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

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

**«Биофизика. От неживого к живому»**

“**Biophysics. From nonliving to the living**”

*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:** **Твердислов Всеволод Александрович**, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой биофизики физического факультета МГУ.

Москва 2024

**Аннотация курса**

Курс предназначен для студентов естественнонаучных и гуманитарных специальностей, в том числе не имеющих специальной вузовской подготовки в области физики, биологии, химии и математики. В курсе рассмотрены отличительные особенности живой и неживой материи, физические основы строения и функционирования живых систем от субмолекулярного и клеточного до биосферного уровня, механизмы основных биологических процессов, биофизические аспекты происхождения живых систем и эволюции биосферы. Особое внимание уделено новым подходам в области системной биофизики, связанным с представлениями о синергетических аспектах организации и функционирования живых систем, рассмотрению механизмов пространственно-временной самоорганизации в активных средах, а также фундаментальных проблем симметрии-асимметрии в неживой и живой природе. Обсуждаются вопросы формирования иерархических структур, молекулярных и макроскопических биологических машин, ответственных за устойчивое функционирование и эволюцию живых систем. Рассмотрены проблемы, а также возможные механизмы возникновения и форм жизни на Земле и в просторах Вселенной.

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

Целью освоения студентом дисциплины является:

* получение базовых знаний относительно биофизики как системной естественнонаучной дисциплины, направленной на формирование фундаментального знания о механизмах возникновения, функционирования и эволюции живых систем;
* умение в дальнейшей исследовательской и практической деятельности выделять и формулировать проблемы и задачи, решение которых требует использования биофизических подходов, и на этой основе решать актуальные мировоззренческие и методологические научные проблемы.
* в результате освоения дисциплины студент должен обладать способностью к самостоятельному и творческому использованию в практической и преподавательской деятельности приобретенных знаний и умений, в том числе в областях, непосредственно не связанных с избранной сферой научной деятельности.

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

Дисциплина **«Биофизика. От неживого к живому»** относится к вариативной части (социальному и экономическому блоку) основной профессиональной образовательной программы высшего образования по всем направлениям магистратуры МГУ имени М.В. Ломоносова.

Период – **1 (один) семестр обучения**.

**3. Объем дисциплины составляет:**

Объем дисциплины – 1 з.е. / 36 часов, из которых 24 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (24 часов – занятия лекционного типа), 12 часов составляет самостоятельная работа 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.  Физика и биология. Историческая и методологическая связь наук: великие физики и биологи, великие открытия физики и биологии. Биофизика в России и Московском университете. Биофизика как теоретическая и системная биология. | 2 | - | 1 | 3 | КО |
| Тема 2. Химический состав и физические размерности живых систем.  Проявление «биологической целесообразности» в гармоническом сочетании химического состава живых систем и физических закономерностей, обеспечивших формирование необходимых структурных и функциональных свойств биомолекул. Пространственная размерность как физическая первооснова функциональных градаций клеточных структур (0D – малые молекулы, 1D – линейные информационно детерминированные полимеры белков и нуклеиновых кислот, 2D – мембраны, 3D - органеллы и клетки | 2 | - | 1 | 3 | КО, Д |
| Тема 3. Физические характеристики биологических структур.  Физические характеристики биологических структур, тканей и сред. Вода и межмолекулярные взаимодействия. Статистическое описание и квантовомеханические явления в биологических системах.  в становлении науки Нового времени. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 4. Биомеханика.  Биомеханика как компонент системной биофизики. Классификация конструкций живых систем, связей и типов движений на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Механика биологических жидкостей и жидкокристаллических структур. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 5. Упорядоченность, симметрии, активные среды.  Упорядоченность биологических структур, энтропия и информация. Открытые системы, неравновесная термодинамика в биологии, стационарные состояния, нелинейность живых систем, диссипативные структуры. Синергетика. Активные среды. Колебательные и автоволновые процессы в биологических системах как физическая основа пространственно-временной самоорганизации. Симметрия и асимметрия. Явление хиральности, структурные иерархии макромолекул. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 6. Биофизика клетки  Биофизика клетки. Пространственно-временная структура, иерархия биологических систем. Совокупность физических, химических и биологических критериев живого. Физико-химические предпосылки происхождения жизни на Земле. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 7. Молекулярные машины.  Молекулярные машины как фундаментальный физический критерий перехода от неживой к живой материи. Физическое определение «машины». Тепловой шум. Сопряжение преобразования энергии, вещества и информации в биологических молекулярных машинах как их характерная особенность. Концепция «фермент - молекулярная машина». Типы биологических машин в иерархии живых систем от макромолекулярных до биосферных масштабов. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 8. Механохимические процессы.  Механохимические процессы. Мышечные и немышечные формы подвижности. Структура сократительных систем. Термодинамика и кинетика механохимического преобразования. Механорецепция.  . | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 9. Биофизика мембран.  Биофизика мембран. Ленгмюровские монослои. Структура и физико-химические свойства биологических и искусственных мембран. Явления переноса, активный и пассивный транспорт ионов, сопряженный транспорт веществ. Насосы, каналы, переносчики. Осмотические и электрические явления, форма клетки, динамика мембран. Возбудимость, распространение нервного импульса, синаптическая передача. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 10. Преобразование энергии  Физические основы преобразования и аккумуляции энергии в биологических системах. Биологическое окисление, дыхательная цепь, митохондрии, перенос электронов, механизмы энергетического сопряжения в биомембранах. Фотобиологические процессы. Оптические свойства биомолекул. Структурная организация фотосинтетического аппарата фотосинтезирующих бактерий, высших растений и водорослей. Первичные процессы фотосинтеза, миграция энергии, фотосистемы 1 и 2. Фоторецепция. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 11. Движущие силы эволюции.  Биофизические подходы к проблеме биологической эволюции: движущие силы и физико-химические механизмы. Термодинамические и кинетические аспекты. Эволюция как системный синергетический процесс. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Тема 12. Биофизическая экология.  Экология как биофизика биологических макросистем. Экологические системы, биоценозы и биосфера. Иерархические уровни организации биосферы. Трофические цепи, потоки энергии и круговорот веществ в экосистемах. Геофизические и геохимические факторы. Ноосфера, научные принципы природопользования.  Математическое моделирование.  Математическое моделирование сложных биологических систем. Популяционные модели. Классические подходы, нерешенные проблемы и перспективы.  Жизнь и Вселенная.  Жизнь как космическое явление: биофизические, космологические и философские подходы. | 2 | - | 1 | 3 | КО, В, Д |
| Промежуточная аттестация:  **Зачет** |  |  |  |  | КО, В, Д |
| **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).

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

**Основная литература**

1. *В.А.Твердислов, А.Э.Сидорова, Л.В.Яковенко* Биофизическая экология УРСС,

2012. – 544 с.

1. *Т.Уэй* Физические основы молекулярной биологии**:** Учебное пособие /

под ред. Л.В.Яковенко. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2010

1. Клетки/под ред. *Б.Льюина* и др. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011
2. *Г.Ю.Ризниченко* Лекции по математическим моделям в биологии –

М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. - 560 с.

1. *Л.А.Блюменфельд* Решаемые и нерешаемые проблемы биологической

физики.- М.:Едиториал УРСС, 2002.-160 с.

1. *А.Б.Рубин* Биофизика, в 2-х томах, М., 2002-2006
2. *И.Пригожин, Д.Кондепуди* Современная термодинамика. От тепловых двигателей

до диссипативных структур М «МИР» 2002

1. *Дж.Г.Николлс, А.Р.Мартин, Б.Дж.Валлас, П.А.Фукс От* нейрона к мозгу М.,

УРСС, 2003

1. *С.Э.Шноль* Физико-химические факторы биологической эволюции, "Наука",

М., 1979

1. *А.В.Финкельштейн, О.Б.Птицын* Физика белка. –М.:КДУ, 2005.- 456 с.
2. *Г.Хакен* Тайны природы, Синергетика: учение о взаимодействии

Москва–Ижевск: Инст. компьютерных исследований, 2003. - 320 с.

**Интернет-ресурсы**

<http://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница>

**Вопросы к зачету**

*Вопросы и темы для обсуждений:*

1. Биологические и физические критерии Живого
2. Происхождение живых систем, механизмы эволюции биосферы
3. Размеры и размерности живого. Иерархичность.
4. Идеи симметрии в теоретической биологии
5. Хиральность как первооснова молекулярно-биологических иерархий
6. Биофизические основы специализации биомолекул
7. Биофизика и биоэнергетика
8. Биофизика и оптика
9. Биомеханика живого
10. Активные среды, самоорганизация
11. Механизмы возбудимости
12. Механизмы биологической подвижности
13. Жидкокристаллические структуры в живых системах
14. Молекулярные машины и макромашины в биологической иерархии, КПД
15. Таблица Менделеева в геосфере и биосфере. Изотопия.
16. Вода и жизнь
17. Ферментативный катализ
18. Временная организация биохимических и физиологических процессов. Биологические часы
19. Принципы и механизмы преобразования информации в биологических процессах. Биофизика когнитивных процессов

20.Простые математические модели: сообщества, биотические отношения, возбудимые среды, явления переноса и др.

**8. Преподаватели дисциплины:** **Твердислов Всеволод Александрович**, доктор физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой биофизики физического факультета МГУ,

e-mail: [tverdislov@mail.ru](mailto:tverdislov@mail.ru),

тел. 8-495-939-11-95

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)