

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Биомедицинская оптика

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1. Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости.

ИПК-1.2. Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

I. По дисциплине «Биомедицинская оптика» (ПК-1) предусмотрено написание рефератов по темам:

Тема 1. Три подхода в теории ослабления и рассеяния света в дисперсных средах.

(Однократное рассеяние, уравнение переноса излучения, Электродинамика статистически неоднородных сред)

Литература:

1. *Mishchenko M.I., Wiscombe W.J., Travis L.D.* Overview of scattering by nonspherical particles // *Light Scattering by Nonspherical Particles: Theory, Measurements, and Applications* / Ed. by M.I. Mishchenko, J.W. Hovenier, L.D. Travis. San-Diego: Academic Press, 2000. Ch. 2. P. 29-60.
2. *Соболев В. В.* Рассеяние света в атмосферах звезд и планет. М.: Наука, 1972.
3. *Ishimaru A.* Wave Propagation and Scattering in Random Media. San-Diego: Academic Press, 1978; *Ишимару А.* Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах / Пер. с англ. М.: Мир, 1981. Ч. 1, 2.
4. *Van de Hulst H. C.* Multiple Light Scattering. Tables, Formulas and Applications. San-Diego: Academic Press, 1980.
5. *Рытое С. М., Кравцов Ю. А., Татарский В. И.* Введение в статистическую радиофизику: Ч. II. Случайные поля. М.: Наука, 1978.
6. *Розенберг Г. В.* Электродинамика статистически неоднородных сред // Теоретические и прикладные проблемы рассеяния света / Под ред. Б. И. Степанова, А. П. Иванова. Минск: Наука и техника, 1971. С. 159-170.

Тема 2. Непрерывные и дискретные модели биотканей. Форма и размеры частиц в дискретных моделях биотканей, оптические постоянные биоткани, гетерогенность и оптическая мягкость.

Литература:

1. *Kumar G., Schmitt J. M.* Micro-optical properties of tissue // *Proc. SPIE.* 1996. V. 2679. P. 106-116.
2. *Zimnyakov D. A., Tuchin V. V., Mishin A. A.* Spatial speckle correlometry in applications to tissue structure monitoring // *Appl. Opt.* 1997. V. 36. P. 5594-5607.
3. *Сидько Ф.Я., Лопатин В.Н., Парамонов Л.Е.* Поляризационные характеристики взвесей биологических частиц. Новосибирск: Наука, 1990
4. *Bohren C. F., Huffman D. R.* Absorption and Scattering of Light by Small Particles. N. Y.: Wiley, 1983; *Борен К., Хафмен Д.* Поглощение и рассеяние света малыми частицами / Пер. с англ. М.: Мир, 1986.

5. *Dyson R. D.* Cell Biology: A Molecular Approach. Boston: Allyn and Bacon, 1974.
6. *Иванов А. П., Хайрулли на А. Я., Харьковская Т.Н.* Экспериментальное обнаружение кооперативных эффектов в рассеивающем объеме // Оптика и спектр. 1970. Т. 28, №2.0.380-387.
7. *Benedek G.B.* Theory of transparency of the eye // Appl. Opt. 1971. V. 10, №3. P. 459-473.

Тема 3. Физические свойства клеток крови.

Литература:

1. *Wintrobe M. M.* Clinical Hematology. Philadelphia: Lea and Febiger, 1981.
2. *Barer R., Joseph S.* Refractometry of living cells // Q. J. Microsc. Sci. 1954. V. 95. P. 399-406.
3. *Canham P. B., Burton A. C.* Distribution of size and shape in populations of normal human red cells // Circ. Res. 1968. V. 22. P. 405.
4. *Wintrobe M. M.* Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates // Folia Hematol. 1933. V. 51. P. 32.

Тема 4. Оптические свойства крови.

Литература:

1. *Twersky V.* Absorption and multiple scattering by biological suspensions // J. Opt. Soc. Am. 1970. V. 60. P. 1084-1093.
2. *Steinke J.M., Shepherd A. P.* Role of light scattering in whole blood oximetry // IEEE Trans. Biomed. Eng. 1986. V. 33. P. 294-301.
3. *Pickering J. W., Moes C. J. M., Sterenborg H. J. C. M., Prahl S. A., van Gemert M. J. C.* Two integrating spheres with an intervening scattering sample // J. Opt. Soc. Am. A. 1992. V. 9. P. 621-631.
4. *Pickering J. W., Prahl S. A., van Wieringen N., Beek J.F., Sterenborg H.J. C.M., van Gemert M. J. C.* Double-integrating-sphere system for measuring the optical properties of tissue // Appl. Opt. 1993. V. 32. P. 399-410.

Тема 5. Нестационарная теория переноса, методы решения нестационарного уравнения переноса.

Литература:

1. *Sajeev J., Gendi P., Yumin Y.* Optical coherence propagation and imaging in a multiple scattering medium // J. Biomed. Optics. 1996. V. 1. P. 180-191.
2. *Welch A. J., van Gemert M. J. C., Star W. M., Wilson B. C.* Overview of Tissue Optics // Optical-thermal response of laser-irradiated tissue / Ed. by A. J. Welch, M. J.C. van Gemert. New York: Plenum Press, 1995. P. 15-46.
3. *Barabanenkov Yu. N., Barabanenkov M. Yu.* Radiative transfer theory with time delay for the effect of pulse entrapping in a resonant random medium: general transfer equation and point-like scatterer model // Waves in Random Media. 1997. V. 7. P. 607-633.
4. *Yaroslavsky I. V., Schwarzmaier H.-J., Yaroslavsky A. N., Tuchin V. V.* The radiative transfer equation and its diffusion approximation in the frequency-domain technique: a comparison // Proc. SPIE. 1994. V. 2326. P. 465-474.
5. *Van de Hulst H. C.* Multiple Light Scattering (Tables, Formulas, and Applications). New York: Academic Press, 1980.
6. *Yaroslavsky I. V., Yaroslavsky A. N., Battarbee H.D., Sisson C., Rodriguez J.G.* Distributed-source approach to image reconstruction in diffuse optical tomography // Proc. SPIE. 2000. V. 3917. P. 219-224.
7. *Hammersley J. M., Handscomb D. C.* Monte Carlo Methods. New York: John Wiley & Sons, 1964.

8. *Fishman G.* Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications. New York: Springer, 1996.
9. *Wang L., Jacques S. L.* Optimized radial and angular positions in Monte Carlo modelling // *Med. Phys.* 1994. V. 21. P. 1081-1083.

Тема 6. Роль времени задержки при однократном рассеянии.

Литература:

1. Sobolev V.V. A Treatise on Radiative Transfer. Princeton, New Jersey: van Nostrand-Reinhold, 19663.
2. Yaroslavsky I.V., Yaroslavsky A.N., Tuchin V.V., Shwarzmaier H. –J. Effect of the scattering media // *Opt. Lett.* 1998. V. 23. P. 983-985.
3. Lagendijk A., van Tiggelen B.A. Resonant multiple scattering of light // *Phys. Rep.* 1996.
4. Bott A., Zdunkowski W. Electromagnetic energy within dielectric spheres // *J. Opt. Soc. Am. A.* 1987. V. 4. P. 1361-1365.
5. Willman S., Terenji A., Busse H., Yaroslavsky I. V. Yroslavsky A. N., Schwarzmaier H. –J., Hering P. Scattering delay time of Mie scatters determined from steady-state and time-resolved optical spectroscopy // *J. Opt. Soc. Am. A.* 2000. V.17. P. 745-749.

Тема 7. Неинвазивная спектроскопия гемоглобина.

Литература:

1. Millikan G.A. The oximeter, an instrument for measuring continuously oxygen saturation of arterial blood in man // *Rev. Sci. Instrum.* 1942. V. 13. P.434-444.
Nakajima S., Hirai Y., Takase H., Kuse A., Aoyagi S., Kishe M., Yamaguchi K.,
New pulsed type earpiece oximeter // *Kokyu To Junkan.* 1975. V. 23. P.709-713.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из двух частей:

Первая часть представляет собой два основных вопроса, проверяющих сформированность компетенции ПК-1 в соответствии с индикаторами ИПК-1.1, ИПК 1.2. Ответы даются в развернутой форме.

Вторая часть содержит 2 дополнительных вопроса из списка контрольных вопросов по курсу (приведен в разделе 11). Ответ на вопрос второй части дается в краткой форме, включающей краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень теоретических вопросов.

Вопрос 1. Применение теории переноса излучения в оптике биотканей.

Вопрос 2. Оптика микронеоднородных сред.

Дополнительные вопросы.

Вопрос 1. Метод сферических гармоник.

Вопрос 2. Влияние формы и неоднородности биотканей

Критерии оценивания:

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится при правильном ответе не менее чем на 90% вопросов билета и дополнительных вопросов.

Оценка «хорошо» ставится при правильном ответе не менее чем на 75% вопросов билета и дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» ставится при правильном ответе не менее чем на 60% вопросов билета и дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при правильном ответе менее чем на 60% вопросов билета и дополнительных вопросов.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (ПК-1).

Цельная человеческая кровь состоит из плазмы и клеток, какая часть в процентном отношении приходится на объем плазмы, а какой на объем клеток.

- а) Объем плазмы составляет приблизительно 57%, а объем клеток – 43%.
- б) Объем плазмы составляет приблизительно 40%, а объем клеток – 60%.
- в) Объем плазмы составляет приблизительно 43%, а объем клеток – 57%.

Ответ. а).

Теоретические вопросы:

1. Три подхода в теории ослабления и рассеяния света в дисперсионных средах.
2. Теоретические методы для расчета характеристик рассеяния света отдельными частицами.
3. Применение теории переноса излучения в оптике биотканей.
4. Физические свойства клеток крови.
5. Эритроциты. Лейкоциты. Тромбоциты. Оптические свойства оксигемоглобина и дезоксигемоглобина.
6. Оптические свойства крови. Практическое значение оптических свойств крови для диагностики.
7. Нестационарная теория переноса. Методы решения нестационарного уравнения переноса.
8. Слабая локализация света при многократном рассеянии в случайно не однородных средах.
9. Корреляционные свойства многократно рассеянного когерентного излучения.
10. Определение функции плотности вероятности оптических путей: основные методы.
11. Визуализация сквозь мутные ткани с использованием традиционных методов.
12. Моделирование распространения света в рассеивающей среде.
13. Спектроскопия тканей и оксиметрия.
14. Оптическое формирование изображения тканей.
15. Оптическая спектроскопия.
16. Спектроскопия ближнего инфракрасного диапазона биотканей. Абсолютные измерения.
17. Использование количественных тренд-измерений для определения абсолютного значения кровотока, объема крови, насыщения гемоглобина и уровня потребления кислорода в тканях.
18. Методы изучения распределения оптического излучения в биотканях.
19. Оптоакустика микронеоднородных сред.
20. Оптоакустические сигналы в биотканях.
21. Измерение оптических свойств сред оптоакустическим методом.

Информация о разработчиках

Конов Иван Александрович, кандидат физико-математических наук, кафедра оптики и спектроскопии физического факультета ТГУ, доцент.