

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники
(Наименование института)

**УТВЕРЖДАЮ:**
Директор института
Галкин А.А. 
« 31 » августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Биофизические основы живых систем

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Биомедицинская инженерия

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021г

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Биофизические основы живых систем» является ознакомление с концептуальными основами биофизики как современной комплексной фундаментальной науки о биологических системах, формирования естественнонаучного мировоззрения на основе приобретаемых знаний об особенностях сложных живых систем.

Задачи:

- изучение основных законов и концепций биофизики, с получением целостного представления о процессах и явлениях, происходящих в живых системах;
- понятие возможностей современных научных биофизических методов и технологий познания живых систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Биофизические основы живых систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК4 - Способность к созданию интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека		<p><i>Знать</i> основные принципы разработки технологических процессов интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека.</p> <p><i>Уметь</i> создавать медицинские системы и комплексы для решения сложных задач диагностики,</p> <p><i>Владеть</i> навыками создания интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека.</p>	Вопросы к экзамену

	сердечно-сосудистой системе							
Итого по дисциплине	1	18	36	-	18		90	Экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Термодинамика обратимых и необратимых процессов

Тема 1. Термодинамика обратимых процессов. Механическое и термодинамическое равновесие. Термодинамические потенциалы. Химический и электрохимический потенциалы. Второй закон термодинамики и условия равновесия.

Тема 2. Термодинамика необратимых процессов. Особенности организации живых систем. Изменение энтропии в открытых системах. Скорость продукции энтропии и диссипативная функция. Основные положения линейной неравновесной термодинамики. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение потоков. Теорема Пригожина. Нелинейная термодинамика необратимых процессов. Принцип минимума продукции энтропии.

Раздел 2. Молекулярная биофизика

Тема 1. Биологические макромолекулы в растворе. Макромолекула. Клубок и глобула. Конформации макромолекул. Внутренние макромолекулярные взаимодействия и связи. Структура воды. Гидрофобные взаимодействия. Взаимодействия между макромолекулами в растворе. Экранирование Дебая – Хюккеля.

Тема 2. Биофизика белков. Состав макромолекул белков. Первичная структура белков. Вторичная структура белков. Сверхвторичные структуры. Домены. Третичная и четвертичная структура белка. Нуклеационная модель свертывания. Динамика белковой структуры. Ферментный катализ. Ферменты. Модель Фишера. Теория индуцированного структурного соответствия.

Тема 3. Биофизика нуклеиновых кислот. Основы эволюции живых систем. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двойная спираль ДНК. Механизм самовоспроизведения. Синтез белков в клетке. Биологический код.

Раздел 3. Биофизика клеточных процессов

Тема 1. Строение, состав и функции клетки. Прокариоты и эукариоты. Строение и состав клетки. Дифференцировка клеток. Клеточные мембраны. Динамика липидов в мембране. Латеральная диффузия липидов и белков в мембранах. Асимметрия мембран. Мембранный транспорт. Эндоцитоз. Экзоцитоз. Мембранный потенциал. Активный транспорт. Механизм активного переноса ионов. Сопряженный транспорт.

Тема 2. Электрическая возбудимость клеток. Потенциал действия. Воротные механизмы потенциалозависимых ионных каналов. Уравнения Ходжкина – Хаксли. Распространение потенциала действия. Кабельная теория. Модель Хилле натриевых каналов. Блокаторы.

Раздел 4. Механизмы межклеточных взаимодействий

Тема 1. Щелевые соединения. Эндокринная система. Синаптическая передача. Постсинаптические потенциалы.

Тема 2. Передача информации в сенсорных системах организма. Принципы кодирования.

Раздел 5. Биофизика сложных систем

Тема 1. Биофизика сердца. Внутреннее строение и функциональные возможности сердца. Структурные особенности и электрические свойства миокардиальной ткани. Автоматия и электропроводящая система сердца. Геометрия распространения возбуждения в сердце.

Тема 2. Гомеостаз и система крови. Гомеостаз. Функции крови. Состав крови. Форменные элементы крови. Кровотворение.

Тема 3. Системы регуляции в сердечно-сосудистой системе. Регуляция кроветворения. Регуляция газового состава крови. Регуляция температуры крови. Регуляция уровня энергетических веществ в крови. Регуляция осмотического давления крови. Свертывание крови. Внутрисердечные и внесердечные механизмы регуляции кровотока.

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

- Тема 1. Статистический метод временной области анализа данных ритмограмм,
- Тема 2. Статистический метод частотной области анализа данных ритмограмм,
- Тема 3. Структурно-топологический метод анализа ритмограмм.
- Тема 4. Эталонная и идеализированная ритмограммы,
- Тема 5. Морфологический метод анализа электрокардиограмм,

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль № 1

1. Термодинамические потенциалы. Свободная и связанная энергии. Критерии устойчивости процессов.
2. Химический и электрохимический потенциалы. Второе начало термодинамики и условия равновесия.
3. Равновесное и стационарное состояния. Изменение энтропии в открытых системах. Средство химической реакции. Продукция энтропии.
4. Скорость продукции энтропии и диссипативная функция. Линейная зависимость между обобщенными потоком и силой.
5. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение потоков.
6. Теорема Пригожина. Критерий установления стационарного состояния. Устойчивость стационарного состояния.
7. Принцип минимума продукции энтропии. Устойчивость стационарных состояний вдали от равновесия. Бифуркация и нарушение симметрии.

Рейтинг-контроль № 2

1. Предмет молекулярной биофизики. Макромолекула. Клубок и глобула. Конформации макромолекул.
2. Силы, стабилизирующие пространственную структуру макромолекулы. Структура воды. Водородные связи. Гидрофобные взаимодействия.
3. Взаимодействия между макромолекулами в растворе. Экранирование Дебая - Хюккеля.
4. Состав макромолекул белков. Первичная структура белков. Нуклеационная модель свертывания белков.
5. Вторичная структура белков.
6. Сверхвторичные структуры. Третичная структура белка. Домены. Динамика белковой структуры.
7. Три основные причины эволюции по Ламарку. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот.
8. Механизм самовоспроизведения и передачи информации дочерним клеткам. Двойная спираль ДНК.
9. Репликация ДНК. Синтез белков в клетке (по Азерникову).
10. Синтез секреторных и мембранных белков (по Альбертсу).

11. Биологическое кодирование. Модель регуляции белкового синтеза Жакоба - Мано. Ферментный катализ.

12. Биофизика клетки. Строение и состав. Регуляция клеточных процессов. Дифференцировка клеток.

13. Молекулярная организация клеточных мембран. Динамика липидов в мембране.

14. Латеральная диффузия липидов и белков в мембранах. Ассиметрия мембран. Жидкостно-мозаичная структура.

Рейтинг-контроль № 3

1. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Механизм активного переноса ионов. Сопряженный транспорт. Эндоцитоз (экзоцитоз).

2. Физические свойства мембраны как фазы. Мембранный потенциал. Мембранный потенциал в случае ионного равновесия. Потенциал покоя.

3. Избирательная ионная проницаемость клеточных мембран.

4. Деполяризация мембраны. Потенциал действия. Реполяризация. Период рефрактерности. Характерные свойства потенциала действия.

5. Распространение потенциала действия. Кабельная теория.

6. Свойства потенциалозависимых натриевых каналов. Модель Хилле. Блокаторы каналов.

7. Щелевые соединения. Синаптическая передача. Роль ионов кальция.

8. Секреция нейромедиаторов нервными окончаниями. Постсинаптические потенциалы.

9. Эндокринная система. Передача сигналов от рецепторов плазматической мембраны внутрь клетки. Роль ионов кальция

5.2. Промежуточная аттестация

Экзаменационные вопросы

Первый вопрос:

1. Термодинамические потенциалы. Свободная и связанная энергии. Критерии устойчивости процессов.

2. Химический и электрохимический потенциалы. Второе начало термодинамики и условия равновесия.

3. Равновесное и стационарное состояния. Изменение энтропии в открытых системах. Сродство химической реакции. Продукция энтропии.

4. Скорость продукции энтропии и диссипативная функция. Линейная зависимость между обобщенными потоком и силой.

5. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение потоков.

6. Теорема Пригожина. Критерий установления стационарного состояния. Устойчивость стационарного состояния.

7. Принцип минимума продукции энтропии. Устойчивость стационарных состояний вдали от равновесия. Бифуркация и нарушение симметрии.

8. Предмет молекулярной биофизики. Макромолекула. Клубок и глобула. Конформации макромолекул.

9. Силы, стабилизирующие пространственную структуру макромолекулы. Структура воды.

10. Водородные связи. Гидрофобные взаимодействия.

11. Взаимодействия между макромолекулами в растворе. Экранирование Дебая - Хюккеля.

12. Состав макромолекул белков. Первичная структура белков. Нуклеационная модель свертывания белков.

13. Вторичная структура белков.

14. Сверхвторичные структуры. Третичная структура белка. Домены. Динамика белковой структуры.

15. Три основные причины эволюции по Ламарку. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот.

16. Механизм самовоспроизведения и передачи информации дочерним клеткам. Двойная спираль ДНК.

17. Репликация ДНК. Синтез белков в клетке (по Азерникову).

18. Синтез секреторных и мембранных белков (по Альбертсу).

19. Биологическое кодирование. Модель регуляции белкового синтеза.

20. Ферментный катализ.

Второй вопрос:

21. Биофизика клетки. Строение и состав. Регуляция клеточных процессов. Дифференцировка клеток.

22. Молекулярная организация клеточных мембран.

23. Динамика липидов в мембране.

24. Латеральная диффузия липидов и белков в мембранах. Ассиметрия мембран. Жидкостно-мозаичная структура.

25. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Механизм активного переноса ионов. Сопряженный транспорт.

26. Эндоцитоз (экзоцитоз).

27. Физические свойства мембраны как фазы. Мембранный потенциал. Мембранный потенциал в случае ионного равновесия. Потенциал покоя.

28. Избирательная ионная проницаемость клеточных мембран.

29. Деполяризация мембраны. Потенциал действия. Реполяризация. Период рефрактерности. Характерные свойства потенциала действия.

30. Распространение потенциала действия. Кабельная теория.

31. Свойства потенциалозависимых натриевых каналов. Модель Хилле. Блокаторы каналов.

32. Щелевые соединения. Синаптическая передача. Роль ионов кальция.

33. Секреция нейромедиаторов нервными окончаниями. Постсинаптические потенциалы.

34. Эндокринная система. Передача сигналов от рецепторов плазматической мембраны внутрь клетки. Роль ионов кальция.

35. Строение, функциональные возможности и общие характеристики сердца.

36. Структурные особенности миокарда.

37. Электрические свойства миокарда. ПП и ПД. Автоматия. Геометрия распространения возбуждения. Заместительные ритмы.

38. Постоянство внутренней среды организма и его регуляция. Гомеостаз. Функции крови. Состав крови. Кроветворение. Свертываемость.

39. Внутрисердечные и внесердечные механизмы регуляции кровотока. Гуморальные механизмы регуляции кровотока. Регуляция газового состава крови. Понятия о регуляции температуры и осмотического давления крови.

40. Общие принципы функционирования сенсорных систем.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Темы рефератов:

1. Свойства «живой материи»;
2. Электрические поля (частотный состав и их влияния на организм);
3. Электростатические поля (многоуровневые);
4. Магнитные поля (магнитостатика, магнитобиология);

5. Действие радиации на организм человека;
6. Биологическое действие ионизирующей радиации на клетки;
7. Влияние радиации на кровь;
8. Информационные поля;
9. Физические и информационные свойства воды;
10. Влияние электромагнитного поля на организм человека;
11. Влияние Солнца и солнечных лучей на организм человека;
12. Влияние акустического поля (инфразвуковые и звуковые);
13. Ритмы живого. Биоритмология;
14. Автоколебательные процессы в тканях организма;
15. Биологическая кинетика;
16. Биоэнергетика;
17. Передача информации в сенсорных системах организма;
18. Сенсорные системы организма;
19. Постоянство внутренней среды организма;
20. Система крови;
21. Строение, состав и функции сердца;
22. Эмбриональное развитие сердца;
23. Фазовая структура сердечного цикла
24. Проводящая система сердца;
25. Биомеханика и энергетика сердечной мышцы;
26. Ангиография сердца и сосудов;
27. Фонокардиография;
28. Векторкардиография
29. Электрокардиография: отведения, вид, назначение, структура;
30. Эхокардиография;
31. Пульсовая волна. Сфигмография и плетизмография;
32. Функциональная структура головного мозга;
33. Функциональная структура спинного мозга;
34. Электроэнцефалография;
35. Парасимпатическая и симпатическая нервные системы;
36. Центральная нервная система.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Кузнецов, А.А. Биофизические основы живых систем: учеб. пособие. / А.А. Кузнецов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. - 112 с. - ISBN 978-5-9984-0621-8.	2015	50	
2. Кузнецов, А.А. Биофизика ионизирующих и неионизирующих излучений: учеб. пособие / А.А.	2015	50	

Кузнецов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. - 143 с.- ISBN 978-5-9984-0668-3			
3. Кузнецов, А.А. Биофизика сердца: учеб. пособие в 2 Кн. Кн. 1. Неинвазивные методы исследования сердца/ А.А. Кузнецов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. - Владимир: Изд-во ВлГУ. 2013. - 220 с. - ISBN 978-5-9984-0335-4 (Кн. 1) -ISBN 978-5-9984-0338-5	2013	50	
4. Кузнецов, А.А. Биофизика сердца: учеб. пособие в 2 Кн. Кн. 2. Электрокардиографическое холтеровское мониторирование для исследования variability сердечного ритма условно здоровых людей/ А.А. Кузнецов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. 2013. - 84 с. ISBN 978-5-9984-0336-1 (Кн. 2) - ISBN 978-5-9984-0338-5	2013	50	
Дополнительная литература			
1. Кузнецов, А.А. Биофизика сердца. Методы обработки и анализа электрокардиографической информации при донозологических исследованиях: учеб. пособие/ А.А. Кузнецов; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. 2012. - 237 с. -ISBN 978-5-9984-0177-0	2012	50	
2. Нефедов, Е.И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами / Е.И. Нефедов, А.А. Яшин, Т.И. Субботина. – М.: КУРС НИЦ ИНФРА-М. 2015. - 344 с. – ISBN 975-5-906818-19-5	2015	нет	
3. Волькенштейн, М.В. Биофизика: учеб. пособие / М.В. Волькенштейн. – М.: Лань. Классическая учебная литература по физике. 2012. - 594 с.	2012	Нет	
4. Плутахин, Г.А. Биофизика / Г.А. Плутахин, А. Г. Кощаев. - М.: Лань. 2012. - 240 с.	2012	нет	
5. Печуркин, Н.С. Энергетическая направленность развития жизни на планете Земля: монография/ Н.С. Печуркин. – Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2010. -405 с. - ISBN 978-5-7638-1954-0	2010	Нет	

6.2. Периодические издания

Рекомендуемые журналы перечня ВАК РФ:

Биомедицинские технологии и радиоэлектроника (Москва), Информационные технологии (Москва), Инфокоммуникационные технологии (Самара), Измерительная техника (Москва), Физиология человека (Москва, РАН), Биофизика (Москва РАН), Успехи современной радиоэлектроники (Москва), Информатика и ее применения (Москва), Информационно-управляющие системы (С.- Петербург).


6.3. Интернет-ресурсы

- <http://www.znaniium.com/catalog.php.bookinfo> информационно-справочная система
- <http://e.lanbook.com/books> информационно-справочная система
- <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789> информационно-справочная система

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором (503-3) и ноутбуком.

Аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащённая современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением, аудитории вычислительного центра.

Рабочую программу составил к.т.н., Аль-Хайдри В.А.А., доцент 

Рецензент

Начальник отдела медицинской физики,
информатики и дозиметрии ГБУЗ ВО "ОКОД", к.т.н., Чирков К. В. 


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой БЭСТ Татмышевский К.В. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Председатель комиссии Татмышевский К.В., зав. кафедрой БЭСТ 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭПБС *Григорьев* (Татьяна Степановна К.В.)

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____