

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра биомедицинской физики**



Рабочая программа дисциплины

ИЗМЕРЕНИЯ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ 1

Направление подготовки **03.03.02 Физика**
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	36	20	12		2				2	
Всего 36 часов / 1 зачетная единица										
-контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С.В.Цыбуля

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	4
5. Перечень учебной литературы.	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	8
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Курс «Измерения в биологии и медицине 1» предназначен для обучения студентов-физиков основам современных инструментальных и методических подходов в исследованиях биологических объектов.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующей профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность использовать специализированные знания в области физики при построении теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.</p> <p>ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области.</p> <p>ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования</p>	<p>Знать терминологию и основы формирования дозиметрических и фотометрических величин, основы теорий рассеяния электромагнитной волны на клетках сложной формы и внутренней структуры.</p> <p>Уметь выполнить расчет чувствительности и точности измерений концентраций биологических объектов с использованием спектральных и нефелометрических методов измерения.</p> <p>Владеть навыками применения основных экспериментальных методик спектрального и нефелометрического анализов биомолекул и биологических объектов.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс «Измерения в биологии и медицине 1» читается в весеннем семестре для студентов 3 курса, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой биомедицинской физики. Для его восприятия требуется предварительная подготовка студентов по электродинамике и оптике, атомной физике, механике, а также по математике (дифференциальное и интегральное исчисления, численные методы решения систем линейных уравнений и др.). Курс должен предшествовать прохождению производственной практики (НИР) и выполнению квалификационной работы бакалавра, т.к. дает необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения биофизических исследований, необходимых для проведения экспериментальной работы, связанной с изучением структуры и функций биологических объектов.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	36	20	12		2				2	
Всего 36 часов / 1 зачетная единица										
-контактная работа 34 часа										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, устный опрос, дифференцированный зачет.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: устный опрос.

Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачетную единицу.

- занятия лекционного типа – 20 часов;
- практические занятия – 12 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 2 часа.
- Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет) -2 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, зачет) составляет 34 часа.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Измерения в биологии и медицине 1» представляет собой первую часть годового курса и читается на 3 курсе физического факультета НГУ в 6 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 академических часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Биофизика. Введение в специальность.	1	3	2	1		
2	Основы дози- и фотометрии	2	3	2	1		
3	Источники и приемники излучений	3-4	3	2	1		
4	Матричное представление свойств электромагнитного излучения	5-7	3	2	1		
5	Ультразвук в медицине	8-9	4	2	2	2	
6	Современная микроскопия и наноскопия	10-13	6	4	2		
7	Спектральные измерения в биологии и медицине	14-15	6	4	2		
8	Основы электрофореза	16	6	2	2		
9	Дифференцированный зачет	17	2				2
	Всего		36	20	12	2	2

Программа и основное содержание лекций (20 часов)

Раздел 1. Биофизика. Введение в специальность (2 часа)

Место биофизики в научной сфере. Основные задачи биофизики и пути их решения. Методология решения биологических задач физиками в стационарном и кинетическом экспериментах. Достоинства и недостатки научной работы междисциплинарных областях.

Раздел 2. Основы дози- и фотометрии (2 часа)

Электромагнитная шкала волн. Международный стандарт световых единиц. Связь световых и энергетических единиц измерения. Закон косинусов Ламберта.

Раздел 3. Источники и приемники излучений (2 часа)

Тепловые источники излучения. Формула Планка. Закон Вина. Тепловидение. Использование тепловидения в медицине. Газоразрядные источники излучения. Типы разрядов и их свойства. Основные причины уширения спектральных линий в газах. Источники излучения на базе электронных потоков.

Лазеры, принцип действия. Типы лазеров, особенности использования их в биологических и медицинских исследованиях. Детекторы излучения. Устройство, принцип работы и типичные схемы подключения фотоэлектронных умножителей.

Раздел 4. Матричное представление свойств электромагнитного излучения (2 часа)

Геометрическое и параксиальное приближения в оптике. Матрицы перемещения и преломления в лучевой оптике. Матричное преобразование гауссовых пучков.

Поляризация электромагнитной волны. Сфера Пуанкаре. Вектор Стокса. Связь между параметрами эллипсоида поляризации и элементами вектора Стокса.

Матрица Мюллера. Матрица Мюллера основных оптических элементов.

Раздел 5. Ультразвук в медицине (2 часа)

Элементы общей акустики. Основные определения и соотношения линейной акустики. Волновое уравнение. Излучатели ультразвука.

Пьезоэлектрические, магнитострикционные излучатели, излучаемая акустическая мощность, КПД. Типы ультразвуковых излучателей и приемников, используемых в медицине. Пространственное разрешение ультразвуковой диагностики.

Раздел 6. Современная микроскопия и наноскопия (4 часа)

История микроскопии. Устройство, принцип действия и пространственное разрешение оптического микроскопа. Устройство конфокального микроскопа. Эпи-люминесцентная конфигурация. Пространственное распределение интенсивности. Числовая апертура и разрешающая способность. 4π-конфокальный микроскоп. Многофотонные процессы в конфокальной микроскопии. Принцип и устройство STED-микроскопа. Предельное разрешение в микроскопе. Ограничения в конфокальной микроскопии.

Раздел 7. Спектральные измерения в биологии и медицине (4 часа)

Поглощение излучения в тонком слое, закон Ламберта-Бера, эффективное сечение поглощения и молярный коэффициент поглощения, оптическая плотность. Проверка соблюдения закона. Спектры поглощения биологически важных соединений (белки, нуклеиновые кислоты, пигменты). Особенности применения закона Ламберта-Бера к биологическим объектам. Фурье-спектроскопия в инфракрасной области. Принцип метода, интерферометр Майкельсона, Фурье преобразование. Преимущества Фурье-спектроскопии. Механизм формирования интерферограммы, разложение периодической временной функции в ряд Фурье и Фурье-анализ такого разложения. Зависимость формы интерферограммы от частоты излучения, ширины спектральных линий и соотношения амплитуд.

Раздел 8. Основы электрофореза (2 часа)

Принцип электрофореза. Зональный электрофорез. Теория электрофореза в ПААГ. Разделение белков в присутствии ДСН. Специфические электрофоретические методы: высоковольтный, проточный, двумерный электрофорез, диск-электрофорез. Изоэлектрическое фокусирование. Изотахофорез. Иммунный электрофорез. Реакции антиген-антитело. Иммуноэлектрофорез в агаровых или агарозных гелях. Диффузия и преципитация в геле. Иммунофиксация.

Программа практических занятий (12 часов)

Занятие 1. Основные задачи биофизики и пути их решения. (1 час).

Занятие 2. Международный стандарт световых единиц. Связь световых и энергетических единиц измерения. Закон косинусов Ламберта. Решение задач. (1 час).

Занятие 3. Формула Планка. Закон Вина. Решение задач. (1 час).

Занятие 4. Матрицы перемещения и преломления в лучевой оптике. Матричное преобразование гауссовых пучков. (1 час)

Занятие 5. Основные определения и соотношения линейной акустики. Волновое уравнение. (2 часа).

Занятие 6. Критерий Рэлея, Разрешающая способность микроскопа. (2 часа).

Занятие 7. Поглощение излучения в тонком слое, закон Ламберта-Бера. Решение задач. (2 часа).

Занятие 8. Основы теории электрофореза. Решение задач. (2 часа).

Самостоятельная работа студентов (2 часа)

Решение задач (1 час).

Подготовка реферата на выбранную тему (1 час).

Примеры задач для самостоятельной работы:

1. Решите задачу: спектрофотометр оснащен ксеноновой 120 Вт лампой, 1 см кюветой и ФЭУ-140 для регистрации. Определить чувствительность определения концентрации флуоресцеина. Недостающие справочные величины подобрать по необходимости.
2. Решите задачу: флуориметр оснащен ксеноновой 120 Вт лампой, 1x1 см кюветой и ФЭУ-140 для регистрации. Определить чувствительность определения концентрации фикоэритрина. Недостающие справочные величины подобрать по необходимости.

Темы рефератов (являются неотъемлемой частью раздела программы «Ультразвук в медицине»):

- Характеризация акустической волны.
- Пространственная разрешающая способность и глубина проникновения ультразвуковой диагностики.
- Источники и приемники ультразвуковых волн.
- Конструктивные и функциональные особенности ультразвуковых диагностических систем, использующихся в медицинской диагностике.
- Диагностика отдельных органов человека с помощью ультразвука.
- Многомерная ультразвуковая диагностика.

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы). - Л.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ./Под ред. К. Хилла. — М.: Мир, 1989. — 568 с.
3. Принципы лазеров / О. Звелто ; пер. с англ. Д. Н. Козлова, С. Б. Созинова, К. Г. Адамовича = Principles of lasers / O. Svelto : учеб. пособие. - 4-е изд. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 720 с.
4. К.Борен, Д.Хафмен «Поглощение и рассеяние света малыми частицами» М. Мир, 1986.
5. Световая микроскопия в биологии. Методы: Пер. с англ./Под ред. А. Лейси.—М.: Мир, 1992. — 464 с.

5.2. Дополнительная литература

1. Мальцев В.П., Сканирующая проточная цитометрия: Дис. ... докт. физ.-мат. наук. – Новосибирск: Институт Химической Кинетики и Горения СО РАН, 2000. – 222 С.
2. Юркин М.А., Моделирование светорассеяния клетками крови с помощью метода дискретных диполей: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Новосибирск: Институт Химической Кинетики и Горения СО РАН, 2008. – 231 С.
3. Строкотов Д.И., Исследование оптических свойств моноклеарных клеток, в том числе находящихся в процессе апоптоза, с целью их идентификации и характеристики по светорассеянию: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Новосибирск: Институт Химической Кинетики и Горения СО РАН, 2011. – 100 С.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

1. Гуревич М.М. Фотометрия (теория, методы и приборы). - Л.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер. с англ./Под ред. К. Хилла. — М.: Мир, 1989. — 568 с.

3. Световая микроскопия в биологии. Методы: Пер. с англ./Под ред. А. Лейси.—М.: Мир, 1992. — 464 с.
4. К.Борен, Д.Хаффман, Поглощение и рассеяние света малыми частицами М. Мир, 1986.
5. Мальцев В.П., Сканирующая проточная цитометрия: Дис. ... докт. физ.-мат. наук. – Новосибирск: Институт Химической Кинетики и Горения СО РАН, 2000. – 222 С.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- закрытая образовательная группа в социальной сети «VK».

7.1. Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Измерения в биологии и медицине 1» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1. Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня в части, относящейся к формированию способности использовать специализированные знания в области методов физических измерений в биологии и медицине в профессиональной деятельности.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит во время дифференцированного зачёта. Зачёт проводится в конце семестра в устной форме. Студент получает два вопроса, которые подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Ответ оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при воспроизведении учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты.	Знать терминологию и основы формирования дозиметрических и фотометрических величин, основы теорий рассеяния электромагнитной волны на клетках сложной формы и внутренней структуры.	Проведение контрольных работ, экзамен.
ПК 1.2 Использует специализированные знания при проведении научных изысканий в избранной области	Уметь выполнить расчет чувствительности и точности измерений концентраций биологических объектов с использованием спектральных и нефелометрических методов измерения.	Проведение контрольных работ, экзамен.
ПК 1.3 Выбирает наиболее эффективные методы построения теоретических моделей физических явлений и процессов в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования	Владеть навыками применения основных экспериментальных методик спектрального и нефелометрического анализов биомолекул и биологических объектов.	Проведение контрольных работ, экзамен.

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Измерения в биологии и медицине 1».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Типовые вопросы для проведения опроса (текущий контроль):

1. Траектория исследования в биофизике.
2. Чувствительность глаза.
3. Причины уширения спектральных линий в газах.
4. Вектор Стокса.
5. Пространственное разрешение ультразвуковой диагностики.
6. Критерий Релея. Дифракционный предел и пути его преодоления.
7. Спектры действия и флуоресценции.
8. Разновидности электрофореза.

Примерные вопросы для дифференцированный зачёт.

Тема №1 «Биофизика. Введение в специальность.»

- 1.1. Место биофизики в ряду научных исследований.
- 1.2. Отличие физического и биологического подходов в исследовании.
- 1.3. Траектория исследования в биофизике.
- 1.4. Статические и динамические исследования.

6

Тема №2. «Основы дози- и фотометрии»

- 2.1. Энергетические и световые единицы измерения.
- 2.2. Кривая чувствительности глаза.
- 2.3. Связь энергетических и световых единиц измерения.
- 2.4. Освещенность 1 кв. м. земной поверхности в солнечный день.
- 2.5. Чувствительность глаза.

Тема №3. «Источники и приемники излучений».

- 3.1. Тепловые источники излучения. Формула Планка.
- 3.2. Закон Вина. Закон Стефана-Больцмана.
- 3.3. Тепловидение. Диапазон длин волн тепловидения.
- 3.4. Использование тепловидения в медицине.
- 3.5. Типы газовых разрядов и их свойства
- 3.6. Причины уширения спектральных линий в газах.
- 3.7. Лазеры, принцип действия.
- 3.8. Выбор длины волны излучения лазера при организации эксперимента, связанного с исследованиями биологических объектов.
- 3.9. Устройство, принцип работы и типичные схемы подключения фотоэлектронных умножителей.

Тема №4. «Матричное представление свойств электромагнитного излучения»

- 4.1. Геометрическое и параксиальное приближения в оптике.
- 4.2. Матрицы перемещения и преломления в лучевой оптике.
- 4.3. Матричное преобразование гауссовых пучков.
- 4.4. Поляризация электромагнитной волны. Сфера Пуанкаре.
- 4.5. Вектор Стокса.
- 4.6. Связь между параметрами эллипсоида поляризации и элементами вектора Стокса.
- 4.7. Матрица Мюллера основных оптических элементов.

Тема №5. «Ультразвук в медицине».

- 5.1. Основные определения и соотношения линейной акустики.
- 5.2. Пьезоэлектрические, магнитострикционные, излучатели, излучаемая акустическая мощность, КПД.
- 5.3. Типы ультразвуковых излучателей и приемников, используемых в медицине.
- 5.4. Пространственное разрешение ультразвуковой диагностики.
- 5.5.

Тема №6 «Современная микроскопия и наноскопия»

- 6.1. Устройство, принцип действия и пространственное разрешение оптического микроскопа.
- 6.2. Критерий Релея. Дифракционный предел.
- 6.3. Типы оптических микроскопов.
- 6.4. Пути увеличения пространственного разрешения микроскопов.
- 6.5. Устройство конфокального микроскопа. Пространственное разрешение.
- 6.6. Пути увеличения пространственного разрешения конфокального микроскопа.
- 6.7. Принцип и устройство 4л-конфокального микроскопа. Пространственное разрешение.
- 6.8. Принцип и устройство STED-микроскопа. Пространственное разрешение.

6.9. Ограничения в конфокальной микроскопии.

Тема №7 «Спектральные измерения в биологии и медицине»

- 7.1. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
- 7.2. Взаимосвязь сечения поглощения, молярного коэффициента поглощения, оптической плотности.
- 7.3. Спектры поглощения биологически важных соединений (белки, нуклеиновые кислоты, пигменты).
- 7.4. Устройство спектрофотометра. Схема Черны-Тернера.
- 7.5. Флуориметр. Принцип измерения и особенности конструкции.
- 7.6. Спектры действия и флуоресценции.
- 7.7. Фурье-спектроскопия. Принцип метода, интерферометр Майкельсона.
- 7.8. Зависимость формы интерферограммы от частоты излучения, ширины спектральных линий и соотношения амплитуд.

Тема №8 «Основы электрофореза».

- 8.1. Электрофорез. Модель Стокса.
- 8.2. Классическая теория электрофореза Смолуховского - Гюккеля – Генри.
- 8.3. Разновидности электрофореза.
- 8.4. Изоэлектрическое фокусирование.
- 8.5. Иммуноэлектрофорез в агаровых или агарозных гелях.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Измерения в биологии и медицине 1»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного