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

Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**(межфакультетского учебного курса)**

**Физические основы медицинских технологий**

**Physical methods in biology and medicine**

*наименование дисциплины*

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

**Направление подготовки:** все направления

*(код и название направления)*

**Профиль (направленность) ОПОП:** все

*(название направленности)*

Форма обучения: очная

**Автор:** Панченко Владислав Яковлевич

Москва 2024**1. Цель освоения дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является овладение современными профессиональными знаниями в области медицинских технологий

Дисциплина направлена на формирование у студента:

Системы представлений об актуальных направлениях развития современных медицинских технологий, а также овладение совокупностью современных знаний о физических основах и подходах к разработкам медицинского диагностического и терапевтического оборудования в объёме, необходимом для успешной профессиональной деятельности;

Овладение методологией научных исследований в области современных медицинских технологий.

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

Дисциплина **«Физические основы медицинских технологий»** относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования по всем направлениям бакалавриата и магистратуры, 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. Основные понятия | 2 | - | | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 2. ЛАЗЕРНО - ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОМОДЕЛИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ БИОСОВМЕСТИЫХ ИМПЛАНТОВ/МАТЕРИАЛОВ | 2 | - | | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 3. ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ. ЛАЗЕРНАЯ ХИРУРГИЯ. РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИЯ МИОКАРДА. | 2 | - | | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 4.ЛАЗЕРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ХРЯЩЕВЫЕ ТКАНИ. | 2 | - | | 1 | 3 | В, Д |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тема 5.ОПТИКО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИИ. АДАПТИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 6. ФИЗИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ДИАГНОСТИКЕ. БИОЧИПЫ | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 7. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НА ОСНОВЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ. ПОЗИТРОН-ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 8. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МРТ | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 9. НАНОМЕДИЦИНА: ДИАГНОСТИКА И ТЕРАПИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 10. ЦЕЛЕВАЯ ДОСТАВКА ЛЕКАРСТВ. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 11. ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ И ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА. | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Тема 12. ПРОБЛЕМЫ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ | 2 | - | 1 | 3 | В, Д |
| Промежуточная аттестация:  **Зачет** |  |  |  |  | ПК, КО, П |
| **Итого** | **24** | **-** | **12** | **36** |  |

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

**Раздел I.**

**Основные понятия**

1. Общие представления о современных медицинских технологиях. Аддитивные технологии. Телемедицина.

**Раздел II.**

**ЛАЗЕРНО - ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

2 Технология дистанционного изготовления биомоделей по томографическим данным обследования пациентов. Лазерная стериолитография. Послойное изготовление трехмерного объекта. Лазерные стериолитографы. Свойства фотополимеризующейся композиции (ФПК). Изготовление имплантов и их применение в челюстно-лицевой хирургии, хирургии позвоночника, сердечно-сосудистой системы. Дентальная имплантология.

3. Селективное лазерное спекание и синтез полимерных матриц для тканевой инженерии. СКФ синтез биоактивных полимерных частиц и композитов. Поверхностно-селективное лазерное спекание. Биорезорбируемые модели. Управление и контроль кинетики выхода биоактивных соединений из полимерных матриц. Изготовление биоактивных биорезорбируемых полимерных имплантатов заданной формы и морфологии, не имеющих следов органических растворителей с помощью сверхкритического диоксида углерода.

**Раздел III.**

**ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ ЛАЗЕРНЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ.**

4. Трансмиокардиальная лазерная реваскуляризация. Операция на работающем сердце без использования аппарата искусственного кровообращения. Перфорация в режиме мощного одиночного лазерного импульса. Синхронизация лазерного импульса с ЭКГ пациента. Динамика изменения канала в миокарде после лазерного воздействия (ткани животных in vivo, СО2 лазер). Типичное расположение лазерных каналов на поверхности миокарда. Параметры перфорации миокарда импульсом СО2 лазера. Интенсивное формирование сети капилляров вокруг канала лазерного воздействия в результате «древообразного» теплового повреждение миокарда. Эффекты, сопровождающие формирование глубоких лазерных каналов в биотканях. Эффективность лазерной реваскуляризации. Кардиохирургические СО2 лазеры серии «Перфокор» разработки ИПЛИТ РАН. Принцип организации обратной связи интеллектуальной хирургической установки на основе СО2 лазера.

5. Испарение новообразований и диагностика в реальном времени. Метод автодинного детектирования (прием на резонатор лазера) обратно рассеянного излучения. Идентификация типа испаряемой биоткани; звуковая индикация при переходе границы испаряемой биоткани; управление параметрами лазерного излучением в зависимости от особенностей операции; протоколирование лазерной операции в реальном масштабе времени.

6. Лазерная коррекция формы хрящей на примере перегородки носа. Особенности лазерной процедуры. Контроль степени теплового воздействия по температуре поверхности перегородки. Лазерная реконструкция межпозвонковых дисков. Лазерная регенерация хрящевой ткани. Особенности процедуры лазерной регенерации хрящевой ткани. Контроль степени теплового воздействия по светорассеянию. Особенности лазерной процедуры в офтальмологии. Перспективы развития технологий.

7. Лазерная персонализированная коррекция зрения на основе данных аберрометрии. Расчет профиля персонализированной абляции. Аберрометр (МГУ-ИПЛИТ). Эксимерный лазер. Рефракционная хирургия. Развитие персонализированной коррекции с использованием фемтосекундного лазера FLOKS для интрастромальной обработки роговицы. Цифровая фундус-камера с адаптивной оптической системой и аберрометром реального времени. Диагностические возможности. Офтальмологические адаптивные системы для ретиноскопии. Сравнение традиционной фундус-камеры и камеры с адаптивной оптической системой.

**Раздел IV.**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

8. Радиоспектроскопические методы диагностики. Магнитно-резонансная томография (МРТ) и ее место в биомедицинских исследованиях. Физические основы магнитного резонанса. Продольная (спин-решеточная) и поперечная (спин-спиновая) релаксация. Принципы формирования МРТ изображений. Принципы медицинской МРТ диагностики. Выявление слабых морфологических изменений живой ткани. Методы подавления фоновых МРТ сигналов нормальных тканей. МРТ в сильных и слабых магнитных полях. Низкопольные МРТ сканеры высокого разрешения на постоянных магнитах. ЯМР cпектроскопия и ее сочетание с функциями магнитно-резонансной томографии. Локальные измерения метаболического портрета живой ткани, температуры внутренних органов, неинвзивная биопсия in vivo. Молекулярная визуализация. Целевая доставка фармпрепаратов в область патологии. Биомаркеры и парамагнитные визуализаторы. Нанокапсулированные препараты, наблюдение их эффектов при онкологии и ишемии головного мозга. Контроль доставки лекарственных нанобиоконтейнеров и экстракции препарата на мишени под действием физических полей. Магнитная гипертермия. Мультиядерная МРТ.

9. Диагностика ионизирующими излучениями. Однофотонная компьютерная томография. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Принцип работы. Основные узлы и элементы прибора. Циклотрон и производство короткоживущих радиоизотопов. УКЖР. Биохимическая станция получения меченых соединений. Радиофармпрепараты. Кинетическое сканирование. Интеграция ПЭТ и КТ. Диагностические возможности ПЭТ томографии.

10. Новые подходы в диагностике. Биочипы. Технология биочипов. Белки-«ловушки».

11. Фотофизические механизмы фотодинамического эффекта. Фотодинамическая диагностика. Фотосенсибилизаторы. Аппаратура. Возможности и недостатки метода. Направления развития. Проблемы световой дозиметрии.

**Раздел V.**

**НАНОМЕДИЦИНА И ЦЕЛЕВАЯ ДОСТАВКА ЛЕКАРСТВ. ДИАГНОСТИКА И ТЕРАПИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ С ИСПОЛЬОВАНИЕМ НАНОЧАСТИЦ.**

12. Терапия на молекулярном уровне. Применение наноматериалов и наночастиц для диагностики и терапии заболеваний человека (наномедицина), нанотоксикология, антибактериальные и противовирусные свойства наночастиц и проч. Основные принципы нанотехнологий. Нанобиотехнология, наноинженерия. Механизмы транспортировки наночастиц с лекарственными препаратами непосредственно в раковые клетки, возможные побочные действия на организм человека, а также реальное применение нанотехнологий в российском здравоохранении.

13. Направленный транспорт лекарств в очаг развития патологического процесса. Пассивный направленный транспорт и специфическая доставка («узнавание» патологической ткани). Фосфолипидные частицы, липосомы и фуллерены в качестве контейнеров для доставки препаратов. Биосовместимые наноматериалы.

14. Воздействие электромагнитного излучения на биологические системы. Проблемы регуляторных систем организма. Свертывание   крови   как сложный   каскад биохимических реакций с многочисленными    обратными    связями, работающий в гетерогенных, пространственно-неоднородных условиях.   Устройство и регуляция системы свертывания. Критическое    значение   системы свертывания крови   для   всех   разделов   медицины.

**Раздел V.**

**Демонстрационные занятия (6 часов)**

Основное изложение материала ведётся традиционным способом в виде лекций с проекторной демонстрацией иллюстративного и содержательного материала. Знакомство с практической реализацией презентационного материала возможна организация экскурсий в ИПЛИТ РАН, АО «Медицина» и Курчатовский институт. Для слушателей, желающих ознакомиться с практической реализацией МРТ и ЯМР спектроскопических исследований, могут быть организованы экскурсии в лаборатории магнитной томографии и спектроскопии МГУ. Наиболее заинтересованные слушатели МФК смогут ознакомиться с современными оптическими, радиоспектроскопическими и лазерными экспериментальными установками и самостоятельно провести некоторые простейшие практические работы.

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

1. Задачи трансмиокардиальной лазерной реваскуляризации.
2. Динамика изменения канала в миокарде после лазерного воздействия. Эффективность лазерной реваскуляризации.
3. Принцип организации обратной связи интеллектуальной хирургической установки на основе СО2 лазера.
4. Лазерное испарение новообразований и диагностика в реальном времени.
5. Метод автодинного детектирования обратно рассеянного излучения. Идентификация типа испаряемой биоткани.
6. Лазерная стериолитография.
7. Технология дистанционного изготовления биомоделей. Изготовление имплантов и их применение в хирургии.
8. Селективное лазерное спекание и синтез полимерных матриц для тканевой инженерии. Поверхностно-Селективное Лазерное Спекание. Биорезорбируемые биомодели.
9. Изготовление биоактивных биорезорбируемых полимерных имплантатов с помощью сверхкритического диоксида углерода.
10. Хрящевая ткань, свойства, особенности. Особенности лазерной процедуры коррекции формы хрящевой ткани.
11. Лазерная регенерация хрящевой ткани. Контроль степени теплового воздействия по светорассеянию.
12. Особенности лазерной процедуры в офтальмологии. Перспективы развития технологий.
13. Лазерная персонализированная коррекция зрения на основе данных аберрометрии.
14. Аберрометр (МГУ-ИПЛИТ).
15. Рефракционная хирургия.
16. Офтальмологические адаптивные системы для ретиноскопии.
17. Цифровая фундус-камера с адаптивной оптической системой и аберрометром реального времени. Диагностические возможности.
18. Воздействие электромагнитного излучения на биологические системы. Организмы – как биосенсоры и биоиндикаторы воздействия ЭМП.
19. Естественные и искусственные источники электромагнитных полей. Биологические ритмы и их связь с земными и космическими явлениями.
20. Терагерцовое излучение. Воздействие на биологические системы.
21. Терагерцовое зондирование ткани роговицы.
22. ТГц мониторинг гидратации. Перспективы ТГц-3D-сканеров для визуализации поражений кожи.
23. Магнитно-резонансная томография (МРТ) и ее место в биомедицинских исследованиях.
24. Физические основы магнитного резонанса.
25. Продольная (спин-решеточная) и поперечная (спин-спиновая) релаксация.
26. Принципы формирования МРТ изображений.
27. Основные узлы и блоки томографа.
28. Принципы медицинской МРТ диагностики.
29. Методы подавления фоновых МРТ сигналов нормальных тканей.
30. Низкопольные МРТ сканеры высокого разрешения на постоянных магнитах.
31. ЯМР cпектроскопия и ее сочетание с функциями магнитно-резонансной томографии.
32. Локальная ЯМР спектроскопия для измерения метаболического портрета живой ткани, температуры внутренних органов, неинвзивная биопсия in vivo.
33. Целевая доставка фармпрепаратов в область патологии.
34. Биомаркеры и парамагнитные визуализаторы. Нанокапсулированные препараты, МРТ наблюдение их эффектов при онкологии и ишемии головного мозга.
35. МРТ контроль доставки лекарственных нанобиоконтейнеров и экстракции препарата на мишени под действием физических полей.
36. Магнитная гипертермия.
37. Современное состояние ЯМР устройств и перспективы их развития. Мультиядерная МРТ.
38. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Кинетическое сканирование. Диагностические возможности ПЭТ томографии.
39. Циклотрон и получение короткоживущих радиоизотопов. Биохимическая станция получения меченых соединений. Радиофармпрепараты.
40. Технология лазерного пинцета в исследованиях заболеваний, связанных с дисфункцией моторных белков.
41. Новые подходы в диагностике. Биочипы. Технология биочипов. Белки-«ловушки».
42. Основные принципы нанотехнологий. Нанобиотехнология, наноинженерия.
43. Применение нанотехнологий в российском здравоохранении.
44. Механизмы транспортировки наночастиц с лекарственными препаратами непосредственно в раковые клетки. Побочные действия на организм человека.
45. Направленный транспорт лекарств в очаг развития патологического процесса. Пассивный направленный транспорт и специфическая доставка («узнавание» патологической ткани).
46. Фосфолипидные частицы, липосомы и фуллерены в качестве контейнеров для доставки препаратов.
47. Биосовместимые наноматериалы.
48. Фотофизические механизмы фотодинамического эффекта.
49. Фотосенсибилизаторы.
50. Аппаратура для целей ФДД и ФДТ.
51. Возможности и недостатки метода ФДД. Направления развития.
52. Проблемы световой дозиметрии.
53. Свертывание   крови   как сложный   каскад биохимических реакций.
54. Устройство и регуляция системы свертывания. Критическое    значение   системы свертывания крови   для   всех   разделов   медицины.

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

**Основная литература**

# А.К.Дмитриев, А.Н.Коновалов, В.Я.Панченко, В.А.Ульянов, Г.А.Варев, А.В.Гейниц, О.В.Маторин, И.В.Решетов, Г.С. Самошенков. Новые подходы к прецизионному и малотравматичному испарению биотканей на основе интеллектуальных лазерных хирургических систем. Лазерная медицина, 2013, т. 17, вып. 1, с. 4-10.

# В.Я.Панченко, И.И.Беришвили, В.В.Васильцов, В.А.Ульянов. Трансмиокардиальная лазерная реваскуляризация – новый высокотехнологичный метод лечения ишемической болезни сердца. *Перспективные материалы, 2013,* , вып.14, с. 173-178.

# А.И.Неворотин. Введение в лазерную хирургию, Изд – во «СпецЛит», 2000, 176 с.

# Ринкк П.А. Магнитный резонанс в медицине // под ред. В.Е.Синицына. М., ГЭОТАР-МЕД, 2003, 247 с.

# Анисимов Н.В., Батова С.С., Пирогов Ю.А. Магнитно-резонансная томография: управление контрастом и междисциплинарные приложения / Под ред. Ю.А.Пирогова. – М.: МАКС Пресс, 2013, 243 с.

# Юдина А.Ю., Богданов А.А. (мл.), Пирогов Ю.А. Магнитно-резонансная томография в изучении ангиогенеза и его молекулярных маркеров / Под ред. Ю.А.Пирогова. – М.: Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, 2008, 144 с.

# Аганов А.В. Введение в магнитно-резонансную томографию // Учебное пособие для студентов-физиков. – Казань: Изд-во Казанского госуниверситета, 2014, 67 с.

# «Медицинская радиология», Л.Д.Линденбратен, Ф.М.Лясс.

1. Д. Хьюбел Глаз, мозг, зрение М:Мир, 2003 г.
2. Основы оптики. Борн М., Вольф Э., изд. 2-е. Перевод с английского. «Наука», 1973. 713 с.
3. Jason Porter, Hope M. Queener, Julianna E. Lin, Karen Thorn, Abdul Awwal Adaptive Optics for Vision Science. Principles, Practices, Design, and Applications.// A Wiley-Interscience publication, 2006, С. 3-68
4. Тамарова Р.М. Оптические приборы для исследования глаза. - М.: Медицина, 1982.
5. Офтальмология, под редакцией Е. И. Сидоренко, ГЭОТАР-Медиа, 2007
6. Ахманов С.А.,Никитин С.Ю. Физическая оптика Учебник. 2-е изд. - М.: Изд-во МГУ; Наука, 2004. - 656 с.
7. Родионов С.А. Основы оптики. Конспект лекций.– СПб: СПб ГИТМО (ТУ), 2000. - 167 с
8. M. M. Nazarov, A. P. Shkurinov, E .A. Kuleshov, V. V. Tuchin, “Terahertz time-domain spectroscopy of biological tissues”, Quantum Electronics, vol. 38, pp. 647-654 (2008)

Рябых Т.П. и др. ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОММЕРЧЕСКОЙ МУЛЬТИПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СУСПЕНЗИОННЫХ МИКРОЧИПОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА БЕЛКОВЫХ ОПУХОЛЕВЫХ МАРКЕРОВ. Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН, т. 22, No2, 2011  <http://ронц.рф/attachments/article/1735/vestnik_2_2011.pdf#page=58>

1. [Michael Hartmann](http://link.springer.com/search?facet-author=%22Michael+Hartmann%22)  et al.  Protein microarrays for diagnostic assays  -  [Analytical and Bioanalytical Chemistry,](http://link.springer.com/journal/216)March 2009, Volume 393, [Issue 5](http://link.springer.com/journal/216/393/5/page/1), pp 1407-1416 <http://link.springer.com/article/10.1007/s00216-008-2379-z/fulltext.html>  (на англ. языке)).

# Шишкин А.В. и др. - Иммунологические чипы для параллельного определения поверхностных антигенов и морфологического исследования клеток. - Биологические мембраны, 2008, т.25, №4, с.277-284.

# <http://www.fazly.ru/files/fazly_articles/shishkin_BM%28ii%29%28rus%29_2008.pdf>

# Мирзабеков А.Д.  Биочипы в биологии и медицине XXI века. Вестник Российской академии наук, т.73, №5, стр. 412-421. <http://www.bio.su/dig_008_002.php>

**Дополнительная литература**

1. *Hornak J.*  The Basics of MRI // [www.cis.rit.edu/htbooks/mri/](http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/)
2. В.Ларичев, П.В.Иванов, Н.Г.Ирошников, В.И.Шмальгаузен, Л.Дж.Оттен, Адаптивная система для регистрации изображения глазного дна, Квантовая электроника, 32, №10 (2002)
3. A.V.Larichev, P.V.Ivanov, I.G.Irochnikov, V.I.Shmal'gauzen, Measurement of eye aberrations in a speckle field, Quantum Electronics, 31 (2001) 1108
4. N. G. Iroshnikov, A. V. Larichev, Adaptive optics in ophthalmology, Proc. SPIE Vol. 6284, 62840B. Sep 2006 Bishop, C. Neural Networks for Pattern Recognition. New York, NY: Oxford University Press, 1996. ISBN: 9780198538646.
5. Goncharov A.S., Iroshnikov N.G., Larichev Andrey V., Retinal Imaging: Adaptive Optics, in Handbook of Coherent-Domain Optical Methods Biomedical Diagnostics, Tuchin, Valery V. (Ed.), 2013, Springer Science + Business (New York, NY, United States), pp 397-434.

Учебно-методические пособия:

1. Электронный конспект лекций (PDF-файлы)
2. PowerPoint-презентации лекционного материала.

Интернет ресурсы:

1. http://www.optics.ru
2. http://www.ntv.ru/novosti/146123
3. http://media.msu.ru/?cat=280

**8. Лекторы**

д.ф.-м.н, профессор, академик, Вице-президент РАН, заведующий кафедрой медицинской физики физического факультета МГУ Панченко Владислав Яковлевич;

д.ф.-м.н, профессор, член.корр. РАН, Шкуринов Александр Павлович, кафедра общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ;

д.ф.-м.н, профессор, член.корр. РАН, Пантелеев Михаил Александрович, кафедра медицинской физики физического факультета МГУ;

д.ф.-м.н, профессор, Чувилин Дмитрий Юрьевич, кафедра медицинской физики физического факультета МГУ, директор Центра физико-химических технологий НИЦ «Курчатовский институт»;

д.ф.-м.н, профессор, Пирогов Юрий Андреевич, физический факультет МГУ;

к.ф.м.н., ст.н.с., Осминкина Любовь Андреевна, кафедра медицинской физики физического факультета МГУ, e-mail: osminkina@physics.msu.ru;

д.б.н., доцент, Гапочка Михаил Германович, кафедра фотоники и микроволн физического факультета МГУ;

к.ф.м.н., доцент, Ларичев Андрей Викторович, кафедра медицинской физики физического факультета МГУ;

к.ф.м.н., доцент, Ирошников Никита Георгиевич, кафедра медицинской физики физического факультета МГУ;

к.ф.м.н., доцент, Бутылин Андрей Александрович, кафедра медицинской физики физического факультета МГУ;

к.ф.м.н., ст.н.с., Берловская Елена Евгеньевна (ответственный лектор), кафедра медицинской физики физического факультета МГУ, e-mail: [Elena.ber@rambler.ru](mailto:Elena.ber@rambler.ru).

1. Формы текущего контроля успеваемости – это: проверка конспектов лекций и первоисточников (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) (ПК); контрольный (устный / письменный) опрос (КО); презентация доклада, выступления, реферата (П); Формы текущего контроля успеваемости по некоторым темам дисциплины сопровождаются устными индивидуальными выступлениями (В) и групповой дискуссией (обсуждение противоречивых, проблемных тем и вопросов) обучающихся (Д). [↑](#footnote-ref-1)