

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра медико-биологической техники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.2 Биотехнические системы медицинского назначения»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*12.03.04 Биотехнические системы и технологии*

(код и наименование направления подготовки)

*Инженерное дело в медико-биологической практике*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.2 Биотехнические системы медицинского назначения» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра медико-биологической техники \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

протокол № 7 от "28" января 2021 г.

Заведующий кафедрой  
Кафедра медико-биологической техники \_\_\_\_\_  
наименование кафедры подпись расшифровка подписи  
А.Д. Стрекаловская

Исполнители:  
Доцент \_\_\_\_\_  
должность подпись расшифровка подписи  
А.Н. Никиян

\_\_\_\_\_ должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки  
12.03.04 Биотехнические системы и технологии \_\_\_\_\_  
код наименование личная подпись расшифровка подписи  
А.Д. Стрекаловская

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки  
\_\_\_\_\_ личная подпись расшифровка подписи  
Н.Н. Бигалиева

Уполномоченный по качеству факультета \_\_\_\_\_  
личная подпись расшифровка подписи  
А.Д. Стрекаловская

№ регистрации \_\_\_\_\_

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

научить студентов правильно ориентироваться в вопросах теории анализа и синтеза биотехнических систем с применением системного подхода для успешного проектирования и обслуживания биотехнических комплексов в медицине и биологии.

### Задачи:

1. Выработать у будущих специалистов системное мышление для успешного анализа и синтеза и обслуживания биотехнических комплексов в медицине и биологии.
2. Показать студентам взаимосвязь между различными дисциплинами курса, для более осмысленного и эффективного изучения общетехнических и специальных дисциплин.
3. Ознакомить студентов с принципом построения и функционирования биотехнических систем с использованием бионической методологии теоретических основ медицинской и биологической кибернетики.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.7 Связь живой материи с биоматериалами, Б1.Д.В.9 Методы медико-биологических исследований*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2-В-2 Формулирует цели и задачи проекта, структурирует этапы процесса организации проектной деятельности	<b>Знать:</b> оптимальные способы решения задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. <b>Уметь:</b> формулировать цели и задачи проекта, структурировать этапы процесса организации проектной деятельности. <b>Владеть:</b> навыками организации проектной деятельности.
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3-В-1 Понимает эффективность использования стратегии командного сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде	<b>Знать:</b> методы эффективного использования стратегии командного сотрудничества для достижения поставленной цели <b>Уметь:</b> осуществлять

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде <b>Владеть:</b> навыками взаимодействия и реализации своей роли в команде.
ПК*-1 Способен к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий	ПК*-1-В-1 Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов. ПК*-1-В-2 Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	<b>Знать:</b> технические требования на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий <b>Уметь:</b> определять, корректировать и обосновывать техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий. <b>Владеть:</b> навыками формирования технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий
ПК*-7 Способен к созданию интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека	ПК*-7-В-1 Разрабатывает структуру и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	<b>Знать:</b> методы анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе <b>Уметь:</b> создавать интегрированные биотехнические системы и медицинские системы и комплексы для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека <b>Владеть:</b> навыками применения численных методов в профессиональной деятельности

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>144</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>48,25</b>	<b>35,25</b>	<b>83,5</b>
Лекции (Л)	16	18	34
Практические занятия (ПЗ)	32	16	48
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>59,75</b>	<b>108,75</b>	<b>168,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Предмет, задачи и методы количественного описания биотехнических систем	12	2	4		6
2	Общая теория систем и количественное описание биообъектов.	12	2	4		6
3	Иерархия структур и состояний биообъектов	14	2	4		8
4	Биохимическая структура и динамика биообъектов	14	2	4		8
5	Термодинамическое описание биообъектов	14	2	4		8
6	Кинетическое описание биообъектов	14	2	4		8
7	Неравновесная биотермодинамика. Статическая биофизика	14	2	4		8
8	Теория управления в биообъектах (биокибернетика)	14	2	4		8
	Итого:	108	16	32		60

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Моделирование биообъектов	22	4	2		14

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
10	Вопросы автоматизированной медико-технической диагностики	20	2	2		16
11	Общие принципы проектирования БТС	20	2	2		16
12	Основы проектирования диагностических БТС	22	4	4		16
13	Основы проектирования терапевтической БТС	20	2	2		16
14	Основы проектирования хирургических БТС	20	2	2		16
15	Основы проектирования искусственных органов и систем жизнеобеспечения	20	2	2		16
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	252	34	48		170

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Предмет, задачи и методы количественного описания биотехнических систем

*Техника для медицины. Системный подход к описанию свойств объекта. Понятие системы. Предмет, задачи, методы и основные принципы количественного описания БТС. Квазиразложимость объекта. Иерархия структур. Принцип энергетической дифференцировки. Структура системы как набор отношений, заданных на множестве ее элементов. Взаимодополняемость методов количественного описания биообъектов.*

### Раздел 2. Общая теория систем и количественное описание биообъектов.

*Истоки общей теории систем. Классификация природных систем по Бераланфи. Состояние биообъекта и его изменения. Характерные пространственные и временные масштабы биообъектов.*

### Раздел 3. Иерархия структур и состояний биообъектов

*От саркомера к мышце. Работа мышцы как совокупность переходов между дискретными состояниями совокупности поперечных саркомерных мостиков в миофибриллах. Представление структуры сложной системы матрицей смежности. Матрица смежности саркомерного мостика. Кинетический граф саркомерного мостика. Расчет удельной мощности поперечно-полосатой мышцы.*

### Раздел 4. Биохимическая структура и динамика биообъектов

*Клеточные популяции как компоненты многоклеточного организма. Квазихимическая модель роста клеточных популяций в среде субстратов и токсикантов. Двухстадийная модель роста клеточной популяции. Экспериментальное определение кинетических коэффициентов роста клеточной популяции (параметрическая идентификация модели). Обобщение теории на популяции других видов. Вектор состояния клеточных популяций.*

### Раздел 5. Термодинамическое описание биообъектов

*Законы термодинамики и условия их применимости в биологии. Начала термодинамики. Функции состояния термодинамической системы. Основное термодинамическое неравенство. Энергия Гиббса. Химический потенциал. Закон действующих масс. Уравнение изотермы реакции. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса.*

### Раздел 6. Кинетическое описание биообъектов

*Основные понятия. Влияние концентрации реагентов на скорость реакции. Уравнения кинетики реакций. Кинетика сложных реакций. Зависимость скорости реакций от температуры. Кинетика ферментативных реакций. Уравнения Михаэлиса — Ментен и Моно — Иерусалимского. Кинетическое описание клеточных популяций. Экотоксикологическая модель.*

### Раздел 7. Неравновесная биотермодинамика. Статическая биофизика

### **Раздел 8. Теория управления в биообъектах (биокибернетика)**

*Материально-энергетическая и кибернетическая концепции описания биообъекта. Иерархия управляющих и исполнительных систем организма. Сохраняющие реакции и адаптация как основа жизнедеятельности организма. Основы теории информации. Материальная и энергетическая стоимость информации.*

### **Раздел 9. Моделирование биообъектов**

*Предмет, задачи и методы моделирования. Механическая модель мышечного сокращения. Электрическая модель мышечного сокращения. Гидродинамическая и электрическая модели периферийного кровообращения. Модель гуморального регулирования уровня глюкозы в тканях организма.*

### **Раздел 10. Вопросы автоматизированной медико-технической диагностики**

*Предмет, задачи и методы автоматизированной медико-технической диагностики. Методы статистической обработки медико-биологических данных. Аппарат нечетких множеств и описание биообъектов. Автоматизированная диагностика, основанная на нейронных сетях.*

### **Раздел 11. Общие принципы проектирования БТС**

*Классификация бтс по целевым задачам и методам. Этапы проектирования БТС. Моделирование БТС. Основной принцип проектирования БТС разных классов. Понятие дозы. Классификация видов воздействия на биообъект. Зависимость доза воздействия — эффект.*

### **Раздел 12. Основы проектирования диагностических БТС**

*Принципы проектирования БТС для лабораторной диагностики. Принципы проектирования БТС для анализа морфологических параметров эритроцитов. Принципы проектирования БТС для анализа РНК и ДНК на основе полимеразной цепной реакции. Принципы проектирования БТС для спирометрии. Принципы проектирования БТС для компьютерной томографии. Принципы проектирования БТС для импедансометрии жидкостного компонента организма. Принципы проектирования БТС для электрокардиографии. Принципы проектирования БТС для реография. Принципы проектирования программного комплекса БТС для автоматизированной диагностики неспецифических адаптационных реакций. Принципы проектирования БТС для анализа кислотности верхних отделов желудочно-кишечного тракта.*

### **Раздел 13. Основы проектирования терапевтической БТС**

*Принципы проектирования БТС для ультразвукового чрескожного введения лекарственных веществ. Основы проектирования программно-управляемого аппарата для синхронизованного электромагнитного воздействия.*

### **Раздел 14. Основы проектирования хирургических БТС**

*Принципы проектирования БТС для ультразвуковой хирургии мягких биотканей. Принципы проектирования БТС для ультразвукового соединения костных тканей*

### **Раздел 15. Основы проектирования искусственных органов и систем жизнеобеспечения**

*Принципы проектирования БТС для регулирования гликемии. Принципы проектирования БТС для искусственного очищения крови.*

## **4.3 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	1	<i>Изучение иерархии структур и принципа энергетической дифференцировки</i>	4
3-4	2	<i>Состояние биообъекта и его изменения</i>	4

5-6	3	<i>Расчет работы и удельной мощности поперечно-полосатой мышцы.</i>	4
7-8	4	<i>Экспериментальное определение кинетических коэффициентов роста клеточной популяции</i>	4
9-10	5	<i>Закон действующих масс. Уравнение изотермы реакции. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса.</i>	4
11-12	6	<i>Уравнения Михаэлиса — Ментен и Моно — Иерусалимского. Кинетическое описание клеточных популяций.</i>	4
13-14	7	<i>Решение задач по теме термодинамика неравновесных процессов</i>	4
15-16	8	<i>Сохраняющие реакции и адаптация как основа жизнедеятельности организма.</i>	4
17	9	<i>Решение задач на основе модели мышечного сокращения и гидродинамической и электрической модели периферийного кровообращения.</i>	2
18	10	<i>Изучение методов статистической обработки медико-биологических данных.</i>	2
19	11	<i>Проектирование БТС.</i>	2
20-21	12	<i>Проектирование БТС для анализа кислотности верхних отделов желудочно-кишечного тракта.</i>	4
22	13	<i>Проектирование программно-управляемого аппарата для синхронизованного электромагнитного воздействия.</i>	2
23	14	<i>Проектирование БТС для ультразвуковой хирургии мягких биотканей</i>	2
24	15	<i>Проектирование БТС для регулирования гликемии.</i>	2
		<b>Итого:</b>	<b>48</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Канюков, В. Н. Введение в теорию биотехнических систем [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Н. Канюков, А. Д. Стрекаловская, О. А. Лявданская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 121 с. - Библиогр.: с. 120.

2. Фролов, С.В. Приборы, системы и комплексы медико-биологического назначения : в 10 ч. / С.В. Фролов, Т.А. Фролова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – Ч. 3. Лабораторное оборудование для биологии и медицины. – 82 с. – Режим доступа: - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444716>. - ISBN 978-5-8265-1333-0.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Корневский, Н. А. Введение в направление подготовки "Биотехнические системы и технологии" [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 360 с. : ил. - Библиогр.: с. 335-336. - Прил.: с. 337-359. - ISBN 978-5-94178-370-0.

2. Корневский, Н. А. Узлы и элементы биотехнических систем [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Биотехнические системы и технологии" / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей.- 2-е изд., стер. - Старый Оскол : ТНТ, 2018. - 448 с. : ил. - Библиогр.: с. 444-445. - ISBN 978-5-94178-332-8.

### 5.3 Периодические издания

Медицинская техника: журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2009-2013

Новые медицинские технологии/ Новое медицинское оборудование: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2009-2010

Биомедицинская радиоэлектроника: журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2009, 2013

### 5.4 Интернет-ресурсы

<https://vse-kursy.com/onlain/423-videolekciya-perspektivnye-tehnologii-v-biomedicine.html> – Перспективные технологии в биомедицине

<https://vse-kursy.com/onlain/839-vvedenie-v-bioinformatiku-onlain-lekciya.html> – Введение в биоинформатику онлайн-курсы

<https://vse-kursy.com/onlain/179-osnovy-biologii.html> – Основы биологии

<https://vse-kursy.com/onlain/180-osnovy-bioinformatiki.html> – Основы биоинформатики

<https://openedu.ru/course/spbu/BIOINF> – Введение в биоинформатику: метагеномика

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Windows (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ).

2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) (В рамках лицензионного соглашения OVS-ES обеспечен весь компьютерный парк ОГУ) для подготовки текстовых документов, обработки экспериментальных результатов и демонстрации презентаций.

3. Springer [Электронный ресурс]: база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа: <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.

4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», 2016. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

5. Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

*Каждый вид помещения может быть дополнен средствами обучения, реально используемыми при проведении учебных занятий соответствующего типа (например, - лабораторные стенды, макеты, имитационные модели, компьютерные тренажеры, симуляторы, муляжи, учебно-наглядные пособия, плакаты и т.п.)*