

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

Толстик

« 01 » 2016

Регистрационный № УД 1560/уч.



**ЛАБОРАТОРИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ
«СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БИООбЪЕКТОВ»**

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)

Минск 2016

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 07-2013 и учебных планов УВО №G31-143/уч. от 30.05.2013 и №G31и-179/уч. от от 30.05.2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е.И. Коваленко – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биофизики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 31.05. 2016 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 27.06. 2016 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа лаборатории специализации «Спектральные методы исследования в биофизике» разработана для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий (специализация «Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии») и рассчитана на студентов 4-го курса.

Целью лаборатории специализации является практическое освоение студентами спектральных методов анализа структуры и свойств биосистем.

Спектральные методы широко применяются для изучения структуры, свойств и функционирования биологических объектов, живых систем при проведении научных и прикладных исследований. Данные методы интенсивно развиваются, совершенствуются, появляются новые разработки, позволяющие проводить все более углубленный и детальный анализ существенных свойств биообъектов. Наиболее доступными и относительно недорогими являются такие методы как спектрофотометрический анализ, люминесцентный анализ, флуоресцентная микроскопия, хемилюминесцентный анализ, колебательная спектроскопия, методы светорассеяния. Эти методы позволяют проводить идентификацию веществ, определять степень чистоты веществ, выполнять качественный анализ структуры биообъектов, изучать физико-химические и биохимические процессы. Значительные возможности отрываются при использовании люминесцентных зондов и меток, в том числе при исследованиях методами FRET и конфокальной микроскопии. Люминесцентные измерения (в частности поляризационные) успешно применяются для изучения динамики биологических объектов. Спектрально-оптические методы используются для идентификации и исследования свойств нанобиоматериалов (биополимеров, таких как белки и ДНК, биомембран, биотканей с включенными наночастицами).

Материал курса основан на знаниях и представлениях, заложенных при изучении ряда физических и биофизических дисциплин, включая спецкурсы «Основы биохимии. Клеточная физиология», «Основы молекулярной биофизики», «Спектральные методы исследования нанобиоматериалов», в которых изучаются базовые принципы структурированности и функционирования биомолекул и клеток, рассматриваются теоретические основы спектроскопии и спектральные методы изучения биообъектов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основы качественного и количественного спектрального анализа,
- закономерности электронной и колебательной спектроскопии поглощения и испускания, а также светорассеяния на частицах,
- оптические схемы основных спектральных и прочих оптических приборов,
- основы спектральных методов исследования первичной и пространственной структуры биополимеров (белков и нуклеиновых кислот),

- влияние переноса энергии и межмолекулярных взаимодействий на спектроскопические характеристики,
- основы спектральных и других оптических методов изучения биологических мембран и клеток,

уметь:

- подготавливать образцы для проведения исследований (растворы биополимеров, флуоресцентных зондов, красителей, суспензии изолированных клеток, мембранные объекты и др.),
- планировать эксперимент,
- проводить измерения с использованием различного оборудования для спектральных и прочих оптических исследований,
- проводить математическую обработку полученных экспериментальных данных с использованием пакета Excel и построение итоговых графических зависимостей,
- применять теоретические знания о спектральных закономерностях для получения информации об изучаемом биообъекте с учетом результатов экспериментов,
- формулировать краткие, четкие выводы в соответствии с поставленной в работе целью, анализировать причины расхождения результатов экспериментов с теорией.

владеть:

- препаративными методиками работы с биообъектами,
- спектральными и прочими оптическими методиками исследования,
- базовыми математическими методами обработки экспериментальных данных.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций.

Академические компетенции:

1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения практических задач.
2. Владеть системным и сравнительным анализом.
3. Владеть исследовательскими навыками.
4. Уметь работать самостоятельно.
5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции:

1. Быть способным к социальному взаимодействию.
2. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
3. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

4. Уметь работать в команде.

Профессиональные компетенции:

1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики наноматериалов и нанотехнологий, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования.

2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров функциональных наноматериалов и технологических процессов их получения.

3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

5. Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической работы.

6. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии.

7. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 150. Из них аудиторных – 80 часов (лабораторные работы).

Форма получения высшего образования – дневная.

Занятия проводятся на 4-м курсе в 7-м семестре.

Форма промежуточного контроля – отчеты по лабораторным работам (в письменной форме, в печатном или электронном виде), форма текущего контроля по учебной дисциплине — зачет (в устной форме).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Лабораторная работа 1. Физические закономерности формирования электронно-колебательных спектров поглощения сложных молекул. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Графический метод спектрофотометрического определения концентрации веществ. Количественный спектрофотометрический анализ смесей поглощающих веществ. Определение наличия примесей, обнаружение химических превращений веществ.

Лабораторная работа 2. Учет рассеяния на частицах при проведении спектрофотометрического анализа. Виды светорассеяния на частицах. Спектральная зависимость интенсивности светорассеяния на частицах различных размеров. Определение концентрации витамина В₂ в высокодисперсных системах.

Лабораторная работа 3. Электронно-колебательные спектры поглощения нуклеиновых кислот. Качественный и количественный анализ растворов нуклеиновых кислот, определение загрязненности белком препаратов нуклеиновых кислот. Анализ гипохромного эффекта для определения степени спиральности ДНК. Получение кривой плавления и определение коэффициента специфичности ДНК.

Лабораторная работа 4. Спектры поглощения аминокислот и простых белков в УФ-диапазоне. Спектральные особенности и типы переходов, обуславливающие формирование электронно-колебательных спектров ароматических и других аминокислот. Влияние рН. Хромофоры белков. Спектрофотометрическое титрование белка и выявление пространственного расположения аминокислотных остатков в белковой глобуле.

Лабораторная работа 5. Люминесцентный анализ. Формирование спектров возбуждения и испускания. Различные координатные представления спектров люминесценции. Основные закономерности люминесценции: правило Стокса, зеркальная симметрия спектров поглощения и испускания, независимость спектра от длины волны возбуждения, закон Вавилова. Концентрационное тушение флуоресценции. Люминесценция в растворах с различной полярностью растворителей.

Лабораторная работа 6. Исследование поляризации люминесценции в растворах сложных органических молекул. Исследование поляризации люминесценции в растворах сложных органических молекул. Вращательная деполяризация, формула Левшина-Перрена. Зависимость степени поляризации флуоресценции от вязкости растворителя.

Лабораторная работа 7. Спектры люминесценции аминокислот и простых белков. Влияние полярности окружения на спектральные свойства ароматических аминокислот. Анализ содержания и пространственного расположения триптофановых и тирозиновых остатков в белковой глобуле.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, те-	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Физические закономерности формирования электронно-колебательных спектров поглощения сложных молекул				20			[1, 2]	отчет
1.1	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Графический метод спектрофотометрического определения концентрации веществ.				10				
1.2	Количественный спектрофотометрический анализ смесей поглощающих веществ. Определение наличия примесей, обнаружение химических превращений веществ.				10				
2	Учет рассеяния на частицах при проведении спектрофотометрического анализа				10			[1,3,4]	отчет
3	Электронно-колебательные спектры поглощения нуклеиновых кислот				10			[5,6]	отчет
4	Спектры поглощения аминокислот и простых белков в УФ-диапазоне				10			[3,5,7]	отчет
5	Люминесцентный анализ				10			[1-3, 7-9]	отчет
6	Исследование поляризации люминесценции в растворах сложных органических молекул				10			[2,8,9]	отчет
7	Спектры люминесценции аминокислот и простых белков				10			[5,8-10]	отчет
	Всего часов				80				зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

1. Бенуэлл К. Основы молекулярной спектроскопии. М., Мир, 1985
2. Молекулярная спектроскопия: учеб. пособие для студ. физ. фак. БГУ / А. И. Комяк. - Минск : БГУ, 2005.
3. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем — М.: Мир, 2005.
4. Лопатин В.Н., Приезжев А.В., Апонасенко А.Д. Методы светорассеяния в анализе дисперсных биологических сред — М.: Физматлит, 2004.
5. Кантор Ч., Шиммел П. Биофизическая химия. В 3-х т. Т.2. – М.: Мир, 1984.
6. Тен Г.Н., Бурова Т.Г., Баранов В.И. Спектроскопическое исследование структуры оснований нуклеиновых кислот. Учебное пособие. — Саратов: Научная книга, 2004.
7. Тучин В.В. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2-х томах. - Физматлит, 2007.
8. Люминесценция: пособие для студ. физич. фак. / И.М. Гулис, А.И. Комяк. - Минск : БГУ, 2009.
9. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. — М.: Мир, 1986.
10. Векшин Н.Л. Флуоресцентная спектроскопия биополимеров. Краткий учебный курс. 2006.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Отчеты по лабораторным работам (в письменном виде, выполненные с использованием программ Excel и Word).
2. Устный опрос.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Промежуточный контроль (П, максимум 10 баллов) рассчитывается как среднее арифметическое оценок за выполнение лабораторных работ (L_i , $i=1,2,\dots,7$). Оценка за выполнение лабораторной работы выставляется на основе того, как студент проводил подготовку к эксперименту, выполнял экспериментальные спектральные и другие исследования (качественность, методичность, аккуратность, самостоятельность), проводил математический анализ полученных данных, в том числе с использованием компьютерных программ; учитывается оформление отчета с представлением таблиц, графиков, расчетов (выполненных с использованием компьютерных программ) и качественность анализа данных с учетом теоретических сведений и формулировкой выводов.

Оценка промежуточного контроля:
$$П = \frac{\sum_{i=1}^7 Л_i}{7}$$

Лабораторные работы должны быть выполнены не ниже чем на 4 балла, в противном случае – пересданы, а в случае пропуска занятия (по уважительной причине) – выполнены в другой день. Оценки ниже 4 рассматриваются как невыполненное контрольное мероприятие и являются основанием недопуска к зачету. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Текущий контроль по дисциплине – зачет в устной форме, на котором студент должен проанализировать полученные экспериментальные данные и ответить на вопросы по теме.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Спектральные методы исследования нанобиоматериалов	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 12 от 31.05.2016
Основы молекулярной биофизики	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 12 от 31.05.2016
Основы биохимии. Клеточная физиология	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 12 от 31.05.2016

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
биофизики
академик, профессор

_____ С.Н. Черенкевич

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.М. Анищик