

Белорусский государственный университет



Проректор по учебной работе
А.Л. Толстик

06 _____ 2017

Регистрационный № УД-4004 /уч.

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

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям),
направление специальности
1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)**

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 01-2013 и учебных планов УВО №G31-163/уч. от 30.05.2013 г., №G31-174/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 № 15 от 02.06.2017);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 08.06. 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа лаборатории специализации «Современные методы в биофизике» разработана для специальности 1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность) 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 «Клеточная информатика», «Радиационная биофизика», «Компьютерный эксперимент в биофизике».

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, современных технологий и материалов, методы исследования физических объектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.
2. Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические

основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

3. Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.

4. Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

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

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

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 124. 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.

Методы разделения клеток периферической крови. Роль агрегации тромбоцитов в процессе свертывания крови. Разработка способов ингибирования агрегации тромбоцитов и скрининг соединений, обладающих дезагрегационным эффектом.

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

Методы модификации клеток, способы контроля и отбора модифицированных клеток, а также методы для исследования клеточных процессов и отдельных молекул в живых клетках с заданной пространственной локализацией. Контроль целостности мембраны эритроцитов (определение гемолиза) в процессе модификации мембраны.

Лабораторная работа 3. Атомно-силовая микроскопия биообъектов.

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

Лабораторная работа 4. Световая микроскопия биообъектов.

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

Лабораторная работа 5. 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 6. Реконструкция поглощенной дозы ионизирующего 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 7. 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 8. 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 9. 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.

Лабораторная работа 10. Электрофизиология клетки.

Клеточный фенотип. Клеточная пролиферация. Клеточный цикл. Клеточные линии. Методы культивирования клеток. Методы клеточной инженерии. Стимуляция клеточных функций физическими факторами. Трансмембранный клеточный потенциал. Потенциал-зависимые клеточные каналы. Метод «пэтч-кламп». Регистрация равновесного мембранного потенциала. Регистрация трансмембранных токов.

Лабораторная работа 11. Электроэнцефалография.

Внешние электрические поля коры больших полушарий мозга. Функциональные области коры больших полушарий. Ритмы мозга. Методы электроэнцефалографии.

Лабораторная работа 12. Электрокардиография.

Внешние электрические поля сердца. Методы описания электрической активности сердца. Методы электрокардиографии. Схемы отведения электрической активности сердца.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудитор- ных 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				28			[1-4]	
1.1	Скрининг лекарственных препаратов на основе оценки агрегационной активности тромбоцитов				8			[1, 2]	Опрос, отчеты
1.2	Регуляция физико-химических свойств плазматических мембран с использованием наноразмерных структур - цикло-декстринов				8			[1, 2]	Опрос, отчеты
1.3	Атомно-силовая микроскопия биообъектов				4			[3]	Опрос, отчеты
1.4	Световая микроскопия биообъектов				4			[4]	Опрос, отчеты
1.5	Оформление и сдача отчета по работам				4				Опрос, отчеты
2	Методы радиационной биофизики				16			[5, 6]	
2.1	Дозиметрия β -, γ -излучений				5			[5, 6]	Опрос, отчеты
2.2	Реконструкция поглощенной дозы ионизирующего излучения по спектрам ЭПР зубной эмали				5			[5, 6]	Опрос, отчеты
2.3	Действие ионизирующего излучения на белки сыворотки кро-				6			[5, 6]	Опрос,

	ви								отчеты
3	Методы компьютерного моделирования				12			[7-9]	
3.1	Решение задач биофизики в среде моделирования MATLAB				6			[7,8]	Опрос, отчеты
3.3	Решение задач математической биофизики в среде Multiphysics				6			[9]	Опрос, отчеты
4	Методы электрофизиологии				18			[10,11]	
4.1	Электрофизиология клетки				6			[10,11]	Опрос, отчеты
4.2	Электроэнцефалография				6			[10,11]	Опрос, отчеты
4.3	Электрокардиография				6			[10,11]	Опрос, отчеты
	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. 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.
5. Кудряшов Ю.Б., Беренфельд Б.С. Радиационная биофизика. М. МГУ. 1979.
6. Календо Г.С. Ранние реакции клеток на ионизирующее излучение и их роль в защите и сенсibilизации. М. ЭАИ, 1982.
7. <http://matlab.exponenta.ru/>
8. В.Дьяконов «MATLAB 6: учебный курс» СПб.: Питер 2001
9. <http://www.comsol.com/>
10. Физиология человека / под ред. Р.Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1996.
11. Despopoulos A., Silbernagl S. Color Atlas of Physiology, - Thieme. 2008

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 , $i=1,2,...,12$). 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 качество анализа данных с учетом теоретических сведений и формулировкой выводов.

Оценка промежуточного контроля: $\ddot{I} = \frac{\sum_{i=1}^6 \ddot{E}_i}{12}$

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)
Клеточная информатика	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017
Радиационная биофизика	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017
Компьютерный эксперимент в биофизике	Кафедра биофизики	Замечаний нет	Изменение не требуется протокол № 15 от 02.06.2017

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