

Белорусский государственный университет



Профессору

по учебной работе

А.Л. Толстик

06 2017

Регистрационный № УД-3998 /уч.

**ЛАБОРАТОРИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ
«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В БИОФИЗИКЕ»**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

Минск 2017

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

СОСТАВИТЕЛЬ:

Горудко И.В. – ведущий научный сотрудник кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Булай П.М. – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук;

Питлик Т.Н. – доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук

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 «Современные методы в биофизике» разработана для специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий по специализации (специализация «Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии») и рассчитана на студентов 5-го курса.

Целью лаборатории специализации является практическое освоение студентами современных физических методов исследований для решения прикладных задач медицинской и радиационной биофизики.

Современная биофизика располагает большим разнообразием методов, позволяющих изучать структуру и функции живых и фиксированных клеток на микроскопическом и субмикроскопическом уровнях. Наиболее широко применяются следующие методы: прижизненное окрашивание; флуоресцентная микроскопия; фазово-контрастная микроскопия; культивирование клеток и тканей; электронная микроскопия; рентгеноструктурный анализ; ЭПР-спектрометрия, дифференциальное центрифугирование и др. Кроме того, одну из ключевых ролей в биофизических исследованиях играют математические методы. Применение методов вычислительной математики при обработке экспериментальных результатов позволяет получать информацию о строении и функционировании биологических объектов.

Целью изучения дисциплины «Современные методы в биофизике» является детальное ознакомление студентов с современными биофизическими методами исследования структуры и функции биополимеров, а также структурно-функциональных свойств клеток при действии разных физико-химических факторов.

Дисциплина направлена на увеличение научно-методического кругозора будущих исследователей; она учит исследователя выбирать из разнообразия биофизических методов тот, который адекватен в решении поставленной задачи.

Материал курса основан на знаниях и представлениях, заложенных при изучении ряда физических и биофизических дисциплин, среди которых «Основы медицинской биофизики и наномедицины», «Радиационная биофизика», «Компьютерный эксперимент в биофизике» и др.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные закономерности биологических процессов, основы и понятия молекулярной биофизики, биофизики мембран и радиационной биофизики.
- новейшие достижения в области биофизики и перспективы их использования в биотехнологии и медицине
- основные методы математической обработки.

уметь:

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

владеть:

- спектральными и биофизическими методами 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, организации и ведения научно-

производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.

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.

4. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

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

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

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 122. Из них аудиторных – 74 часов (лабораторные работы).

Форма получения высшего образования – дневная.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-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. Скрининг лекарственных препаратов на основе оценки агрегационной активности тромбоцитов.

Роль тромбоцитов в системе гемостаза и тромбообразовании. Разработка способов ингибирования агрегации тромбоцитов и скрининг соединений, обладающих дезагрегационным эффектом. Определение резистентности тромбоцитов к аспирину.

Лабораторная работа 2. Регуляция физико-химических свойств плазматических мембран с использованием наноразмерных структур - циклодекстринов.

Методы модификации клеток, способы контроля и отбора модифицированных клеток. Контроль целостности мембраны эритроцитов (определение гемолиза) в процессе модификации мембраны.

Лабораторная работа 3. Способы фиксации биологических объектов.

Методы разделения клеток периферической крови. Способы фиксации и подготовки образцов для исследования методами атомно-силовой, лазерной конфокальной, световой и электронной микроскопии. Методы разделения клеток периферической крови.

Лабораторная работа 4. Атомно-силовая микроскопия биообъектов.

Возможности визуализации биообъектов с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ). Исследование морфофункциональных особенностей тромбоцитов методом АСМ. Определение размеров клеток.

Лабораторная работа 5. Световая микроскопия биообъектов.

Особенности и возможности световой микроскопии. Наблюдение изменений морфологии эритроцитов с разным содержанием холестерина в плазматической мембране методом световой микроскопии

Лабораторная работа 6. Лазерная конфокальная микроскопия биообъектов.

Особенности и возможности флуоресцентной конфокальной микроскопии. Наблюдение изменений реорганизации актинового цитоскелета нейтрофилов при действии хемоаттрактантов.

Лабораторная работа 7. Дозиметрия β -, γ -излучений.

Характеристики радиоактивного распада и дозиметрические определения. Принципы регистрации ионизирующего излучения дозиметрами. Оценка радиационной обстановки в помещении. Измерение уровней гамма-излучения поверхностей. Измерение загрязнения поверхности бета-излучающими радионуклидами. Измерение объемной активности радионуклидов.

Лабораторная работа 8. Реконструкция поглощенной дозы ионизиру-

ющего излучения по спектрам ЭПР зубной эмали.

Теоретические основы метода электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Общая характеристика ЭПР-спектров. Сущность метода ЭПР-дозиметрии. Расчет поглощенной дозы ионизирующего излучения по измеренным спектрам ЭПР проб зубной эмали.

Лабораторная работа 9. Действие ионизирующего излучения на белки сыворотки крови.

Общие свойства и функции крови. Форменные элементы крови. Белки плазмы (сыворотки) крови. Действие ионизирующего излучения на форменные элементы крови. Общее действие ионизирующего излучения на белковые макромолекулы. Действие ионизирующего излучения на белки сыворотки крови. Разделение основных белковых фракций сыворотки крови методом гель-электрофореза. Определение процентного содержания основных белковых фракций сыворотки крови с помощью денситометра.

Лабораторная работа 10. Решение задач биофизики в среде моделирования MATLAB.

Операционная среда системы Matlab. Командное окно. Инструментальная панель. Редактор/отладчик М-файлов. Рабочая область. Работа с файлами. Импорт и экспорт данных. Программирование в среде Matlab. Создание М-файлов. М-сценарии. М-функции. Списки аргументов. Типы аргументов. Типы данных. Встроенные функции. Ошибки и предупреждения. Ввод информации. Повышение эффективности обработки М-файлов. Многомерные массивы. Формирование многомерных массивов. Работа с многомерными массивами. Индексация. Переопределение размеров. Вычисления на многомерных массивах. Организация данных в многомерных массивах. Пакеты расширения.

Лабораторная работа 11. Методы обработки и анализа экспериментальных данных.

Импорт и экспорт данных. Статистическая обработка данных. Визуализация результатов обработки. Аппроксимация данных. Моделирование биофизических систем. Аппроксимация экспериментальных результатов системами динамических уравнений. Использование генетических алгоритмов для оптимизации моделей.

Лабораторная работа 12. Решение задач математической биофизики в среде Multiphysics.

Метод конечных элементов. Виды конечных элементов. Процесс постановки и решения задачи. Среда Comsol Multiphysics. Навигатор моделей. Рабочая среда программы. Задание областей. Рисование базовых геометрических объектов. Постановка задачи. Задание коэффициентов уравнения. Задание граничных условий. Генерация сетки. Решение задачи. Стационарные решатели. Визуализация результатов. Решение нестационарных задач.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела,	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	Методы медицинской биофизики				40			[1-6]	
1.1	Скрининг лекарственных препаратов на основе оценки агрегационной активности тромбоцитов				8			[1, 2]	
1.2	Регуляция физико-химических свойств плазматических мембран с использованием наноразмерных структур - циклодекстринов				8			[1, 2]	
1.3	Способы фиксации биологических объектов				8			[3]	
1.4	Атомно-силовая микроскопия биообъектов				4			[4]	
1.5	Световая микроскопия биообъектов				4			[5]	
1.6	Лазерная конфокальная микроскопия биообъектов				4			[6]	
1.7	Оформление и сдача отчета по работам				4				
2	Методы радиационной биофизики				16			[7, 8]	
2.1	Дозиметрия β -, γ -излучений				5				
2.2	Реконструкция поглощенной дозы ионизирующего излучения по спектрам ЭПР зубной эмали				5				
2.3	Действие ионизирующего излучения на белки сыворотки крови				6				
3	Методы компьютерного моделирования				18			[9-13]	

3.1	Решение задач биофизики в среде моделирования MATLAB				6			[9,10]	
3.2	Методы обработки и анализа экспериментальных данных				6			[12,13]	
3.3	Решение задач математической биофизики в среде Multiphysics				6			[11]	
	Всего часов				74				зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

1. Основы молекулярной медицины: В 2-х т. / Под ред. Дж. Джеймсона: Пер. с англ. - М.: Мир, 2002. Т. 1. – 444 с; Т. 2. – 346 с.
2. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки: В 3-х т., 2-е изд., пер. и доп. Пер. с англ. – М.: Мир, 1994 – 517 с.
3. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учеб. пособие для студентов старших курсов вузов. — Нижний Новгород: ИФМ РАН, 2004. — 114 с.
4. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение/ Под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга: Пер. с англ. - Эл. изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 582 с
5. Балалаева И.В., Сергеева Е.А., Катичев А.Р. Оптическая микроскопия в исследовании структуры и функций биологических объектов. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 58 с.
6. *Штейн Г. И.* Руководство по конфокальной микроскопии. Санкт-Петербург, Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 77 с.
7. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Радиационная биофизика. М. МГУ. 1979.
8. Календо Г.С. Ранние реакции клеток на ионизирующее излучение и их роль в защите и сенсбилизации. М. ЭАИ, 1982.
9. <http://matlab.exponenta.ru/>
10. В. Дьяконов «MATLAB 6: учебный курс» СПб.: Питер 2001
11. <http://www.comsol.com/>
12. С. Гланц «Медико-биологическая статистика» М: Практика 1999
13. Дёрффель «Статистика в аналитической химии», М: Мир 1994

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 (Π , максимум 10 баллов) рассчитывается как среднее арифметическое оценок за выполнение лабораторных работ (Π_i , $i=1,2,\dots,12$). Оценка за выполнение лабораторной работы выставляется на осно-

ве 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:
$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^6 \ddot{E}_i}{12}$$

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)
XX	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № XX от XX

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