20. Присутствует ли в питьевой воде молекулы тяжелой воды D2O?
21. Является ли тяжелая вода ядом для живых организмов?
22. Причины возникновения первичных изотопных эффектов дейтерия.
23. С чем связаны изотопные эффекты тяжелой воды как растворителя?
24. Всегда ли увеличение количества дейтерия в воде сопровождается угнетением биологической активности?
25. Как самому приготовить воду с уменьшенной концентрацией дейтерия?
26. Когда вода не равновесна?
27. Природа электрохимической активации водных растворов.
28. Почему в воде можно наблюдать измененные свойства в течение длительного времени?
29. Структурная самоорганизация в разбавленных растворах.
30. Особенности физико-химических характеристик сильно разбавленных растворов.
31. Корреляция физико-химических свойств сильно разбавленных растворов с их биологической активностью.

**7. Ресурсное обеспечение:** п**еречень основной и дополнительной литературы**

**Основная литература:**

1. [Д. Эйзенберг, В. Кауцман. Структура и свойства воды. http://biophys.ru›archive/books/Kaucman-1975.pdf](http://www.biophys.ru/archive/books/Kaucman-1975.pdf) (дата обращения 30.01.2023)
2. Структура воды и наука. [water.lsbu.ac.uk](https://water.lsbu.ac.uk/) (дата обращения 30.01.2023)

**Дополнительная литература:**

1. В.И. Лобышев. [О чем говорят изотопные эффекты тяжелой воды в биологических и модельных системах](https://istina.msu.ru/publications/article/144653911/). [Актуальные вопросы биологической физики и химии](https://istina.msu.ru/journals/39280365/), 2018, т. 3, № 3, с. 511-519.
2. В.И. Лобышев. Физико-химические особенности разбавленных водных растворов и их биологическая активность. В кн. Горизонты биофизики. Т. 2 , с.138-166 / Под ред. А. Б. Рубина. — М.–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2022. — 376 с. ISBN 978-5-4344-0964-3

**8. Преподаватели дисциплины:** д.ф.-м.н., профессор Лобышев Валентин Иванович

1. Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); контрольная работа (КР); правовой диктант (ПД); презентация доклада, выступления, реферата (П); тестирование (решение тестовых заданий) (Т); коллоквиум (К); решение кейсов (конкретных практических ситуационных заданий) (РК); разработка исследовательского мини-проекта, отчет по нему (ИП); аналитический обзор официальной и исследовательской статистики и аналитики (АО); деловая игра (ДИ); выступление на научно-практической конференции (ВК). Формы текущего контроля успеваемости по всем темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д). [↑](#footnote-ref-1)