

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Общая биофизика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Медицинская физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.09.01 Общая биофизика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	ИД ПК-2: Демонстрация способности применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	ИД ПК-2: Знать и понимать взаимосвязи строения и функционирования биологических систем всех уровней организации жизни. Уметь применять знания основ биофизики для решения теоретических и практических задач. Владеть навыками планирования и проведения биофизического исследования	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-5: Способен применять профессиональные знания, осуществлять выбор необходимых научных методов исследований для решения задач проектной и инновационной деятельности	ИД ПК-5: Демонстрация способности применять профессиональные знания, осуществлять выбор необходимых научных методов исследований для решения задач проектной и инновационной деятельности	ИД ПК-5: Знать и понимать взаимосвязи строения и функционирования биологических систем всех уровней организации жизни. Уметь применять знания основ биофизики для решения задач проектной и инновационной деятельности. Владеть навыками планирования и проведения биофизического исследования в инновационной деятельности	Ситуационные задания	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1 Предмет и задачи биофизики.	10	5		5	5
Тема 2 Термодинамика биологических процессов.	10	5		5	5
Тема 3 Кинетика биологических процессов.	20	5	7	12	8
Тема 4 Биофизика фотобиологических процессов.	19	5	7	12	7
Тема 5 Биофизика мембран и транспортных процессов.	16	5	6	11	5
Тема 6 Биоэлектрогенез.	20	5	7	12	8
Тема 7 Основы радиационной биофизики.	12	2	5	7	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Предмет и задачи биофизики.

Тема 2 Термодинамика биологических процессов.

Тема 3 Кинетика биологических процессов.

Тема 4 Биофизика фотобиологических процессов.

Тема 5 Биофизика мембран и транспортных процессов.

Тема 6 Биоэлектрогенез.

Тема 7 Основы радиационной биофизики.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

нет

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Изолированная термодинамическая система – это...
 2. система, которая обменивается с окружающей средой веществом;
 3. система, которая обменивается с окружающей средой энергией;
 4. система, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией;
 5. система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией.
-
1. Закрытая термодинамическая система – это...
 2. система, которая не может обмениваться с окружающей средой ни веществом, ни энергией;
 3. система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь энергией и не может обмениваться веществом;
 4. система, которая может обмениваться с окружающей средой и веществом, и энергией;
 5. система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь веществом и не может обмениваться энергией.
-
1. Открытая термодинамическая система – это...
 2. система, которая обменивается с окружающей средой и веществом и энергией;
 3. система, которая не обменивается с окружающей средой ни веществом, ни энергией;
 4. система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь энергией и не может обмениваться веществом;
 5. система, которая может обмениваться с окружающей средой лишь веществом и не может обмениваться энергией.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Ситуационные задания) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

. Счетчик Гейгера-Мюллера – один из наиболее распространенных газонаполненных детекторов частиц, действие которого основано на возникновении самостоятельного электрического разряда в газе при попадании частицы в его объем. Счетчик Гейгера предназначен для регистрации заряженных частиц, а также для детектирования нейтронов, рентгеновских и гамма-квантов по вторичным заряженным частицам, генерируемым ими.

Высокоэнергетичная частица, влетающая во внутреннее пространство счетчика, производит ионизацию одной или нескольких молекул газа, находящегося в этом пространстве. Под действием напряжения, приложенного между электродами разрядной камеры, образовавшиеся свободные электроны разгоняются, и если до столкновения с другой нейтральной молекулой они успевают набрать энергию, достаточную для отрыва электрона, то происходит её ионизация. Таким образом, каждый акт ионизации внешним излучением в счётчике Гейгера порождает лавину электронов, которая воспринимается детектором как импульс тока определенной величины.

Счетная характеристика счетчика Гейгера-Мюллера — зависимость скорости счета от приложенного напряжения (при неизменной интенсивности ионизирующего излучения). Счетная характеристика зависит от многих причин: диаметр анода и корпуса счетчика, состав и давление газа и др. На рис . 1 показан пример такой счетной характеристики. Напряжение начала счета (порог счета) соответствует минимальным амплитудам импульсов, регистрируемых электронной схемой. Начальный участок счетной характеристики соответствует области ограниченной пропорциональности. Начиная с некоторой величины, скорость счета почти не зависит от приложенного напряжения; в этой области каждая частица, образовавшая хотя бы одну ионную пару, вызывает импульс с амплитудой, достаточной для регистрации. Такой участок называется областью плато. Протяженность плато обычно составляет несколько сотен вольт. Рабочее напряжение традиционно выбирают в середине плато. Дальнейшее увеличение напряжения приводит к «пробою» счетчика, — прошедшая частица вызывает незатухающую лавину электронов и ионов (за счет вторичных электронов, выбиваемых из стенок катода ионами). Этот участок кривой называется областью непрерывного разряда.

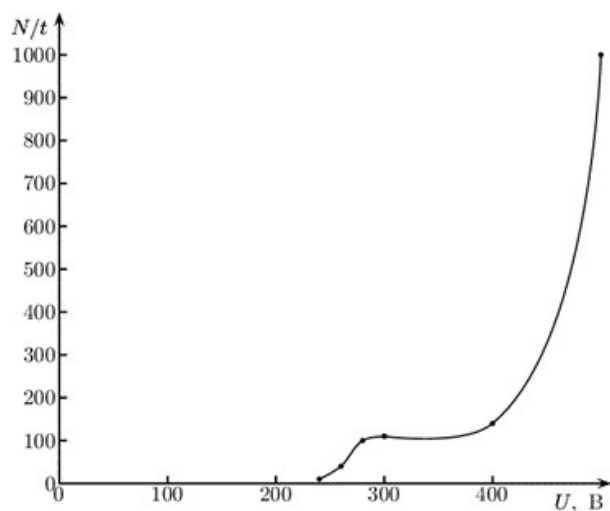


Рис.1. Счетная характеристика счетчика Гейгера-

Мюллера

Критерии оценивания (оценочное средство - Ситуационные задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Предмет биофизики. История становления.
2. Термодинамика и ее задачи. Основные понятия и определения. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам.
3. Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам.
4. Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах.
5. Свободная энергия и работоспособность биосистем. КПД биологических процессов.
6. Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала
7. Свободная энергия активации в биосистемах.
8. Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина.
9. Соотношения Онзагера.
10. Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.
11. Кинетика биологических процессов. Основные подходы к анализу
12. Стационарная кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментон.
13. Кинетический критерий устойчивости стационарных состояний (критерий Ляпунова). одель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными состояниями
14. Типы особых точек в биосистемах. Колебательные системы. Модель Вольтерра.
15. Триггерные свойства биосистем.
16. Схемы электронных возбужденных состояний. Схема Яблонского. Синглетное и триплетное возбужденные состояния, их особенности. Пути реализации возбужденного состояния
17. Флуоресценция. Флуоресцентный анализ в биологических исследованиях.
18. Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии (FRET).
19. Молекулярные основы зрительной рецепции. Восприятие кванта света и возникновение электрического ответа.
20. Молекулярные основы зрительной рецепции. Механизмы прерывания сигнала и восстановление рецепторной системы. Роль ионов кальция.
21. Хемилюминесценция.
22. Биолюминесценция. Люциферин-люциферазная система.
23. Фоторегуляторные реакции. Фитохром. Фототропизм.
24. Деструктивное действие УФ-излучения.
25. Основы структурно-функциональной организация биологических мембран.
26. Электрохимический градиент как движущая сила потока вещества.
27. Пассивный транспорт. Простая диффузия незаряженных соединений.
28. Облегченная диффузия. Особенности в сравнении с простой диффузией.
29. Транспорт заряженных соединений и генерация мембранного потенциала. Уравнение Нернста для равновесного потенциала
30. Уравнение Гольдмана.

31. Активный транспорт соединений через мембрану. Критерий Юссинга.
32. Типы транспортных АТФаз. Структура и механизм работы Na^+/K^+ -АТФазы.
33. Мембранный потенциал в покое как совокупность пассивной и активной компонент.
34. Процесс возбуждения. Характерные черты потенциала действия.
35. Ионная природа потенциала действия. Экспериментальные исследования природы ПД.
36. Возбудимые ионные каналы
37. Математическая модель ПД. Уравнение Ходжкина-Хаксли.
38. Распространение нервного импульса
39. Радиационный фон. Основные источники.
40. Типы ионизирующих излучений, их характеристика.
41. Закон радиоактивного распада. Типы распадов.
42. Дозы в радиобиологии. Единицы измерения.
43. Механизмы ионизации при действии различных типов ионизирующих излучений.
44. Принципы количественной радиобиологии. Теория попаданий и концепция мишеней.
45. Прямое действие ионизирующего излучения. Типы повреждения биологических макромолекул.
46. Непрямое действие ионизирующего излучения.
47. Последовательность стадий лучевого поражения.
48. Модификация радиочувствительности.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Предмет биофизики. История становления.
2. Термодинамика и ее задачи. Основные понятия и определения. Особенности приложения законов термодинамики к биологическим системам.
3. Первый закон термодинамики. Его значение в биофизике. Методы изучения приложимости I закона термодинамики к биосистемам. Доказательства приложимости I закона термодинамики к биосистемам.
4. Второй закон термодинамики и его приложимость к биосистемам. Значение функции энтропии в биосистемах.
5. Свободная энергия и работоспособность биосистем. КПД биологических процессов.
6. Расчет стандартной свободной энергии в биосистемах исходя из связи свободной энергии и химического потенциала
7. Свободная энергия активации в биосистемах.
8. Биологические системы как открытые системы. Уравнение Пригожина.
9. Соотношения Онзагера.
10. Стационарное состояние биосистемы. Свойства стационарных состояний.
11. Кинетика биологических процессов. Основные подходы к анализу
12. Стационарная кинетика ферментативных процессов. Уравнение Михаэлиса-Ментон.
13. Кинетический критерий устойчивости стационарных состояний (критерий Ляпунова). одель проточного культиватора как пример стационарной системы с различными состояниями
14. Типы особых точек в биосистемах. Колебательные системы. Модель Вольтерра.
15. Триггерные свойства биосистем.
16. Схемы электронных возбужденных состояний. Схема Яблонского. Синглетное и триплетное возбужденные состояния, их особенности. Пути реализации возбужденного состояния
17. Флуоресценция. Флуоресцентный анализ в биологических исследованиях.

18. Миграция энергии в биосистемах. Индуктивно-резонансный механизм миграции энергии (FRET).
19. Молекулярные основы зрительной рецепции. Восприятие кванта света и возникновение электрического ответа.
20. Молекулярные основы зрительной рецепции. Механизмы прерывания сигнала и восстановление рецепторной системы. Роль ионов кальция.
21. Хемилюминесценция.
22. Биолюминесценция. Люциферин-люциферазная система.
23. Фоторегуляторные реакции. Фитохром. Фототропизм.
24. Деструктивное действие УФ-излучения.
25. Основы структурно-функциональной организации биологических мембран.
26. Электрохимический градиент как движущая сила потока вещества.
27. Пассивный транспорт. Простая диффузия незаряженных соединений.
28. Облегченная диффузия. Особенности в сравнении с простой диффузией.
29. Транспорт заряженных соединений и генерация мембранного потенциала. Уравнение Нернста для равновесного потенциала
30. Уравнение Гольдмана.
31. Активный транспорт соединений через мембрану. Критерий Юссинга.
32. Типы транспортных АТФаз. Структура и механизм работы Na^+/K^+ -АТФазы.
33. Мембранный потенциал в покое как совокупность пассивной и активной компонент.
34. Процесс возбуждения. Характерные черты потенциала действия.
35. Ионная природа потенциала действия. Экспериментальные исследования природы ПД.
36. Возбудимые ионные каналы
37. Математическая модель ПД. Уравнение Ходжкина-Хаксли.
38. Распространение нервного импульса
39. Радиационный фон. Основные источники.
40. Типы ионизирующих излучений, их характеристика.
41. Закон радиоактивного распада. Типы распадов.
42. Дозы в радиобиологии. Единицы измерения.
43. Механизмы ионизации при действии различных типов ионизирующих излучений.
44. Принципы количественной радиобиологии. Теория попаданий и концепция мишеней.
45. Прямое действие ионизирующего излучения. Типы повреждения биологических макромолекул.
46. Непрямое действие ионизирующего излучения.
47. Последовательность стадий лучевого поражения.
48. Модификация радиочувствительности.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания
не зачтено	невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Рубин Андрей Борисович. Биофизика : учеб. для студентов биол. специальностей вузов : в 2 кн. Кн. 1. Теоретическая биофизика. - М. : Высшая школа, 1987. - 319 с. : ил. - 1.30., 108 экз.

Дополнительная литература:

1. Биофизика : [пособие] / под ред. Антонова В. Ф. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Арктос : Вика-пресс, 1996. - 254 с. : ил. - 26.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,

ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>, Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 23.12.2025, протокол № б/н.