

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ (OPTICAL METHODS IN BIOLOGY
AND MEDICINE)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	2	72	0	30	0		42	0	3
Итого	2	72	0	30	0	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

Within the framework of the course, modern optical methods of biomedical diagnostics and treatment of human diseases are studied, using advances in the field of physical optics and spectroscopy. The principles of the action of optical radiation on biological systems, as well as equipment and devices for medical visualization and detection of biological tissue parameters at the organismal, cellular and molecular levels are studied. Laser methods of treatment of various diseases are described. The fundamental mechanisms of the destructive and non-invasive action of optical radiation on biological tissue and the living organism as a whole are being studied. To consolidate the material covered, specially designed educational films and computer presentations are shown, as well as review lectures on modern problems of optical methods in biology and medicine are organized. The course taken should contribute to the formation of a high culture in terms of hygiene, health promotion, safety and social significance of their future profession.

Learning objectives of the course. Present the basic information about modern optical methods for studying biological objects in vitro and in vivo. To teach to classify the result of the action of optical irradiation of biological tissue according to the type of exposure; evaluate the absorption, reflection and scattering of light energy in biological objects. To acquaint with the latest achievements in the application of optical methods and approaches in the field of biology and medicine.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

The objectives of mastering the academic discipline "Optical Methods in Biology and Medicine" are the acquisition by students of knowledge about the patterns of the action of optical radiation on biological systems, methods of visualization and medical diagnostics, as well as laser methods for treating diseases. Obtaining a clear understanding of the therapeutic mechanisms in the destructive and non-invasive effects of optical radiation on biological tissue; the formation of a high culture in terms of hygiene, health promotion, safety and social significance of their future profession.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Logically and meaningfully, this course is part of a specialization that is an integral part of the knowledge of a physicist as a specialist in the field of modern methods and means of interaction of light with living matter. Successful mastering of the discipline requires knowledge of previous university courses in physics, chemistry and biophotonics.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача	Объект или область	Код и наименование	Код и
--------	--------------------	--------------------	-------

профессиональной деятельности (ЗПД)	знания	профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
<p>формулирование задачи и плана научного исследования в области фотоники и оптоинформатики; построение математических моделей объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи; выполнение математического (компьютерного) моделирования и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики; исследование элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований и измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов систем фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях; составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для</p>	<p>фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики;</p>	<p>ПК-1.5 [1] - способен использовать знания о современных разработках и основных применениях лазеров, о физических основах и возможностях лазерной диагностики сред, особенностях взаимодействия лазерного излучения с биотканями и наноструктурами в профессиональной деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>З-ПК-1.5[1] - Знать: современное состояние разработок и область применения лазеров, современные возможности лазерной диагностики различных сред; У-ПК-1.5[1] - Уметь: использовать знания о современных разработках и основных применениях лазеров, о физических основах и возможностях лазерной диагностики сред, особенностях взаимодействия лазерного излучения с биотканями и наноструктурами в профессиональной деятельности; В-ПК-1.5[1] - Владеть: навыками сравнительного анализа разработок лазеров, методов лазерной диагностики сред</p>

составления отчетов, обзоров и другой технической документации; защита приоритета и новизны полученных результатов исследований с использованием юридической базы для охраны интеллектуальной собственности			
формулирование задачи и плана научного исследования в области фотоники и оптоинформатики; построение математических моделей объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи; выполнение математического (компьютерного) моделирования и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики; исследование элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований и измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов систем фотоники и	фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики;	ПК-1.6 [1] - способен ставить задачи и проводить экспериментальные исследования в области взаимодействия излучения с веществом, исследовать оптические свойства материалов, наноструктур и конденсированных сред <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-1.6[1] - Знать: оптические свойства материалов, наноструктур и конденсированных сред; У-ПК-1.6[1] - Уметь: проводить экспериментальные исследования в области взаимодействия излучения с веществом, исследования оптические свойства материалов; В-ПК-1.6[1] - Владеть: навыками постановки задач при проведении экспериментальных исследований в области взаимодействия излучения с веществом, при исследовании оптических свойств материалов

оптоинформатики в лабораторных условиях; составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления отчетов, обзоров и другой технической документации; защита приоритета и новизны полученных результатов исследований с использованием юридической базы для охраны интеллектуальной собственности			
проектно-конструкторский			
анализ состояния научно-технической проблемы, постановка цели и задач проектирования приборов и систем фотоники и оптоинформатики; разработка функциональных и структурных схем приборов и систем фотоники и оптоинформатики и установление технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование различных типов оптических и оптоинформационных систем, блоков и узлов с использованием средств компьютерного проектирования, проведение проектных расчетов и технико-экономическим	элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база и системы преобразования и отображения информации; устройства и системы на основе когерентной оптики и голографии; устройства и системы компьютерной фотоники; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; элементная база, системы и методы, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации;	ПК-4 [1] - способен к разработке функциональных и структурных схем фотоники и оптоинформатики на уровне узлов, элементов, систем и технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-4[1] - Знать: физические принципы действия устройств и систем фотоники и оптоинформатики ; У-ПК-4[1] - Уметь: проводить сравнительный анализ изделий-аналогов; формулировать технические требования на отдельные узлы, элементы, системы и технологии ; разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования оптических и оптико-электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации ; В-ПК-4[1] - Владеть: методами анализа и расчета ожидаемых параметров разрабатываемых

обоснованием конструкторских решений; оценка технологичности конструкторских решений, разработка технологических процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем; составление технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия; участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов.			приборов и систем фотоники и оптоинформатики
--	--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	0/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, 3-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Часть 2	9-15	0/14/0		25	КИ-15	3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, 3-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

	<i>Итого за 3 Семестр</i>		0/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, 3-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	0	30	0
1-8	Часть 1	0	16	0
1	General patterns of light action on biological systems Spectral region of photobiological processes. Absorption spectra and chemical structure of biologically important molecules. Control of optical properties of biological tissues. Stages and sections of photochemical reactions. Excited states of molecules. Yablonsky's scheme. Absorption spectra and action spectra. Distortion of spectra in biological objects.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Sources of optical radiation Electromagnetic radiation from the sun, incandescent lamps, arc lamps, light-emitting diodes (LED), superluminescent diodes (SLD), lasers. Spectral filtering of radiation. Photometric quantities. Articulated manipulators. Fiber optic transport of light. microstructured light guides. Spicule optics.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Microscopy Classic microscope. Field of view and spatial resolution. Varieties of the classical microscope. Near field microscope. confocal microscope. High-resolution far-field microscope. Generation of the second and third harmonics. Examples of the practical use of microscopes in biology and medicine.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Refractometry Measurement of refractive indices of biological tissues. Intracavity reflective laser refractometry. Anisotropy of biological tissue. Circular dichroism and dispersion of optical rotation. Examples of practical use.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

7 - 8	Spectroscopy Absorption and reflective spectroscopy. Fluorescence spectroscopy. fluorescent proteins. Method of multiphoton spectroscopy. Time-resolving spectroscopy. Dynamic light scattering. Speckles and interferometry of scattering media. Spectroscopy of internal reflection. Raman Spectroscopy (RS). Plasmon resonance. Giant CR (SERS). Electrocut. Comparison of IR and Raman spectroscopy. Fourier spectroscopy. Examples of practical use.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	0	14	0
9 - 10	Tomography Diffusion tomography. Optical coherence tomography. Optical-acoustic tomography. Examples of practical use	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Other optical methods Diffraction measurements. backscatter. Anemometry, flow cytometry. Laser tweezers. Z-scan. Bionanophotonics. Laser energy-mass analyzer.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Treatment of diseases based on the destructive effect of a laser on biological tissue. Surgery, drilling and dissection of biological tissue. Transmyocardial revascularization. Lithotripsy. Laser telangiectasia. Laser thermotherapy. Cosmetology: removal of pigmentation and port-wine stains, removal of tattoos, nevi and skin defects. Laser epilation. Smoothing wrinkles and clearing the skin. PUFA therapy. Laser engineering of biological tissues. The structure of cartilage. Laser thermoplastic cartilage of the auricle, nasal septum, trachea, intervertebral discs	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Treatment of eye diseases Vision correction based on speckle therapy. Refractive surgery. LASIC operation. Treatment of glaucoma. Photocoagulation of the retina.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Non-invasive laser therapy Photodynamic therapy (PDT) of oncological diseases. Photosensitizers. Existing problems of PDT. Low-Intensity Laser Therapy (LILT). Stimulating mechanisms of LILI. Is source coherence important?	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

To deepen the course material and broaden their horizons, students are shown computer presentations and videos from a specially created electronic library and film library on the topics of the course. Traditionally, review lectures by leading experts of the country on topical issues of biophotonics are organized.

Considering the almost complete absence of monographs and, of course, textbooks on biophotonics, as well as the rapid development of this section of science and practice, the necessary teaching aids are developed and published at NRNU MEPhI to reinforce the course being taught. The monograph "Biophotonics" is being prepared for publication.

The academic discipline is provided with educational and methodological documentation and materials. Its content is presented in the local network of the faculty and department and is in free access mode for students. Access for students for self-study is through the computers of the display class (as standard).

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1.5	З-ПК-1.5	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.5	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.5	З, КИ-8, КИ-15
ПК-1.6	З-ПК-1.6	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.6	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.6	З, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе,

			последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	В	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ D39 Laser Spectroscopy : Vol. 2 Experimental Techniques, Demtroder, Wolfgang. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008
2. ЭИ T90 Tissue optics : light scattering methods and instruments for medical diagnosis, Tuchin, V. V. , : SPIE, 2006
3. 621.37 М 61 Лазерные медицинские системы и медицинские технологии на их основе : , Минаев В. П., Долгопрудный: Интеллект, 2017
4. ЭИ Т 92 Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях : , Тучин В. В., Москва: Физматлит, 2010
5. ЭИ М 30 Оптические методы в химии, биологии и медицине. Монография : , Маряхина В.С., Москва: Флинта, 2015
6. ЭИ П 16 Физические основы фотоники : учебное пособие, Соломонов А. В., Панов М. Ф., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 61 Л17 Лазерная инженерия хрящей : , , Москва: Физматлит, 2006
2. ЭИ О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т. 1 Оптическая биомедицинская диагностика. Том 1, , , 2006
3. 61 О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т.1 , , : Физматлит, 2007
4. 61 О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т.2 , , : Физматлит, 2007
5. 620 Н76 Основы нанооптики : , Новотный Л., Хехт Б., Москва: Физматлит, 2009
6. 57 Г65 Рамановская спектроскопия каротиноидов : учебное пособие, Ладеманн Ю., Гончуков С.А., Дарвин М.Е., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
7. 57 В57 Физико-химические основы фотобиологических процессов : учебник для вузов, Потапенко А.Я., Владимиров Ю.А., Москва: Дрофа, 2006
8. 535 Г65 Флюоресцентная диагностика в стоматологии : учебное пособие, Сухинина А.В., Гончуков С.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

When studying the course "Optical Methods in Biology and Medicine", it is necessary to firmly master the basic principles of the structure of living matter, the optical properties of biological tissues, the basics of the interaction of light with biological objects. Understand the possibilities of modern optics and spectroscopy in the construction of equipment for biomedical purposes. It is necessary to get a clear idea about the therapeutic mechanisms in the destructive and non-invasive effects of optical radiation on biological tissue and organs.

It is necessary to know the properties and basic parameters of modern sources of optical radiation, the means of recording their parameters and methods of radiation transportation. Have a basic understanding of the methods of spectral filtering of light.

One should have a clear idea of the limiting technical possibilities of optical microscopy. Know how to overcome the diffraction limit in optics. Understand the principles of fluorescence, confocal,

and near-field microscopy. Have an understanding of the operation of a high-resolution far-field microscope, as well as a microscope based on a laser with reflected radiation injection.

Understand the principle of operation of optical coherence tomography, diffusion tomography, optoacoustic tomography.

Know the modern possibilities of nanotechnology in the field of diagnosis and treatment of diseases. Know the advantages of using fluorescent proteins and quantum dots in biodiagnostics.

Have a clear understanding of the possibilities of reflection, absorption and fluorescence spectroscopy in the study of living matter. Understand the prospects for the application of multiphoton and time-resolving spectroscopy.

Know the types of light scattering mechanisms. Understand the difference between Raman spectroscopy and molecular absorption spectroscopy. Have an understanding of plasmon resonance and understand the mechanism of giant Raman scattering (SERS). Understand the advantages of the Fourier spectroscopy method.

To know the physics of the passage of light through the interface between media. Understand the principles of interface measurements.

To know the possibilities of laser destructive effect on biological tissue for the purpose of treating a number of diseases. The advantage of a laser scalpel. Understand the mechanisms of laser transmyocardial revascularization, lithotripsy, telangiectasia, dermatology and cosmetology.

Know the possibilities of optical means in the treatment of eye diseases: vision correction based on speckle therapy, retinal photocoagulation, glaucoma treatment, refractive surgery.

Clearly understand the mechanism of photodynamic therapy of tumors. Understand the possibilities of existing photosensitizers and the problems of photodynamic therapy.

Have an understanding of the stimulating mechanisms of low-intensity laser therapy at the molecular, cellular and organismal level. Understand the requirements put forward to the wavelengths of radiation, power and coherence of radiation sources.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

When mastering the course, students need to get a clear idea of the general patterns of the action of optical radiation on biological systems, methods of imaging and medical diagnostics, as well as laser methods of treating diseases. For the successful development of the discipline, knowledge of the previous university courses in physics, chemistry and the course of biophotonics is required. Particular attention should be paid to the mechanisms of interaction of responsible biopolymers and biological tissues with optical radiation, the processes of its destructive and non-invasive action.

Attention should also be paid to issues that are still insufficiently covered in the available monographs:

1. Controlling the optical properties of biological tissues.
2. Microstructured light guides. Spicule optics.
3. High-resolution far-field microscope. Microscopy based on the generation of the second and third harmonics.
4. Refractometry of biological tissues.
5. Plasmon resonance and giant Raman scattering of light.
6. Bionanophotonics.
7. Treatment of diseases by destructive impact on biological tissue.
8. Stimulating mechanisms of low-intensity laser therapy.

To consolidate the material covered, students are shown visual aids and computer presentations that can be transferred to a temporarily substitute teacher. When demonstrating visual aids and presentations, comments are required, so the substitute teacher needs to prepare in advance for the demonstration.

The main requirement for students is to regularly attend lectures, which provide both classical material and new aspects of optical methods in biology and medicine. This is especially important due to the lack of monographs reflecting the latest achievements in the field of rapidly developing medical physics.

As a result of mastering the discipline, the student must:

1) Know: the general patterns of the effect of optical radiation on biological systems, the principles of visualization and medical diagnostics, as well as laser methods for treating diseases.

2) Be able to: classify the result of the action of optical irradiation of biological tissue by type of exposure, evaluate the absorption, reflection and scattering of light energy in biological objects.

3) Possess: knowledge about the basic photobiological processes, about the mechanisms of interaction of living matter with optical radiation at the organismic, cellular and molecular level.

Автор(ы):

Гончуков Сергей Александрович, д.ф.-м.н.,
профессор

Рецензент(ы):

д. ф.-м. н., доцент Кузнецов А.П.