

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



А.А.Панфилов
2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Биотехнические системы медицинского назначения»

Направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Профиль/программа подготовки: биомедицинская инженерия

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточног о контроля (экз./зачет)
8	4/144	30		20	58	Экзамен (36)
Итого	4/144	30		20	58	Экзамен (36)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Биотехнические системы медицинского назначения» является получение студентами знаний в области построения и проектирования биомедицинских устройств, приборов, систем и комплексов, ориентированных на активную диагностику и управление состоянием системы организма по профилю подготовки кафедры.

Задачи дисциплины:

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление студентов с основами теории биотехнических систем;
- ознакомление студентов с основными научно-техническими проблемами и перспективами развития биомедицинской инженерии;
- ознакомление с вопросами эффективности БТС;
- получение знаний студентами о моделировании функциональных процессов в БТС;
- ознакомление студентов с принципами работы, конструкцией, архитектурой и технической эксплуатации биотехнических и медицинских систем;
- формирование у студентов навыков и представления о проектировании устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.Б.18 «Биотехнические системы медицинского назначения» входит в базовую часть учебного плана подготовки бакалавров направления «Биотехнические системы и технологии».

Курс базируется на знаниях, полученных студентами при изучении предшествующих дисциплин: «Узлы и элементы биотехнических систем», «Моделирование биопроцессов и биотехнических систем», «Медицинские приборы, аппараты, системы, комплексы», «Основы управления техническими и биотехническими системами», «Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий», «Биофизические основы живых систем» и др.

Знания, полученные при изучении дисциплины необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы и в последующих дисциплинах, ориентированных на проектирование и анализ биомедицинских систем.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны обладать следующими общекультурными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

ПК-7 - способностью владеть правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники;

ПК-9 - готовностью к практическому применению основных правил выполнения ремонта и обслуживания медицинской техники, основ технологии обслуживания медицинской техники;

ПК-19 - способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники;

ПК-21 - способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- Методы измерений различных биофизических величин;
- Роль измерения в медико-биологической практике;
- Классификацию медицинских электронных приборов, аппаратов и систем.
- правила и методы монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем, в том числе связанных с включением человека-оператора в контур управления биомедицинской и экологической электронной техники (ПК-7).

Уметь:

- Применять методы диагностических исследований;
- Использовать технические средства для измерения различных биофизических величин;
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники (ПК-19);
- разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий (ПК-21).

Владеть:

- Навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования биотехнических систем;
- готовностью к практическому применению основных правил выполнения ремонта и обслуживания медицинской техники, основ технологии обслуживания медицинской техники (ПК-9).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	<i>Введение. Предмет дисциплины, ее значение. История развития БТС.</i>	8	1	2							
2	<i>Классификация, общие свойства и принципы синтеза БТС.</i>	8	3	4		2		7	2/33		
3	<i>Методы описания БТС</i>	8	5	4		2		7	2/33	Рейтинг контроль №1	
4	<i>Моделирование функциональных процессов БТС</i>	8	7	4		2		7	2/33		
5	<i>Критерии эффективности и БТС</i>	8	9	2		2		7	2/50		
6	<i>Оптимизация функциональных параметров БТС</i>	8	11	4		2		7	2/33	Рейтинг контроль №2	
7	<i>Методы синтеза управляющих структур БТС.</i>	8	13	4		2		7	2/33		
8	<i>Современные перспективные методы разработки БТС</i>	8	15	2		2		7	2/50		
9	<i>Методы описания БТС</i>	8	17	4		4		9	4/50	Рейтинг контроль №3	
Всего				30		20		58	20/40	экзамен	

Содержание дисциплины

Темы лекционных занятий

1. Введение.

Место и значение дисциплины в подготовке бакалавра по направлению «Биотехнические системы и технологии».

Краткие сведения об основных БТС, используемых для иллюстрации основных положений дисциплины. Основные исторические этапы и перспективы их развития.

2. Классификация, общие свойства и принципы синтеза БТС.

Основные понятия и характеристики системного анализа. Понятие БТС и их основные свойства. Классификация БТС, примеры схем.

3. Методы описания БТС.

Классификация основных методов анализа сложных систем. Функциональное описание, его цели и задачи, методы реализации.

Информационное описание БТС, цели, задачи, методы. Информация и энтропия системы, формула Шеннона для количества информации в сообщении. Особенности информационного метаболизма в открытых системах.

Прогностическое описание БТС, цели, задачи, методы. Принципы отбора реальных движений, эволюционные уровни систем, бифуркации в развивающихся системах. Особенности управления в развивающихся системах. Примеры.

4. Моделирование функциональных процессов в БТС.

Классификация математических моделей динамических систем, модели с сосредоточенными и распределенными параметрами; системные аспекты моделирования сложных систем. Понятие минимальной модели системы, требования к ней. Особенности построения минимальных моделей биологических звеньев БТС, балансовые уравнения, общие законы поведения биосистем. Динамические модели без управления; модели с критериальным управлением. Модели, предназначенные для анализа конфликтных ситуаций.

Методы формирования динамических моделей первого и второго порядка. Фазовый портрет, устойчивость, элементы теории бифуркаций в системах второго порядка, триггерные системы.

Методы редукций моделей БТС. Временная иерархия в живых системах, теорема Тихонова.

5. Критерии эффективности БТС.

Неопределенность целей синтеза БТС, типы неопределенностей. Экспертные методы формирования критериев эффективности БТС; методы непосредственной оценки; алгоритм метода последовательных предпочтений; метод ранжировки, коэффициент конкордации. Алгоритм дерева целей формирования критериев эффективности БТС. Особенности реализации экспертных процедур при синтезе целевой функции БТС оптимальной терапии, активной пассивной диагностики, структура частных показателей эффективности, примеры.

6. Оптимизация функциональных параметров БТС.

Аналитические методы оптимального управления в БТС, принцип максимума Понтрягина и его применение.

Численные методы оптимизации, градиентные методы. Особенности оптимизации функциональных параметров в БТС. Примеры.

7. Методы синтеза управляющих структур БТС.

Понятие об адаптированном управлении БТС. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы. Понятие о методах синтеза управляющих структур таких систем. Адаптированные системы с моделью объекта в контуре управления. Примеры. Модельно-обоснованное адаптивное управление БТС в условиях неполной информации об организме.

8. Современные и перспективные методы разработки БТС.

Моделирование, идентификация и оптимизация, как единый процесс проектирования. Аппаратное и программное обеспечение процесса синтеза БТС; элементы САПР. Мониторно-компьютерные БТС для диагностики и управления состоянием системы организма.

9. Методы описания БТС.

Темы лабораторных работ:

1. Краткие сведения об основных БТС, используемых для иллюстрации основных положений дисциплины. Основные исторические этапы и перспективы их развития. Принципы разделения БТС по типам. Использование классификации БТС для определения стандартов технического оснащения лечебно-профилактического учреждения.
2. Основные структурные схемы БТС, их характеристика, области применения. Алгоритмы оптимизации аппаратно-программной реализации блочных функций в БТС.
3. Алгоритмы обработки биомедицинских сигналов. Приборы и системы для регистрации и анализа медико-биологических показателей и физиологических процессов, характеризующих различные проявления жизнедеятельности.
4. Методы поэтапного моделирования при синтезе биотехнических систем медицинского назначения. Экспертный выбор вариантов технических решений.
5. Принципы построения мониторинговых БТС. Инструментальные мониторинговые системы. Вычислительные мониторинговые системы. Микропроцессорные мониторинговые системы.
6. БТС в лабораториях. Многофункциональные биохимические комплексы. Задачи медицинской лабораторной службы. Тенденции развития биотехнических систем для лабораторного анализа. Основы проектирования лабораторных БТС.
7. Моделирование, идентификация и оптимизация, как единый процесс проектирования. Аппаратное и программное обеспечение процесса синтеза БТС; элементы САПР. Мониторно-компьютерные БТС для диагностики и управления состоянием системы организма.
8. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы. Понятие о методах синтеза управляющих структур таких систем. Адаптированные системы с моделью объекта в контуре управления. целей синтеза БТС, типы неопределенностей. Экспертные методы формирования критериев эффективности БТС.

Лабораторные работы являются формой индивидуально-группового и практико-ориентированного обучения на основе реальных или модельных ситуаций применительно к виду и профилю профессиональной деятельности.

Целью лабораторных работ является:

- подтверждение изученного в рамках выполнения домашнего задания, связанного с подготовкой к очередному практическому занятию, теоретического материала;
- приобретение практических навыков и инструментальных компетенций в области разработки и создания биотехнических систем медицинского назначения.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация компетентного подхода для подготовки бакалавров в рамках преподавания дисциплины реализуется:

- 1) При проведении лекций с использованием мультимедийного проектора для показа презентаций;
- 2) При использовании мультимедийного проектора для показа презентаций докладов студентов;
- 3) Проведением рейтинг-контролей в виде тестирования;
- 4) Организацией конкурсных заданий;
- 5) Проведением интерактивных форм лекционных занятий с постоянным контролем качества усвоения студентами пройденного материала при помощи вопросов к аудитории по тематике лекции;

- 6) Практические занятия проводятся под руководством преподавателя в интерактивной форме, с демонстрацией слайдов, а также в компьютерном классе с применением современных программных сред разработки и проектирования.
- 7) Выполнение индивидуальных заданий на домашних компьютерах или в компьютерном классе.
- 8) Посещение УНМЦ ВлГУ с фактическим участием в процессе использования медицинских систем в практической работе.

Таким образом, на интерактивные формы проведения лекционного курса (всего 20 часов) приходится 40% от аудиторных занятий.

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

Вопросы к экзамену по дисциплине:

1. Место и значение дисциплины в подготовке бакалавра по направлению «Биотехнические системы и технологии».
2. Основные исторические этапы и перспективы их развития.
3. Основные понятия и характеристики системного анализа.
4. Понятие БТС и их основные свойства.
5. Классификация БТС, примеры схем.
6. Классификация основных методов анализа сложных систем.
7. Функциональное описание, его цели и задачи, методы реализации.
8. Информационное описание БТС, цели, задачи, методы.
9. Информация и энтропия системы, формула Шеннона для количества информации в сообщении.
10. Особенности информационного метаболизма в открытых системах.
11. Прогностическое описание БТС, цели, задачи, методы.
12. Принципы отбора реальных движений, эволюционные уровни систем, бифуркации в развивающихся системах.
13. Особенности управления в развивающихся системах.
14. Классификация математических моделей динамических систем, модели с сосредоточенными и распределенными параметрами; системные аспекты моделирования сложных систем.
15. Понятие минимальной модели системы, требования к ней.
16. Особенности построения минимальных моделей биологических звеньев БТС, балансовые уравнения, общие законы поведения биосистем.
17. Динамические модели без управления; модели с критериальным управлением. Модели, предназначенные для анализа конфликтных ситуаций.
18. Методы формирования динамических моделей первого и второго порядка. Фазовый портрет, устойчивость, элементы теории бифуркаций в системах второго порядка, триггерные системы.
19. Методы редукций моделей БТС. Временная иерархия в живых системах, теорема Тихонова.
20. Неопределенность целей синтеза БТС, типы неопределенностей.
21. Экспертные методы формирования критериев эффективности БТС; методы непосредственной оценки; алгоритм метода последовательных предпочтений; метод ранжировки, коэффициент конкордации.
22. Алгоритм дерева целей формирования критериев эффективности БТС.
23. Особенности реализации экспертных процедур при синтезе целевой функции БТС оптимальной терапии, активной и пассивной диагностики, структура частных показателей эффективности.

24. Аналитические методы оптимального управления в БТС, принцип максимума Понтрягина и его применение.
25. Численные методы оптимизации, градиентные методы.
26. Особенности оптимизации функциональных параметров в БТС.
27. Понятие об адаптированном управлении БТС.
28. Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы.
29. Понятие о методах синтеза управляющих структур таких систем.
30. Адаптированные системы с моделью объекта в контуре управления.
31. Модельно-обоснованное адаптивное управление БТС в условиях неполной информации об организме.
32. Моделирование, идентификация и оптимизация, как единый процесс проектирования.
33. Аппаратное и программное обеспечение процесса синтеза БТС; элементы САПР.
34. Мониторно-компьютерные БТС для диагностики и управления состоянием системы организма.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов предусматривает подготовку докладов, рефератов, выполнение индивидуальных исследовательских работ, подготовку к практическим занятиям, проработку лекционного материала и материала рекомендуемой литературы для подготовки к рейтинг-контролю и экзамену.

Тематика самостоятельной работы студентов (темы рефератов):

1. Медицинские основы метода и техники проведения вызванных потенциалов
2. Структурная схема аппаратной части прибора для регистрации ВП
3. Программное обеспечение для ВП и параметры ВП-сигнала
4. Эхоофтальмоскопия и синусоскопия
5. Медицинские и физические основы метода эхокардиографии
6. Аппаратура для проведения эхокардиографических исследований, датчики для эхокардиографии
7. Медицинские основы метода доплерографии
8. Технические аспекты реализации метода доплерографии. Режим непрерывного излучения
9. Технические аспекты реализации метода доплерографии. Режим импульсного излучения
10. Аппаратура для проведения доплеровских исследований
11. Медицинские основы метода реография
12. Аппаратура для регистрации реограмм
13. Основы метода РН-метрии
14. Аппаратура и датчики для РН-метрии
15. Основы лучевой диагностики. Приборы для рентгеновской диагностики.
16. Принципы рентгеновской компьютерной томографии
17. Технические средства компьютерной томографии. Томографы 1-го и 2-го поколения.
18. Технические средства компьютерной томографии. Томографы 3-го и 4-го поколения.
19. Состав комплекса для компьютерной томографии
20. Томография на основе ядерно-магнитного резонанса
21. Структурная схема ЯМР томографа
22. Аппарат «Искусственное сердце»
23. Аппараты искусственного кровообращения (АИК)
24. Аппарат «Искусственная почка» (АИП)
25. Аппараты искусственной вентиляции легких (ИВЛ)
26. Аппараты для гальванотерапии.
27. Устройства для электростимуляции. Дидинамотерапия.
28. Устройства для электростимуляции. Амплипульстерапия.

29. Устройства для электростимуляции. Интерференцтерапия. Терапия флуктуирующими токами. Электростимуляция биопотенциалами.
30. Электросудорожная терапия. Электродефибрилляторы.
31. Электрокардиостимуляторы. Дарсонвализация.
32. Применение инфракрасного излучения в физиотерапии.
33. Аппараты для ультрафиолетовой терапии.
34. Устройства лазерной терапии.
35. Рентгенотерапевтические аппараты.
36. Физические и физиологические основы метода магнитной стимуляции.
37. Обобщенная схема и принципы проектирования магнитных стимуляторов.
38. Катушки для магнитных стимуляторов.

Вопросы для рейтинг-контроля:

Рейтинг-контроль №1:

1. Основные понятия и характеристики системного анализа.
2. Понятие БТС и их основные свойства.
3. Классификация БТС, примеры схем.

Рейтинг-контроль №2:

1. Неопределенность целей синтеза БТС, типы неопределенностей.
2. Экспертные методы формирования критериев эффективности БТС; методы непосредственной оценки; алгоритм метода последовательных предпочтений; метод ранжировки, коэффициент конкордации.
3. Алгоритм дерева целей формирования критериев эффективности БТС.
4. Особенности реализации экспертных процедур при синтезе целевой функции БТС оптимальной терапии, активной пассивной диагностики, структура частных показателей эффективности, примеры.

Рейтинг-контроль №3:

1. Моделирование, идентификация и оптимизация, как единый процесс проектирования.
2. Аппаратное и программное обеспечение процесса синтеза БТС; элементы САПР.
3. Мониторно-компьютерные БТС для диагностики и управления состоянием системы организма.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

- 1) Пахарьков Г.Н. Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы / Г.Н. Пахарьков: Учеб. пособие. - СПб.: Политехника, 2011. - 232 с.: ил. (ЭБС «Консультант студента»)
- 2) Взаимодействие электромагнитных полей с биообъектами. Конспект лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Д. Лобов - М. : Издательский дом МЭИ, 2011 (ЭБС «Консультант студента»)
- 3) Бегун П.И. Биомеханическое моделирование объектов протезирования: учебное пособие / П.И. Бегун. - СПб.: Политехника, 2011. -464 с.: ил. (ЭБС «Консультант студента»)

б) дополнительная литература:

- 1) Методы оптимизации в прикладных задачах. [Электронный ресурс] / Струченков В. И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. (ЭБС «Консультант студента»)
- 2) Орлов Ю.Н. Проектирование медицинских измерительных преобразователей : учеб. пособие. - Ч. 2: Измерительные преобразователи электрических полей живого (биоэлектрические электроды) для диапазона крайне низких и низких частот / Ю.Н. Орлов. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 (ЭБС «Консультант студента»)

- 3) Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 384 с. : ил. (ЭБС «Консультант студента»)
- 4) Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы [Электронный ресурс] / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. (ЭБС «Консультант студента»)
- 5) Биология. В 3 т. Том 2 [Электронный ресурс] / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут ; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. - 7-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015 (ЭБС «Консультант студента»)
- 6) Динамические системы и модели в биологии [Электронный ресурс] / Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009 (ЭБС «Консультант студента»)

в) периодические издания:

- 1) Журнал «Медицинская техника»
- 2) Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника»
- 3) Журнал «Биотехнология»
- 4) Журнал «Вестник новых медицинских технологий»

г) интернет-ресурсы:

1. Сайт информационной поддержки студентов биотехнического профиля <http://ilab.xmedtest.net>
2. Журнал «Медицинская техника» - <http://www.mtjournal.ru/>
3. Журнал «Биомедицинская радиоэлектроника» - <http://www.radiotec.ru/>
4. Журнал «Биотехнология» - <http://www.genetika.ru/journal/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Мультимедийный проектор.
2. Мультимедийные презентации к лекционным занятиям.
3. Комплект медицинских приборов.
4. Комплект измерительного оборудования (измеритель сопротивления)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» (квалификация (степень) «бакалавр») и профилю подготовки «Биомедицинская инженерия».

Рабочую программу составил доцент каф. БЭСТ  К.В. Чирков

Рецензент: и.о.директора ГУП ВО «Медтехника»  Г.С.Кузин


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 8 от 16.04.2015 года

Заведующий кафедрой  Л.Т. Сушкова
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04

Протокол № 8 от 16.04.2015 года

Председатель комиссии  Л.Т. Сушкова
(ФИО, подпись)