

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

10.03.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.3 Основы построения биотехнических систем

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Биомедицинские интеллектуальные системы и комплексы

Курс 3, 4

Семестр 6, 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	216 / 6	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	64	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	96	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	120	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	6, 7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составили:

профессор	РТиМБС	СОГЛАСОВАНО	И.Л. Егошина
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра радиотехнических и медико-биологических систем

(наименование кафедры)		
20.01.2025	протокол №	6
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Р.Г. Хафизов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Мухин Игорь Павлович, зав. научной лаборатории ООО "НПФ Мета-хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 12.03.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов медицинских изделий и биотехнических систем на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования	ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы медицинских изделий и биотехнических систем, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями.	<b>знания:</b> методологии построения современных биотехнических систем на основе системного подхода, принципы построения основных типов биотехнических систем <b>умения:</b> идентифицировать звенья биотехнической системы <b>навыки:</b> разработки функциональных и структурных схем медицинских изделий и биотехнических систем

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Аналоговая схемотехника (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Системы автоматизированного проектирования и конструирования медицинской техники (ПК-3), Технические методы диагностических исследований и лечебных воздействий (ПК-3), Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы (ПК-3); практиках: Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной

квалификационной работы (ПК-3)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: информационные, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Биотехнические системы</b>	<b>108</b>	ПК-3
Лекция. Системный анализ биотехнических систем. Проблемы анализа и синтеза биотехнических систем.	2	
Лекция. Основы теории регулирования биологических систем	2	
Лекция. Функциональные системы организма	2	
Лекция. Классификация биотехнических систем. Общие вопросы моделирования БТС	2	
Лекция. Медицинские БТС терапевтического вида.	4	
Лекция. Медицинские диагностические БТС. Ультразвуковая диагностика	2	
Лекция. БТС для лабораторной диагностики	2	
Практическое занятие. Системный анализ БТС по уровню сложности, по характеру поведения, по роли в процессе передачи информации, по типу связей между элементами, по характеристикам элементов.	4	
Практическое занятие. Функциональное, морфологическое, информационное и генетико-прогностическое описание БТС	4	
Практическое занятие. Управление в БТС. Определение прямых и обратных связей в БТС	6	
Практическое занятие. Разработка функциональной системы	6	
Практическое занятие. Разработка терапевтической БТС	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: Инструментальные мониторные системы Вычислительные мониторные системы		
Подготовка к лекциям, практическим занятиям. Защита практических работ.	60	
Иная контактная работа: зачет	0	

#### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
---------------------	------------------	-------------------------

<b>Построение биотехнических систем различного типа</b>	<b>108</b>	ПК-3
Лекция. Общие принципы клинического мониторинга	2	
Лекция. Биомедицинские сигналы и их характеристики	2	
Лекция. Мониторинг параметров давления крови	2	
Лекция. Построение систем мониторинга параметров давления крови	2	
Лекция. Измерительные преобразователи электрического импеданса биологических тканей	2	
Лекция. Построение систем мониторинга параметров сердечного ритма	2	
Лекция. Построение систем мониторинга респираторного дыхания. Особенности структурного построения пульсоксиметров.	2	
Лекция. Методика и аппаратура капнометрии . Аппаратура мониторинга частоты дыхания.	2	
Практическое занятие. Измерительные преобразователи в медицине	4	
Практическое занятие. Изучение принципов построения и работы компьютерных электрокардиографов	4	
Практическое занятие. Изучение принципов построения и работы компьютерных электроэнцефалографов	6	
Практическое занятие. Изучение принципов построения и работы компьютерных электроэнцефалографов	6	
Практическое занятие. Изучение принципов построения реографов	6	
Практическое занятие. Изучение построения пульсоксиметров	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: Моделирование биологических звеньев БТС; Комплексный анализ построения биотехнических систем электростимуляции и электроанальгезии. Подготовка к защите практических работ. Подготовка к зачету.	60	
Иная контактная работа: зачет	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **практическим занятиям** включает ознакомление с заданием; работу с конспектом лекций, дополнительной профессиональной литературой, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе и на электронном курсе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Корневский, Николай Алексеевич. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Средства оценки состояния биообъектов [Текст] : учебник : [по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки "Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии"] / Н. А. Корневский, З. М. Юлдашев. Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 455 с. ISBN 978-5-94178-561-2. Экземпляры: всего 10.	10
2.	Корневский, Николай Алексеевич. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения. Средства воздействия на биообъект [Текст] : учебник : [по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки "Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии"] / Н. А. Корневский, З. М. Юлдашев. Старый Оскол: ТНТ, 2017. - 319 с. ISBN 978-5-94178-565-0. Экземпляры: всего 10.	10
3.	Корневский, Николай Алексеевич. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения [Текст] : средства обработки и отображения : [учебник по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки "Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии"] / Н. А. Корневский, З. М. Юлдашев. Старый Оскол: ТНТ, 2018. - 330, [1] с. ISBN 978-5-94178-581-0. Экземпляры: всего 10.	10
4.	Корневский, Николай Алексеевич. Проектирование биотехнических систем медицинского назначения [Текст] : общие вопросы проектирования : [учебник по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки "Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии"] / Н. В.	10

	Кореневский, З. М. Юлдашев. Старый Оскол: ТНТ, 2018. - 308, [1] с. ISBN 978-5-94178-562-9. Экземпляры: всего 10.	
5.	Ершов, Юрий Алексеевич. Биотехнические системы медицинского назначения в 2 ч. Часть 1. Количественное описание биообъектов [Текст : Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. 2-е изд. Москва: Юрайт, 2023. - 181 с ISBN 978-5-534-08352-1.	<a href="https://urait.ru/bcode/512351">https://urait.ru/bcode/512351</a>
6.	Щукин, Сергей Игоревич. Биотехнические системы медицинского назначения в 2 ч. Часть 2. Анализ и синтез систем [Текст : Электронный ресурс] : учебник для вузов / С. И. Щукин, Ю. А. Ершов. 2-е изд. Москва: Юрайт, 2023. - 346 с ISBN 978-5-534-08355-2.	<a href="https://urait.ru/bcode/513900">https://urait.ru/bcode/513900</a>
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	402 (III)	Генератор высокочастотный Г4-102 (3), Генератор Г4-102А (1), Генератор низкочастотный ГЗ-109 (1), Генератор сигналов универсальный DG 1022 (6), Лабораторный практикум "Аналоговая и цифровая электроника" (7), Лабораторный практикум "Основы радиотехники и телекоммуникаций" Emona DATEx Telecommunication (4), Междисциплинарная лабораторная платформа в комплекте с аппаратно-программным контроллером NI ELVIS II +Hardware (7), Механический манипулятор-роботизированная рука KJH с сервоприводом и контроллером (2), Мобильная стойка для NB AVA1500-60-1P для LCD телевизора (1), Мультиметр DM3058E (1), Мультиметр AM-1083 (2), Осциллограф цифровой DS 1052E (6), Осциллограф C1-65 (4), Станция паяльная ATP -1107	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Mathcad University Classroom Perpetual - 40, Altium Designer Perpetual EDU v15, LABVIEW, Proteus VSM for AVR

	LED Samsung UE55NU7100 UX 4K Ultra HG (1), Учебный стенд DE1-SoC /Terasic Technologies L.L.C (2), Комплект учебной мебели (1)	
--	---	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

К разделу 1. Проектирование БТС

1. Поясните смысл терминов проектирование, проект.
2. Поясните структуру жизненного цикла разрабатываемого прибора и системы.
3. Перечислить основные виды проектных работ. Поясните их цели, задачи, структуру и результаты.
4. Перечислить особенности проектирования приборов и систем на современном этапе.
5. Перечислите уровни проектирования и их отличия друг от друга. Чем системотехнический отличается от схемотехнического, элементный от схемотехнического?



6. Перечислить и охарактеризовать формы системного подхода к проектированию (блочный иерархический, структурный, системно-морфологический, объектно-ориентированный).
7. В чем заключается конструирование медицинских приборов и систем. Основные рекомендации при конструировании приборов медицинского назначения.
8. Как описывается биообъект в форме вектора состояний? Когда понимается по описанию биообъекта, что наступил стресс, присутствует наличие патологии или болезни?
9. Что значит управляющая структура биообъекта?
10. Модель адаптивной системы управления в биообъектах.
11. Опишите способы количественного описания биообъекта.
12. Как работает адаптивная система управления?
13. В чем суть принцип энергетической дифференцировки для выделения элементов структуры биологического объекта?
14. Перечислить способы информационного описания объектов.
15. Что дает при моделировании использование постулата одинаковых устройств?
16. Что необходимо знать при описании информационных процессов энергетически неравновесных объектов?
17. В чем отличие связанной информация от переданной информация?
18. Записать кратко последовательность операций при проектировании БТС.
19. Что значит биоадекватность и как ее учитывать при проектировании БТ?
20. Перечислить этапы инженерного проектирования БТС.
21. Как разрабатывают модель БТС? Виды моделей.
22. Полезно ли знание общей схемы взаимодействия биообъекта и технического устройства при проектировании БТС?
23. Как проверяется правильность-адекватность модели БТС?
24. В чем заключается основной принцип при построении БТС?
25. Дать понятие дозы воздействия на биообъект. Как определить ее допустимое значение при проектировании физиотерапевтической УВЧ-терапии.
26. Оцените вид воздействия УВЧ терапии на организм: интегрально или дифференциально
27. Как в общем случае определяют эффективность дозы воздействия на биообъект?
28. Охарактеризуйте датчики, применяемые в БТС.
29. Укажите на достоинства и недостатки приборов прямого и уравнивающего преобразования, аналоговых и цифровых приборов.
30. Перечислите основные этапы проектирования системы

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации  
6 семестр

31. Необходимость применения системного подхода для анализа и проектирования БТС. Основные определения и понятия системного анализа.
32. Способы описания сложных систем.
33. Основные функциональные характеристики сложных систем.
34. Основные определения и понятия теории регулирования биологических систем.
35. Регулирование в системах по возмущению и по отклонению.
36. Особенности биологических систем управления.
37. Типы и средства управления.
38. Функциональные системы организма. Общая схема функциональной системы.
39. Медицинские БТС терапевтического типа
40. Определения и классификация биотехнических систем. Свойства БТС.
41. Биотехнические системы электростимуляции.
42. Медицинские диагностические БТС.
43. Мониторные системы диагностических БТС.
44. Функциональная схема системы внешнего дыхания.
45. Функциональная схема системы терморегуляции.
46. Функциональная схема системы регуляции сахара в крови

7 семестр

1. Биотехнические системы электростимуляции.
2. Медицинские диагностические БТС.
3. Мониторные системы диагностических БТС.
4. Проблематика диагностики состояния организма.
5. Биотехнические системы клинического мониторинга.
6. Логические схемы разграничения состояний в диагностических системах.
7. Обобщенная структурная схема БТС электронейростимуляции.
8. Диагностическая БТС ЭНС контроля нейромышечной проводимости.
9. Структурно-функциональная схема БТС противоболевой электронейростимуляции.
10. Структурная схема медицинской диагностической БТС.
11. Структурная схема клинической мониторинжной системы.

12.

БТС мониторинга показателей сердечно-сосудистой системы

13.

Построение систем нейромышечного мониторинга

14.

Построение БТС физиотерапевтического типа

15.

Общие принципы построения БТС