

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России)**

И.о. декана медико-биологического факультета

Шимановский Н.Л. /  /

«29» августа 2016 г.



АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
БИОФИЗИКИ»**

Направление подготовки (специальность): 30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность образовательной программы (профиль) Медицинская биофизика

Форма обучения: очная

Москва 2016

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный Министерством образования и науки РФ «11» августа 2016 года № 1012
- 2) Учебный план по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика

Составители:

Акимов В.Н., д.ф.-м.н., проф., зав. кафедрой

Ответственный рецензент:

Зарубина Т.В., д.м.н., профессор, зав. кафедрой
медицинской кибернетики и информатики МБФ

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры высшей математики МБФ, протокол № 12 от «29» августа 2016 г.

Заведующий кафедрой

Акимов В.Н.

/Акимов В.Н./

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена Советом Медико-биологического факультета, протокол № 1 от «29» августа 2016 г.

Председатель Совета факультета

Н. Шимановский

/Шимановский Н.Л./

1. Целью изучения дисциплины является:

подготовка высокопрофессионального специалиста *медицинского биофизика* владеющего математическими знаниями, умениями и навыками применять математику как инструмент логического анализа, численных расчетов и оценок, построения математических моделей физико-химического, биологического и медицинского содержания, интерпретации экспериментальных данных в своей профессиональной деятельности.

2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- Приобретение студентами знаний о методах построения физико-математических моделей и использования математики для изучения естественнонаучных дисциплин.
- Формирование базовых навыков применения математики, термодинамики, статистической физики, электродинамики для решения медико-биологических задач.
- Формирование навыков изучения научной литературы и использования справочной литературы при математической обработке и интерпретации экспериментальных данных.

3. Место дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина изучается в 9 семестре.

4. Перечень разделов и (или) тем дисциплины и их дидактическое содержание

№ п/п	№ компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)
1.	ОК-1 ОК-5 ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-5 ПК-10 ПК-11 ПК-13	Термодинамический метод описания и исследования макроскопических систем в приложениях к задачам биофизики мембран в электрическом поле	Макроскопическая характеристика термодинамических систем на основе макроскопических параметров: внутренних и внешних, экстенсивных и интенсивных. Формулировка исходных аксиом: 1. постулат существования состояния термодинамического равновесия., 2. постулат аддитивности, 3. постулат существования температуры 4. первое начало термодинамики (или закон сохранения энергии во всех ее формах) в отсутствии и наличии массообмена с окружающей средой. 5. Второй закон термодинамики в общей формулировке (редакция Хаазе) и следствия из него для квазистатических и не квазистатических (неравновесных) процессов. Криволинейный интеграл второго типа и его свойства. Условия независимости криволинейного интеграла от формы кривой интегрирования. Дифференциальная форма и полный дифференциал. Третий закон термодинамики. Задачи, решаемые на основе аппарата классической термодинамики:

			<p>1.термические и калорические уравнения состояния и получение связей между ними методом потенциалов или характеристических функций. Примеры задач.</p> <p>2.термодинамические неравенства и условия равновесия систем в зависимости от заданных внешних условий. Экстремум и условный экстремум функций нескольких переменных – метод Лагранжа. Устойчивость и критические явления.</p> <p>3.Системы (например мембрана) в электрическом поле. Электрический пробой в мембранах.</p> <p>4.Фазовые переходы в заряженных мембранах: А) соотношение между сдвигом температуры фазового перехода и величиной механического напряжения в мембране Б) тензор электрических напряжений в электролите, окружающем мембрану В) зависимость температуры фазового перехода в мембранах от плотности поверхностного заряда и рН электролита</p> <p>5.Однородные функции, формула Эйлера и вывод дифференциальных соотношений для плотностей термодинамических потенциалов. Приложения.</p> <p>Термодинамика неравновесных процессов: Цели и задачи неравновесной термодинамики. Термодинамические потенциалы в неравновесных состояниях, поток энтропии и производство энтропии, феноменологические законы, явления переноса в их взаимосвязи, соотношения Онзагера.</p>
2.	ОК-1 ОК-5 ОПК-3 ОПК-5 ПК-3 ПК-5 ПК-10 ПК-11 ПК-13	Теория вероятностей, статистическая физика и термодинамика в биофизике цепных молекул и описании флуктуационных явлений в мембранах.	<p>Основные понятия и теоремы теории вероятностей, описание многомерной случайной величины, числовые характеристики функции многомерной случайной величины и их плотность распределения –основополагающая часть математического аппарата и принципов построения статистической физики, а также статистического обоснования термодинамики.</p> <p>Микроканоническое распределение в адиабатической системе. Определение δ-функции и плотность распределения в</p>

			<p>фазовом пространстве. Интеграл Фурье и интегральное представление δ-функции. Уравнение Гиббса и статистический смысл энтропии и температуры.</p> <p>Каноническое распределение для изотермической системы. Вывод термодинамических соотношений. Связь канонического и микроканонического распределений.</p> <p>Частные задачи: вычисление свободной энергии, термического и калорического уравнения состояния для идеального газа; вычисление свободной энергии, термического и калорического уравнения состояния для реального газа. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале. Приложения к конкретным системам. (гармонический осциллятор, теплоемкость разреженных газов, теплоемкость твердых тел; средняя энергия, заключенная в определенном частотном интервале в системах, описываемых волновым уравнением (в частности формула излучения Релея-Джинса); метод Фурье решения волнового уравнения, сведения из теории рядов Фурье; идеализированная модель молекулы в форме цепочки (кератин или каучук) – определение зависимости между натяжением и длиной молекулы. Методы статистической физики в теории полимеров, кольцевых ДНК. Статистический интеграл.</p> <p>Элементы теории флуктуаций, корреляционные моменты. Интеграл Фурье. Вычисление квадратичных корреляций по методу Гиббса. Приложения к конкретным системам. Вычисление временных квадратичных флуктуаций. Уравнение Эйнштейна-Фоккера-Планка и расчет среднего времени жизни мембран в электрическом поле. Информативная ценность анализа флуктуаций.</p>
3.	ОК-1 ОК-5 ОПК-3 ОПК-5	Дифференциальные уравнения в задачах пассивного и активного ионного транспорта.	<p>Основные электродинамические представления и уравнения. Свойства (в рамках электрических явлений) биологических мембран и материальные</p>

	ПК-3 ПК-5 ПК-10 ПК-11 ПК-13	<p>уравнения Максвелла.</p> <p>Модели пассивного транспорта ионов:</p> <p>Стационарные задачи.</p> <p>Уравнение Пуассона-Больцмана и потенциал точечного заряда в электролите. Параметр экранирования Дебая.</p> <p>Нелинейное уравнение электродиффузии – уравнение Нерста-Планка. Методы решения с сингулярной и регулярной относительно малого параметра правой частью дифференциального уравнения. Приближение электронейтральности и постоянного поля Гольдмана.</p> <p>Нестационарные задачи</p> <p>трансмембранного переноса ионов</p> <p>Теоретическое рассмотрение зависимости проводимости и емкости фосфолипидных мембран от частоты внешнего поля. (расчет адмитанса).</p> <p>Биопотенциалы. Генерация нервного импульса.</p> <p>Уравнения Максвелла и приближение телеграфного уравнения.</p> <p>Феноменологическая теория нервного импульса Ходжкина-Хаксли.</p>
--	---	---

5. **Общая трудоемкость дисциплины:** 2 зачетные единицы (72 часа).