

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Г.Ю. Нагорная

03 2020г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Физиологическая кибернетика

Уровень образовательной программы \_\_\_\_\_ Специалитет

Специальность \_\_\_\_\_ 30.05.03 Медицинская кибернетика

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

Срок освоения ОП \_\_\_\_\_ 6 лет

Институт \_\_\_\_\_ Медицинский

Кафедра РПД \_\_\_\_\_ Медицинская кибернетика

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ Медицинская кибернетика

Начальник  
учебно-методического управления

Семенова Л.У.

Директор института

Узденов М.Б.

Заведующий выпускающей кафедрой

Боташева Ф.Ю.

Черкесск, 2020г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ РАБОТЫ	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.2.1. Разделы дисциплины, виды деятельности и формы контроля	7
4.2.2. Лекционный курс.	9
4.2.3. Лабораторный практикум	14
4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	21
5. ПЕРЕЧЕНЬ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	25
7. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	26
7.1. Перечень основной и дополнительной литературы	26
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	26
7.3. Информационные технологии	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	27
8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий	29
8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся	29
8.3. Требования к специализированному оборудованию	28
9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	29

Приложение 1. Фонд оценочных средств

Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Физиологическая кибернетика» является: формирование у обучающихся знаний по применению основных принципов и методов математического моделирования для создания математических моделей физиологических систем различного уровня организации и использованию математических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения соответствующих систем в организме человека, а также будущей практической деятельности врача.

### **Задачи:**

- формирование у обучающихся формализованного подхода к описанию явлений в биологических системах, навыков синтеза, элементарного анализа и решения математических моделей процессов, происходящих в живой природе;
- ознакомление с основными принципами представления физиологических систем в терминах моделей;
- понять специфику живых систем управления, научиться основам анализа и численного решения этих моделей

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО

2.1. Дисциплина «Физиологическая кибернетика» относится к базовой части Блока 1 Дисциплины (модули) и имеет тесную связь с другими дисциплинами.

2.2. В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП.

### **Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций**

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Методы математической статистики в медицине и биологии Медицинские биотехнологии	Клиническая кибернетика Производственная (Клиническая практика) Производственная (Научно-исследовательская практика) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Планируемые результаты освоения образовательной программы (ОП) – компетенции обучающихся определяются требованиями стандарта по направлению подготовки (специальности) и формируются в соответствии с матрицей компетенций ОП

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Наименование компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:
1	2	3	4
1	ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств;</li> <li>- методы исследования моделей</li> </ul> <p>Шифр: З(ОК-1) -9</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний;</li> <li>- логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики</li> </ul> <p>Шифр: У (ОК-1) -9</p> <p>Владеть:</p> <p>приемами представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц, графиков, умением логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики</p> <p>Шифр: В (ОК-1) -9</p>
2	ПК-7	Готовность к применению системного анализа в изучении биологических и организационных систем	<p>Знать:</p> <p>основы теории систем и системного анализа</p> <p>Шифр: З (ПК-7)-1</p> <p>Уметь:</p> <p>применять основы теории систем и системного анализа в медицине</p> <p>Шифр: У (ПК-7)-1</p> <p>Владеть:</p> <p>системным анализом биологических и организационных систем.</p> <p>Шифр: В (ПК-7)-1</p>
	ПК-8	готовностью к созданию математических и эвристических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения систем	<p>Знать: основы создания математических и эвристических моделей, физиологические системы организма, основные методы исследования свойств и поведения систем организма</p> <p>Шифр З(ПК-8)-5</p>

	<p>организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозирования течения заболеваний</p>	<p>Уметь: исследовать сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач          Шифр У(ПК-8)-5          Владеть: методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем          Шифр В(ПК-8)-5</p>
--	---	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ РАБОТЫ

Вид работы		Всего часов	Семестры*	
			№ 7 часов	№8 часов
1		2	3	4
<b>Аудиторная контактная работа (всего)</b>		194	114	80
В том числе:				
Лекции (Л)		70	38	32
Практические занятия (ПЗ)		124	76	48
<b>Внеаудиторная контактная работа</b>		3,7	1,7	2
В том числе: <i>индивидуальные и групповые консультации</i>		3,7	1,7	2
<b>Самостоятельная работа (СР)** (всего)</b>		94	66	28
<i>Реферат (Реф)</i>		10	10	
<i>Подготовка к занятиям (ПЗ)</i>		22	14	8
<i>Подготовка к текущему контролю (ПТК)</i>		21	13	8
<i>Подготовка к промежуточному контролю (ППК)</i>		20	12	8
<i>Самоподготовка</i>		15	13	2
<b>Промежуточная аттестация</b>	зачет (З)	3	3	
	Прием зач., час.	0,3	0,3	
	СРС, час.			
	экзамен (Э)	Э (36)		Э (36)
	<b>в том числе:</b>			
	Прием экз., час.	0,5		0,5
	Консультация, час.	2		2
СРО, час.	33,5		33,5	
<b>ИТОГО: Общая трудоемкость</b>	<b>часов</b>	324	180	144
	<b>зач. ед.</b>	9	5	4

## 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.2.1. Разделы дисциплины, виды деятельности и формы контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды деятельности, включая самостоятельную работу (в часах)					Формы текущего контроля успева-ти
			Л	ЛР	ПЗ	СР	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	7	Раздел 1. Особенности биологических систем	19		38	33	90	тестовый контроль, ситуационные задачи и контрольные вопросы
		Раздел 2. Элементарный анализ биологических систем управления	19		38	33	90	тестовый контроль, ситуационные задачи и контрольные вопросы
		Внеаудиторная контактная работа					1,7	<i>индивидуальные и групповые консультации</i>
		Промежуточная аттестация					0,3	Зачет
		<b>ИТОГО ЗА 7 СЕМЕСТР</b>	<b>38</b>		<b>76</b>	<b>66</b>	<b>180</b>	
	8	Раздел 3. Основы биологической кинетики.	16		24	14	54	тестовый контроль, ситуационные задачи и контрольные вопросы
		Раздел 4. Математическое моделирование физиологических систем организма	16		24	14	54	тестовый контроль, ситуационные задачи и контрольные вопросы

		Внеаудиторная контактная работа				2	<i>индивидуальные и групповые консультации</i>
	5	Промежуточная аттестация				36	Экзамен
		ИТОГО ЗА 8 СЕМЕСТР	32		48	28	108
		<b>ИТОГО:</b>	<b>70</b>		<b>124</b>	<b>94</b>	<b>324</b>

#### 4.2.2 Лекционный курс.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лекции	Содержание лекции.	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 7</b>				
1.	Раздел 1. Особенности биологических систем	Понятие математического моделирования. Моделирование в медицине. Современные средства математического моделирования.	Моделирование в медицине. Качественное исследование типичной биологической системы управления на примере системы регуляции величины зрачка. Типичная функциональная схема нейрорегуляции. Блочная схема строения системы регуляции величины зрачка. Обобщенная структура систем биологического управления на примере системы регуляции величины зрачка. Энергетическая классификация элементов системы.	6
		Специфика биологических систем управления, их анализ. Общие принципы математического моделирования в биологии.	Динамические характеристики типичной биосистемы малого уровня сложности. Динамическое равновесие системы. Импульсное воздействие. Разомкнутые и замкнутые системы. Неустойчивость разомкнутых систем. Коэффициент усиления контура системы. Изменение параметров замкнутого контура. Функциональная схема системы терморегуляции	6
		Методология построения моделей биосистем. Априорное и эмпирическое моделирование.	Допустимые упрощения биологической модели. Пути получения и траты энергии биосистемы. Линеаризация передаточной функции. Эффекты существенных нелинейностей (триггерная и гистерезисная функция). Синтез модели	7

			биосистемы средней сложности на примере системы терморегуляции организма. Структурная схема тела как объекта управления.	
2	Раздел 2. Элементарный анализ биологических систем управления	Линейные биологические модели 1 порядка. Редукция системы терморегуляции организма к модели 1 порядка с сосредоточенным и параметрами.	Частотные характеристики канонической системы первого порядка. Угловая частота, амплитуда, фазовый сдвиг. Динамическое усиление и фазовый сдвиг. Амплитудно–частотная характеристика. Фазово–частотная характеристика. АЧХ и ФЧХ полукружных каналов в системе зрительного слежения. Обобщенный синусоидальный сигнал. Дифференцирование и интегрирование синусоидальных сигналов. Комплексная плоскость и вращающийся вектор. Основные постулаты метода частотных характеристик. Частотные характеристики последовательно соединенных звеньев 1 порядка, их АЧХ и ФЧХ. Построение годографа. Частотные характеристики фазосдвигающей системы 1 порядка. Связь между переходными и частотными характеристиками. Полоса пропускания сигнала.	7
		Постоянная времени. Передаточная функция системы первого порядка. Построение структурных схем системы с использованием преобразования Лапласа.	Линейные системы второго порядка. Модель свободного качания ноги человека. Консервативная система 2 порядка. Система с затуханием колебаний. Уравнение стандартной системы 2 порядка. Собственная частота системы и коэффициент затухания. Динамический и статический коэффициенты усиления. Особенности поведения системы 2 порядка на примере модели полукружного канала. Передаточная функция и импульсные характеристики канонической системы 2 порядка. Классификация по значению коэффициента затухания. Корни полиномов в числителе и знаменателе передаточной	6

		<p>функции (нули и полюса системы). Расположение нулей и полюсов системы на комплексной плоскости. Метод корневого годографа для систем 1 и 2 порядка. Характерные точки и области на комплексной плоскости. Импульсная характеристика канонической системы 2 порядка.</p> <p>Аналитическое выражение для импульсной характеристики. Импульсные характеристики систем с различным коэффициентом демпфирования (консервативная, колебательная, с критическим значением демпфирования и апериодическая). Частотные характеристики канонической системы 2 порядка колебательного типа. АЧХ, явление резонанса, резонансная частота, динамический коэффициент усиления. Частотные характеристики канонической системы 2 порядка апериодического типа. Взаимосвязь между частотными и переходными характеристиками.</p>	
	<p>Понятие переходной характеристики системы. Понятие стандартного воздействия (переходное, периодическое, статистическое).</p>	<p>Основные понятия теории замкнутых систем. Передаточная функция и переходные характеристики разомкнутой и замкнутой систем. Влияние измеряемых возмущений. Регулирующие воздействия в системе с ОС. Сигнал ошибки. Преимущества и недостатки систем с ОС. Частотные характеристики систем с ОС. Связь полюсов передаточной функции со значением коэффициента усиления контура. Динамические свойства замкнутых систем 2 порядка. Передаточная и переходная функции системы позиционного управления, ее частотные характеристики. Устойчивость и компенсация помехи в линейных</p>	<p><b>6</b></p>

			<p>системах управления с ОС. Связь устойчивости систем с ее частотными характеристиками и расположением полюсов на комплексной плоскости. Критерий Найквиста. Управление по производным. Фазосдвигающий и пропорционально – дифференциальный компенсатор. Статическая компенсация. Комбинированный компенсатор. Определение частотных свойств систем с ОС. Метод асимптот. Логарифмические амплитудно– фазовые характеристики ( диаграммы Никольса). Метод корневого годографа при определении частотных свойств систем с ОС. Подстройка коэффициента усиления контура. Практическое применение метода корневого годографа для систем с ОС. Устойчивость систем с ОС. Критерий Рауса–Грувица. Нелинейные законы управления (управление по релейному типу, пропорциональное нелинейное управление). Модели биологических систем высокого порядка. Модели третьего порядка. Редукция к системе второго порядка. Звенья чистого запаздывания и чистого упреждения. Простые модели высокого порядка. Колебательные системы. Моделирование по моментам импульсных характеристик. Система с гауссовой импульсной характеристикой. Динамические нелинейные системы. Датчики производной. Мышечный тетанус как результат работы одностороннего датчика производной.</p>	
<b>Итого за 7 семестр</b>			<b>38</b>	
<b>Семестр 8</b>				
3	Раздел 3. Основы биологической кинетики.	Универсальность законов биологической кинетики. Рост	Лимитирующая стадия. Автокаталитические и каталитические реакции. Кинетика Михаэлиса–Ментен и ее	<b>8</b>

		<p>бактерий, транспорт веществ и биохимические реакции. Определение порядка и константы скорости необратимых кинетических процессов</p>	<p>ограничения. Влияние концентрации субстрата на кинетику реакции. Анализ полной кинетической кривой Михаэлиса–Ментен. Фазы реакции. Реакции, где с активным центром фермента связываются более 1 молекулы субстрата (молекулы не влияют друг на друга, влияют друг на друга).</p>	
		<p>Кинетические процессы 2–го порядка. Последовательные кинетические процессы.</p>	<p>Регуляция метаболических процессов. Коэффициент чувствительности потока. Сила эффектора. Регуляция метаболических процессов по механизму обратной связи. Регуляция метаболической цепи ковалентным связыванием. Кинетика регуляторных ферментов.</p>	<b>8</b>
	<p>Раздел 4. Математическое моделирование физиологических систем организма.</p>	<p>Подходы к постановке задачи. Имитационные и статистические модели. Цель исследования, необходимость и достаточность. Выбор входных переменных. Планирование эксперимента. Требования к регистрирующей аппаратуре.</p>	<p>Анализ системы кровообращения. Реакция системы на физическую нагрузку. Представление сосудистого русла как резервуара с гибкими стенками (модель Франка) и как двух резервуаров с гибкими стенками и неупругим звеном (модель Ростона). Модель сосудистого русла Гродинза. Многокамерные модели Дефареса и Бенекена. Модель сердца на основе свойств мышечного волокна (модель Бенекена). Импеданс сердца, линеаризация его характеристики. Модели регуляции сердечно–сосудистой системы. Вывод гемодинамических характеристик в модели Дефара–Лащука. Модели нейрорегуляции работы сердца. Барорецептивный рефлекс. Оценка сократительных свойств сердца. Мышца как источник силы. Простейшая модель. Векторная концепция сократимости. Двухэлементная модель сердечной мышцы. Ограниченность модели. Четырехэлементная модель сердечной мышцы. Математические модели</p>	<b>8</b>

			<p>целостного желудочка. Желудочек как источник с вязкоупругими свойствами. Минимально необходимое количество компонент вектора сокращения.</p>	
		<p>Статистическая обработка результатов исследования. Алгоритмизация процессов теоретической и экспериментальной фаз исследования. Вычислительный эксперимент, последовательность действий. Требования к плану эксперимента</p>	<p>Модели газообмена. Представление потоков газов как основных параметров. Альвеолярная вентиляция и газообмен. Хемостат. Гродинза. Диффузия газов в легких. Уравнение Фика. Перенос газов кровью. Физическое растворение и эритроцитарный транспорт. Диффузионные процессы газов в тканях. Регулятор дыхания. Динамические и статические уставки. Связь дыхательной и кровеносной систем. Железы внутренней секреции. Гормоносинтетическая и гормоносекреторная функции организма. Факторы, определяющие скорость синтеза и секрецию гормонов. Цикличность синтетических и секреторных процессов на примере гормонопо–этического элемента железы гранулярного типа. Гемопоз. Основные понятия с точки зрения математического моделирования. Факторы, определяющие скорость гемопоза на примере восстановления картины красной крови после кровопотери. Модели иммунной системы. Основные понятия с точки зрения математического моделирования. Представление реакции системы на введение антигена как цепочки элементарных реакций. Инициализация, скорость производства иммунных сил (пороговая функция) и запаздывание. Математическая модель развития иммунного ответа по Беллу. Гомеостатическая функция организма. Основные модели гомеостатических систем.</p>	<b>8</b>

			Количественная оценка качества гомеостатической системы. Клеточный гомеостаз. Физико–химический, энергетический и структурно–пластический гомеостаз. Гомеостаз на уровне организма. Иерархия систем гомеостаза. Специализация, многоконтурность и избыточность. Условия поддержания гомеостаза в организме на примере баланса йода. Баланс глюкозы в крови. Водно–солевой баланс.	
	<b>Итого за 8 семестр</b>			<b>32</b>
	<b>ИТОГО:</b>			<b>70</b>

#### 4.2.3. Лабораторный практикум не предполагается

#### 4.2.4. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Содержание практического занятия.	Всего часов
1	2	3	4	5
<b>Семестр 7</b>				
1.	Раздел 1. <b>Особенности биологических систем</b>	Понятие математического моделирования. Моделирование в медицине. Современные средства математического моделирования.	Качественное исследование типичной биологической системы управления на примере системы регуляции величины зрачка. Типичная функциональная схема нейрорегуляции. Блочная схема строения системы регуляции величины зрачка. Обобщенная структура систем биологического управления на примере системы регуляции величины зрачка. Энергетическая классификация элементов системы.	12
		Специфика биологических систем управления, их анализ. Общие принципы математического	Динамические характеристики типичной биосистемы малого уровня сложности. Динамическое равновесие системы. Импульсное воздействие. Разомкнутые и замкнутые системы.	12

		моделирования в биологии.	Неустойчивость разомкнутых систем. Коэффициент усиления контура системы. Изменение параметров замкнутого контура.	
		Методология построения моделей биосистем. Априорное и эмпирическое моделирование.	Функциональная схема системы терморегуляции. Переход от системы с распределенными параметрами к системе с сосредоточенными параметрами. Допустимые упрощения биологической модели. Пути получения и траты энергии биосистемы. Линеаризация передаточной функции. Эффекты существенных нелинейностей (триггерная и гистерезисная функция). Синтез модели биосистемы средней сложности на примере системы терморегуляции организма. Структурная схема тела как объекта управления.	12
2	Раздел 2. Элементарный анализ биологических систем управления	Линейные биологические модели 1 порядка.	Линейные биологические модели 1 порядка. Редукция системы терморегуляции организма к модели 1 порядка с сосредоточенными параметрами. Постоянная времени. Передаточная функция системы первого порядка. Построение структурных схем системы с использованием преобразования Лапласа. Понятие переходной характеристики системы. Понятие стандартного воздействия (переходное, периодическое, статистическое). Передаточные функции (ступенчатая, единичная импульсная, единичная линейно – возрастающая) и их свойства. Реакция канонической системы 1 порядка на ступенчатое воздействие. Нахождение переходной характеристики различными методами (классический, операционный, табличный, простейших дробей).	8
		Импульсная характеристика	Импульсная характеристика системы первого порядка.	8

	<p>системы первого порядка.</p> <p>Преимущества воздействия импульсного сигнала при тестировании системы.</p>	<p>Преимущества воздействия импульсного сигнала при тестировании системы. Реакция на линейно– возрастающее воздействие, явление насыщения системы. Переходные процессы в фазосдвигающей системе 1 порядка. Реакция на скачок входного сигнала (фазозадерживающее, инерционное и фазопережающее звено). Последовательное соединение звеньев 1 порядка. Принцип суперпозиции и значение начальных условий на примере системы терморегуляции организма.</p>	
	<p>Частотные характеристики канонической системы первого порядка. Угловая частота, амплитуда, фазовый сдвиг. Динамическое усиление и фазовый сдвиг.</p>	<p>Частотные характеристики канонической системы первого порядка. Угловая частота, амплитуда, фазовый сдвиг. Динамическое усиление и фазовый сдвиг. Амплитудно– частотная характеристика. Фазово–частотная характеристика. АЧХ и ФЧХ полукружных каналов в системе зрительного слежения. Обобщенный синусоидальный сигнал. Дифференцирование и интегрирование синусоидальных сигналов. Комплексная плоскость и вращающийся вектор. Основные постулаты метода частотных характеристик. Частотные характеристики последовательно соединенных звеньев 1 порядка, их АЧХ и ФЧХ. Построение годографа. Частотные характеристики фазосдвигающей системы 1 порядка. Связь между переходными и частотными характеристиками. Полоса пропускания сигнала.</p>	8
	<p>Линейные системы второго порядка. Модель свободного качания ноги</p>	<p>Особенности поведения системы 2 порядка на примере модели полукружного канала. Передаточная функция и импульсные характеристики</p>	8

		<p>человека.  Консервативная система 2 порядка.  Система с затуханием колебаний.  Уравнение стандартной системы 2 порядка.  Собственная частота системы и коэффициент затухания.  Динамический и статический коэффициенты усиления.  Особенности поведения системы 2 порядка на примере модели полукруглого канала.</p>	<p>канонической системы 2 порядка. Классификация по значению коэффициента затухания. Корни полиномов в числителе и знаменателе передаточной функции (нули и полюса системы). Расположение нулей и полюсов системы на комплексной плоскости. Метод корневого годографа для систем 1 и 2 порядка. Характерные точки и области на комплексной плоскости. Импульсная характеристика канонической системы 2 порядка.  Аналитическое выражение для импульсной характеристики. Импульсные характеристики систем с различным коэффициентом демпфирования (консервативная, колебательная, с критическим значением демпфирования и апериодическая). Частотные характеристики канонической системы 2 порядка колебательного типа. АЧХ, явление резонанса, резонансная частота, динамический коэффициент усиления.  Частотные характеристики канонической системы 2 порядка апериодического типа.  Взаимосвязь между частотными и переходными характеристиками.</p>	
		<p>Модели биологических систем высокого порядка</p>	<p>Модели третьего порядка. Редукция к системе второго порядка. Звенья чистого запаздывания и чистого упреждения. Простые модели высокого порядка.  Колебательные системы. Моделирование по моментам импульсных характеристик. Система с гауссовой импульсной характеристикой. Динамические нелинейные системы. Датчики производной. Мышечный тетанус как результат работы одностороннего датчика</p>	<p>8</p>

			производной.	
	<b>Итого за 7 семестр</b>			<b>76</b>
<b>Семестр 8</b>				
3	Раздел 3. Основы биологической кинетики.	Универсальность законов биологической кинетики.	Универсальность законов биологической кинетики. Рост бактерий, транспорт веществ и биохимические реакции. Определение порядка и константы скорости необратимых кинетических процессов. Кинетические процессы 2–го порядка.	8
		Последовательные кинетические процессы	Лимитирующая стадия. Автокаталитические и каталитические реакции. Кинетика Михаэлиса–Ментен и ее ограничения. Влияние концентрации субстрата на кинетику реакции. Анализ полной кинетической кривой Михаэлиса–Ментен. Фазы реакции. Реакции, где с активным центром фермента связываются более 1 молекулы субстрата (молекулы не влияют друг на друга, влияют друг на друга). Регуляция метаболических процессов. Коэффициент чувствительности потока. Сила эффектора. Регуляция метаболических процессов по механизму обратной связи. Регуляция метаболической цепи ковалентным связыванием. Кинетика регуляторных ферментов.	8
4.	Раздел 4. Математическое моделирование физиологических систем организма.	Подходы к постановке задачи. Имитационные и статистические модели.	Подходы к постановке задачи. Имитационные и статистические модели. Цель исследования, необходимость и достаточность. Выбор входных переменных. Планирование эксперимента. Требования к регистрирующей аппаратуре. Статистическая обработка результатов исследования. Алгоритмизация процессов теоретической и экспериментальной фаз исследования. Вычислительный	7

			эксперимент, последовательность действий. Требования к плану эксперимента.	
		Подходы к постановке задачи. Анализ системы кровообращения. Реакция системы на физическую нагрузку.	Подходы к постановке задачи. Анализ системы кровообращения. Реакция системы на физическую нагрузку. Представление сосудистого русла как резервуара с гибкими стенками (модель Франка) и как двух резервуаров с гибкими стенками и неупругим звеном (модель Ростона). Модель сосудистого русла Гродинза. Многокамерные модели Дефареса и Бенекена. Модель сердца на основе свойств мышечного волокна (модель Бенекена). Импеданс сердца, линеаризация его характеристики. Модели регуляции сердечно-сосудистой системы. Вывод гемодинамических характеристик в модели Дефара-Лащука. Модели нейрорегуляции работы сердца. Барорецептивный рефлекс. Оценка сократительных свойств сердца. Мышца как источник силы. Простейшая модель. Векторная концепция сократимости. Двухэлементная модель сердечной мышцы. Ограниченность модели. Четырехэлементная модель сердечной мышцы. Математические модели целостного желудочка. Желудочек как источник с вязкоупругими свойствами. Минимально необходимое количество компонент вектора сокращения	7
		Модели газообмена. Представление потоков газов как основных параметров. Альвеолярная	Диффузионные процессы газов в тканях. Регулятор дыхания. Динамические и статические уставки. Связь дыхательной и кровеносной систем. Железы внутренней секреции. Гормоносинтетическая и	6

	<p>вентиляция и газообмен. Хемостат Гродина. Диффузия газов в легких. Уравнение Фика. Перенос газов кровью. Физическое растворение и эритроцитарный транспорт.</p>	<p>гормоносекреторная функции организма. Факторы, определяющие скорость синтеза и секрецию гормонов. Цикличность синтетических и секреторных процессов на примере гормонопо-этического элемента железы гранулярного типа. Гемопоз. Основные понятия с точки зрения математического моделирования. Факторы, определяющие скорость гемопоза на примере восстановления картины красной крови после кровопотери.</p>	
	<p>Модели иммунной системы. Основные понятия с точки зрения математического моделирования</p>	<p>Представление реакции системы на введение антигена как цепочки элементарных реакций. Инициализация, скорость производства иммунных сил (пороговая функция) и запаздывание. Математическая модель развития иммунного ответа по Беллу.</p>	6
	<p>Гомеостатическая функция организма.</p>	<p>Гомеостатическая функция организма. Основные модели гомеостатических систем. Количественная оценка качества гомеостатической системы. Клеточный гомеостаз. Физико-химический, энергетический и структурно-пластический гомеостаз. Гомеостаз на уровне организма. Иерархия систем гомеостаза. Специализация, многоконтурность и избыточность. Условия поддержания гомеостаза в организме на примере баланса йода. Баланс глюкозы в крови. Водно-солевой баланс.</p>	6
	<b>Итого за 8 семестр</b>		<b>48</b>
	<b>ИТОГО:</b>		<b>124</b>

### 4.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	№ п/п	Виды СР	Всего часов
1	3	4	5	6
<b>Семестр 7</b>				
1	Раздел 1. Особенности биологических систем	1.1.	Самостоятельное изучение материала по теме: «Качественное исследование типичной биологической системы управления на примере системы регуляции величины зрачка».	5
		1.2.	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий Типичная функциональная схема нейрорегуляции».	5
		1.3.	Подготовка к практическим занятиям и подготовка реферата по теме: «Блочная схема строения системы регуляции величины зрачка».	5
		1.4	Самостоятельное изучение материала по теме: «Функциональная схема системы терморегуляции. Переход от системы с распределенными параметрами к системе с сосредоточенными параметрами».	6
		1.5	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий «Импульсная характеристика системы первого порядка. Преимущества воздействия импульсного сигнала при тестировании системы»	5
		1.6	Подготовка к практическим занятиям и подготовка реферата по теме: «Пути получения и траты энергии биосистемы».	6
2	Раздел 2. Элементарный анализ биологических систем управления	2.1.	Самостоятельное изучение материала по теме: «Линейные биологические модели 1 порядка. Редукция системы терморегуляции организма к модели 1 порядка с сосредоточенными параметрами. Постоянная времени»	6
		2.2.	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий «Импульсная характеристика системы первого порядка. Преимущества воздействия импульсного сигнала при тестировании системы»	6
		2.3.	Подготовка к практическим занятиям и подготовка реферата по теме: «Линейные системы второго порядка»	5
		2.4	Самостоятельное изучение материала по теме: «Модели биологических систем высокого порядка»	5
		2.5	Выполнение домашнего задания по темам	5

			практических занятий «Модели третьего порядка. Редукция к системе второго порядка. Звенья чистого запаздывания и чистого упреждения»	
		2.6	Подготовка к практическим занятиям и подготовка реферата по теме: «Простые модели высокого порядка»	5
	<b>Итого за семестр</b>			<b>63</b>
<b>Семестр 8</b>				
3	Раздел 3. Основы биологической кинетики.	3.1	Самостоятельное изучение материала по теме: «Универсальность законов биологической кинетики. Рост бактерий, транспорт веществ и биохимические реакции»	5
		3.2	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий «Кинетические процессы 2-го порядка»	5
		3.3	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий «Последовательные кинетические процессы»	4
4	Раздел 4. Математическое моделирование физиологических систем организма.	4.1	Самостоятельное изучение материала по теме: «Подходы к постановке задачи. Имитационные и статистические модели»	4
		4.2	Выполнение домашнего задания по темам практических занятий «Модели иммунной системы. Основные понятия с точки зрения математического моделирования»	4
		4.3	Подготовка к практическим занятиям и подготовка реферата по теме: «Подходы к постановке задачи. Анализ системы кровообращения. Реакция системы на физическую нагрузку»	4
	<b>Итого за семестр</b>			<b>26</b>
<b>Всего часов в семестре:</b>				<b>90</b>

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Методические указания для подготовки к лекционным занятиям**

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий размещенных к каждой лекции (см. ниже), т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой - в ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы обучающихся базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании курсовых и дипломных работ.

### **5.3. Методические указания для подготовки к практическим занятиям**

Важной формой обучения является систематическая и планомерная подготовка к практическому занятию. После лекции обучающийся должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы обучающиеся получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, подготовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе обучающегося является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на практическом занятии.

В начале практического занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

В конце каждой темы подводятся итоги, предлагаются темы докладов, выносятся вопросы для самоподготовки. Как средство контроля и учета знаний обучающихся в течение семестра проводятся контрольные работы. Все указанные обстоятельства учитывались при составлении рабочей программы дисциплины. В ней представлена тематика докладов, охватывающая ключевые вопросы рабочей программы дисциплины. Их подготовка и изложение на занятиях являются основной формой работы и

промежуточного контроля знаний. В рабочей программе приведены вопросы для подготовки к зачету. Список литературы содержит перечень печатных изданий для подготовки обучающихся к занятиям и их самостоятельной работы. При разработке рабочей программы предусмотрено, что определенные темы изучаются обучающимися самостоятельно.

Успешному осуществлению внеаудиторной самостоятельной работы способствуют консультации и коллоквиумы (собеседования). Они обеспечивают непосредственную связь между обучающимся и преподавателем (по ним преподаватель судит о трудностях, возникающих в ходе учебного процесса, о степени усвоения предмета, о помощи, какую надо указать, чтобы устранить пробелы в знаниях); они используются для осуществления контрольных функций.

#### **5.4. Методические указания по самостоятельной работе**

Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа над усвоением учебного материала может выполняться в библиотеке СКГГА, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Учебный материал учебной дисциплины, предусмотренный рабочим учебным планом для усвоения в процессе самостоятельной работы, выносится на итоговый контроль наряду с учебным материалом, который разрабатывался при проведении учебных занятий. Содержание самостоятельной работы определяется программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать: – конспектирование (составление тезисов) лекций; – выполнение контрольных работ; – решение задач; – работу со справочной и методической литературой; – выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях; – защиту выполненных работ; – участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины; – участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях; – участие в тестировании и др. Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из: – повторения лекционного материала; – подготовки к практическим занятиям; – изучения учебной и научной литературы; – решения задач, выданных на практических занятиях; – подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.; – подготовки к семинарам устных докладов (сообщений); – подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя; – выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях. – проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы. Формой поиска необходимого и дополнительного материала по дисциплине с целью доработки знаний, полученных во время лекций, есть индивидуальные задания для обучающихся. Выполняются отдельно каждым обучающимся самостоятельно под руководством преподавателей. Именно овладение и выяснение обучающимся рекомендованной литературы создает широкие возможности детального усвоения данной дисциплины. Индивидуальные задания обучающихся по дисциплине осуществляются путем выполнения одного или нескольких видов индивидуальных творческих или научно-исследовательских задач (ИНДЗ), избираемых обучающимся с учетом его творческих возможностей, учебных достижений и интересов по согласованию с преподавателем, который ведет лекции или семинарские занятия, или по его рекомендации. Он предоставляет консультации, обеспечивает контроль за качеством выполнения задания и оценивает работу.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	№ семестра	Виды работы	Образовательные технологии	Всего часов
1	2	3	4	
1	7/8	Лекция «Моделирование в медицине. Специфика биологических систем управления, их анализ».	Проблемная лекция	2
		Лекция «Основные законы биологической кинетики. Процессы первого порядка»	Использование слайд-шоу лекционного материала	2
2		Лекция «Анализ биологических систем управления»	Лекция с ошибками	2
		Лекция «Численное решение и исследование модели диффузии газов в тканях мозга как системы высокого порядка»	Использование слайд-шоу лекционного материала	2
3		Практические занятия: «Специфика биологических систем управления, их анализ. Общие принципы математического моделирования в биологии».	Разбор задач по теме занятия, ситуационные занятия.	4
4		Практические занятия: «Модели биологических систем высокого порядка»	Разбор задач по теме занятия, ситуационные занятия.	4
5		Практические занятия: «Последовательные кинетические процессы»	Разбор задач по теме занятия, ситуационные занятия	4
6		Практические занятия: «Анализ системы кровообращения. Реакция системы на физическую нагрузку»	Имитационные технологии: ролевые и деловые игры	4

## 7.МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

	<b>Список основной литературы</b>
1.	Медицинская техника цифровой медицины : учебное пособие / Н.Р. Букейханов [и др.].. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 124 с. — ISBN 978-5-9729-1022-9. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/124184.html">https://www.iprbookshop.ru/124184.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей - Текст: электронный
2.	Коновалова О.А. Инновационное оборудование в медицине. Лазерная техника : учебное пособие / Коновалова О.А., Нагулин К.Ю., Загрутдинова А.К.. — Казань : Издательство КНИТУ, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-7882-2777-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/120987.html">https://www.iprbookshop.ru/120987.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей -Текст: электронный
3.	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / Э. Эйткен [и др.].. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 853 с. — ISBN 978-5-00101-786-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/26065.html">https://www.iprbookshop.ru/26065.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей - Текст: электронный
	<b>Список дополнительной литературы</b>
1.	Андросова Т.А. Медицинская электроника : учебное пособие / Андросова Т.А., Юндина Е.Е.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 117 с. - Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/66029.html">https://www.iprbookshop.ru/66029.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей -Текст: электронный
2.	Диэлектрофорез в биологии и медицине : учебное пособие / В.М. Генералов [и др.].. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 179 с. — ISBN 978-5-7782-3485-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/91196.html">https://www.iprbookshop.ru/91196.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей - Текст: электронный

## 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам;

<http://fcior.edu.ru> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека.

## 7.3. Информационные технологии, лицензионное программное обеспечение

Лицензионное программное обеспечение	Реквизиты лицензий/ договоров
Microsoft Azure Dev Tools for Teaching 1. Windows 7, 8, 8.1, 10 2. Visual Studio 2008, 2010, 2013, 2019 5. Visio 2007, 2010, 2013 6. Project 2008, 2010, 2013 7. Access 2007, 2010, 2013 и т. д.	Идентификатор подписчика: 1203743421 Срок действия: 30.06.2022  (продление подписки)
MS Office 2003, 2007, 2010, 2013	Сведения об Open Office: 63143487, 63321452, 64026734, 6416302, 64344172, 64394739, 64468661, 64489816, 64537893, 64563149, 64990070, 65615073 Лицензия бессрочная
Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite	Лицензионный сертификат Серийный № 8DVG-V96F-H8S7-NRBC Срок действия: с 20.10.2022 до 22.10.2023
Консультант Плюс	Договор № 272-186/С-23-01 от 20.12.2022 г.
ArchiCAD 17 RUS	Бесплатное ПО для учебных целей Гос.контракт № 0379100003114000006_54609 от 25.02.2014 Лицензионный сертификат для коммерческих целей
Autodesk AutoCAD 2014	Бесплатное ПО для учебных целей Гос.контракт № 0379100003114000006_54609 от 25.02.14 для коммерческих целей
MATLAB (ПП для проведения инженерных расчетов и визуального блочного моделирования в области электроэнергетики)	Гос. контракт № 0379100003114000018 от 16 мая 2014 г. (Бесплатное использование старой версии)
ЭБС IPRbooks	Лицензионный договор № 9368/22П от 11.06.2022 г. Срок действия: с 01.07.2022 до 01.07.2023
Бесплатное ПО	
Python, VBA, Virtual box, Sumatra PDF, 7-Zip	

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 8.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

#### 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.

Специализированная мебель:

Кафедра, доска меловая, парты, стулья;

Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации:

Проектор

Экран

Ноутбук

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнение курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Специализированная мебель: стол преподавательский, парты, компьютерные столы, стулья, доска меловая.

Технические средства обучения, служащие для предоставления информации большой аудитории: персональные компьютеры.

### **3. Помещение для самостоятельной работы.**

#### **Отдел обслуживания печатными изданиями**

Комплект проекционный, мультимедийный оборудование: экран настенный Screen Media 244/244 корпус 1106, проектор BenG MX660P 1024/7683200 LM, ноутбук Lenovo G500 15.6''

Специализированная мебель : рабочие столы, стулья

#### **Электронный читальный зал**

Комплек проекционный, мультимедийный интерактивный IQ Board DVT: интерактивная доска 84'' IQ Board DVT T084, проектор TRIUMPH PJ1000, универсальное настенное крепление Wize WTH140

Персональные компьютеры-моноблоки MSI AE202072, персональный компьютер Samsung, МФУ Sharp AR-6020 , Brother DCR-1510R

Специализированная мебель : столы на 1 рабочее место, столы на 2 рабочих места, стулья

#### **Читальный зал**

Специализированная мебель : столы на 2 рабочих места, стулья

## **8.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное ноутбуком,
2. рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде,  
*и т.п.*

## **8.3. Требования к специализированному оборудованию**

*нет*

## **9. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Для обеспечения образования инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается (в случае необходимости) адаптированная образовательная программа, индивидуальный учебный план с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, в частности применяется индивидуальный подход к освоению дисциплины, индивидуальные задания: рефераты, письменные работы и, наоборот, только устные ответы и диалоги, индивидуальные консультации, использование диктофона и других записывающих средств для воспроизведения лекционного и семинарского материала.

В целях обеспечения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья комплектуется фонд основной учебной литературой, адаптированной к ограничению электронных образовательных ресурсов, доступ к которым организован в БИЦ Академии. В библиотеке проводятся индивидуальные консультации для данной категории пользователей, оказывается помощь в регистрации и использовании сетевых и локальных электронных образовательных ресурсов, предоставляются места в читальном зале.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ Физиологическая кибернетика**

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Физиологическая кибернетика

### 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Индекс	Формулировка компетенции
ОК- 1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-7	Готовность к применению системного анализа в изучении биологических и организационных систем
ПК-8	Готовностью к созданию математических и эвристических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации

### 2. Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций обучающимися.

Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

Разделы (темы ) дисциплины	Формируемые компетенции (коды)		
	ОК-1	ПК -7	ПК -8
Раздел 1. Особенности биологических систем	+	+	+
Раздел 2. Элементарный анализ биологических систем управления	+	+	+
Раздел 3. Основы биологической кинетики	+	+	+
Раздел 4. Математическое моделирование физиологических систем организма	+	+	+

### 3. Показатели, критерии и средства оценивания компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

**ОК -1** Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

<b>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>				<b>Средства оценивания результатов обучения</b>	
	<b>неудовлетворительно</b>	<b>удовлетворительно</b>	<b>хорошо</b>	<b>отлично</b>	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
<b>Знать:</b> - методы реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств; - методы исследования моделей Шифр: З(ОК-1) -9	Не знает методов исследования моделей и реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств	Демонстрирует частичные знания методов исследования моделей и реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств;	Демонстрирует сформированные, но имеющие отдельные пробелы знания методов исследования моделей и реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств	Демонстрирует сформированные знания методов исследования моделей и реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств;	тестовый контроль, ситуационные задачи, контрольные вопросы	Зачет Экзамен
<b>Уметь:</b> - применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний; - логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики Шифр: У (ОК-1) -9	Не умеет: -применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний; -логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики	Частично умеет: -применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний; -логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики	Демонстрирует в целом хорошее умение применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний и логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики	Отлично умеет: -применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний; -логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики		
<b>Владеть:</b> приемами представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц, графиков, умением логически рассуждать по	Не владеет приемами представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц, графиков,	Владеет отдельными приемами и технологиями представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц, графиков, Умением логически рассуждать по представленной теме,	Демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы приемы представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц,	Владеет приемами представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц, графиков, умением логически рассуждать по		

представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики Шифр: В (ОК-1) -9		используя знание основных законов физиологической кибернетики	графиков, умением логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики	представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики		
---	--	---	--	--	--	--

ПК-7 готовностью к применению системного анализа в изучении биологических и организационных систем

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знать: основы теории систем и системного анализа Шифр: З (ПК-7)-1	Допускает существенные ошибки в знании основ теории систем и системного анализа	Демонстрирует частичные знания основы теории систем и системного анализа	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основы теории систем и системного анализа	Сформированные и систематические знания основы теории систем и системного анализа		Зачет Экзамен
Уметь: применять основы теории систем и системного анализа в медицине Шифр: У (ПК-7)-1	Не умеет применять основы теории систем и системного анализа в медицине	Демонстрирует частичное умение применять основы теории систем и системного анализа в медицине	Демонстрирует умение применять основы теории систем и системного анализа в медицине	Успешно применяет основы теории систем и системного анализа в медицине		
Владеть: системным анализом биологических и организационных систем. Шифр: В (ПК-7)-1	Фрагментарно владеет системным анализом биологических и организационных систем.	Владеет отдельными приемами и методами системного анализа биологических и организационных систем.	Демонстрирует в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении системным анализом биологических и организационных систем.	Демонстрирует успешное владение системным анализом биологических и организационных систем.		

ПК-8 готовностью к созданию математических и эвристических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозировании течения заболеваний

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				Средства оценивания результатов обучения	
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знать: основы создания математических и эвристических моделей, физиологические системы организма, основные методы исследования свойств и поведения систем организма Шифр З(ПК-8)-5	Затрудняется сформулировать основные понятия, положения, определения, принципы	Не демонстрирует глубокого понимания основы создания математических и эвристических моделей, физиологические системы организма, основные методы исследования свойств и поведения систем организма	Формулирует с некоторыми ошибками основы создания математических и эвристических моделей, физиологические системы организма, основные методы исследования свойств и поведения систем организма	Формулирует без ошибок основы создания математических и эвристических моделей, физиологические системы организма, основные методы исследования свойств и поведения систем организма	тестовый контроль, ситуационные задачи, контрольные вопросы	Зачет Экзамен
Уметь: исследовать сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач Шифр У(ПК-8)-5	Не демонстрирует основные умения исследования сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач	В основном демонстрирует основные умения исследования сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач	Демонстрирует умения в стандартных ситуациях исследовать сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач	Свободно демонстрирует умение, в том числе в нестандартных ситуациях исследовать сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач		
Владеть: методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и	Не владеет методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма	Частично владеет методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма	В основном владеет методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма	Свободно владеет методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и		

немедикаментозных способов лечения, экспертных систем Шифр В(ПК-8)-5	действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем	действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем	действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем	немедикаментозных способов лечения, экспертных систем		
---	--	--	--	---	--	--

**Вопросы к зачету**  
по дисциплине Физиологическая кибернетика

1. Определение понятий: система, входные и выходные переменные, модель, переменные состояния, динамическая система, состояние системы, поведение системы, параметры модели. Классификация систем. Методы математического описания различных классов систем. Примеры из биологической кинетики. Вывод уравнений математических моделей для различных систем фармакокинетики и токсикокинетики.
2. Однокамерная модель фармакокинетики. Кажущийся объем распределения и общий клиренс лекарственного вещества в организме пациента. Вывод уравнения математической модели. Метод построения компьютерной модели и методика использования этой модели для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии.
  1. Точное решение систем линейных стационарных дифференциальных уравнений кинетики лекарственных и токсических веществ. Преобразование Лапласа: определение, основные формулы, таблица прямых и обратных преобразований. Решение задачи Коши для математической модели однокамерной фармакокинетики. Собственное и вынужденное поведение системы.
  2. Модель фармакокинетики внутривенного введения лекарственного вещества при использовании понятия кажущегося объема распределения. Точное решение задачи Коши при произвольной зависимости скорости введения от времени. Методика использования этого решения для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии.
  3. Вывод формулы для зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при внутривенном импульсном (болюсном) введении и однокамерной фармакокинетики. Методика использования этой формулы для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.
  4. Вывод формулы для зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при внутривенном длительном введении с постоянной скоростью (например, капельно) и однокамерной фармакокинетики. Методика использования этой формулы для вычисления скорости введения, необходимой для достижения заданной концентрации лекарственного вещества в крови.
  5. . Для комбинации болюсного (импульсного) и капельного (непрерывного введения с постоянной скоростью) внутривенного введения вывести формулу, определяющую изменение во времени концентрации лекарственного вещества в крови. Найти такую комбинацию, при которой концентрация в крови мгновенно достигает, требуемого значения и остается равной этому значению во все последующие моменты времени.
  6. Вывод формулы для зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при внутривенном введении с постоянной скоростью конечной продолжительности и однокамерной фармакокинетики. Методика использования этой формулы для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.
  7. Математическая модель внутримышечного (или перорального) введения лекарственного вещества в кровь, представленную кажущимся объемом распределения. Вывод уравнений модели. Вывод формулы зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при произвольной входной функции.
  8. Собственное и вынужденное поведение линейной системы. Импульсная переходная функция (ИПФ). Связь с передаточной функцией. Применение ИПФ модели фармакокинетики внутримышечного введения для вычисления концентрации лекарственного вещества в крови после болюсного (импульсного) введения. Методика

использования этой зависимости для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.

9. Определение импульсной переходной функции системы фармакокинетики лекарственного вещества в клиническом исследовании пациента. Методика решения задачи подбора индивидуальной лекарственной терапии с использованием импульсной переходной функции

10. Вывод формулы для вычисления концентрации лекарственного вещества в крови по заданной импульсной переходной функции фармакокинетики этого вещества в организме пациента и определяемому лечащим врачом режиму дозирования.

11. Задача управления для линейных систем с непрерывным временем. Решение задачи управления для системы ПЕРВОГО порядка. Примеры их фармакокинетики.

12. Задача управления для линейных систем с непрерывным временем. Решение задачи управления для системы ВТОРОГО порядка. Примеры из фармакокинетики.

13. Задача управления для линейных систем с непрерывным временем. Решение задачи управления для системы ПЕРВОГО порядка. Примеры из фармакокинетики.

14. Приведение линейной системы ВТОРОГО порядка к каноническому виду. Канонические переменные состояния. Решение задачи управления. Применение в фармакокинетики.

15. Приближение линейных систем с непрерывным временем системами с дискретным временем. Общий вид уравнений дискретных систем. Задача управления для дискретных систем. Матричный критерий управляемости. Применение в фармакокинетики.

16. Приближение линейных систем с непрерывным временем системами с дискретным временем. Общий вид уравнений дискретных систем. Задача наблюдения для дискретных систем. Применение в токсикокинетики.

17. Приближение линейных систем с непрерывным временем системами с дискретным временем. Общий вид уравнений дискретных систем. Задача идентификации. Применение в медицине.

18. Качественное исследование поведения систем биологической кинетики, описываемых нелинейным дифференциальным уравнением первого порядка. Устойчивые и неустойчивые стационарные состояния.

19. Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка. Понятие фазовых траекторий. Фазовый портрет системы. Нуль – изоклины. Определение стационарных состояний. Примеры из кинетики популяций.

20. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка в окрестности стационарных состояний. Характеристическое уравнение. Типы стационарных состояний и их фазовые портреты. Грубые и негрубые системы. Примеры из кинетики популяций

21. Общий план качественного исследования нелинейных кинетических систем. Определение характерных направлений движения по фазовым траекториям в областях, границами которых являются нуль - изоклины. Примеры из кинетики популяций.

22. Качественное исследование поведения биологических систем: хищник-жертва, конкуренция двух видов, симбиоз двух видов.

23. Качественное исследование кинетики простейшего ферментативного процесса. Особенности ферментативной кинетики в клетке.

24. Математическая модель гуморального иммунного ответа. Моделирование первичного и вторичного иммунного ответа на неразмножающийся антиген. Зависимость интенсивности первичного ответа от дозы антигена.

25. Качественное исследование возможности моделирования периодических болезней с помощью модели гуморального иммунного ответа.

26. Модель "границы жизни и смерти" в иммунной системе.

27. Математическое моделирование - косвенный метод исследования внутриклеточных механизмов действия кардиотропных препаратов в экспериментах на образцах миокардиальной ткани животных.
28. Алгоритмы идентификации параметров нелинейных моделей.

**Вопросы к экзамену**  
по дисциплине Физиологическая кибернетика

1. Коэффициент усиления контура системы регуляции величины зрачка.
2. Изменение параметров замкнутого контура. Неустойчивость системы регуляции величины зрачка. Явление *hippus*.
3. Построение математической модели средней сложности на примере системы терморегуляции. Методология построения моделей биосистем. Априорное и эмпирическое моделирование. Гомойо- и пойкилотермия.
4. Функциональная схема системы терморегуляции организма Основные блоки и переменные системы.
5. Переход от системы с распределенными параметрами к системе с сосредоточенными параметрами на примере системы терморегуляции.
6. Упрощения модели системы терморегуляции организма. Модели Кросби и Стулчика. Сходство и различие моделей.
7. Пути получения и траты энергии биосистемы на примере системы терморегуляции.
8. Линеаризация передаточной функции на примере механизма передачи тепла.
9. Эффекты существенных нелинейностей. Замена одного двухпараметрического блока двумя блоками первого порядка и сумматором. Триггерная и гистерезисная функции. Ограничения, накладываемые ими на систему. Примеры.
10. Синтез модели биосистемы средней сложности на примере системы терморегуляции организма.
11. Структурная схема тела как объекта управления. Детализация потоков энергии и путей передачи управляющих сигналов.
12. Характеристики системы терморегуляции. Условия максимальной теплопродукции. Потеря устойчивости системой терморегуляции.
13. Линейные биологические модели 1 порядка. Редукция системы терморегуляции организма к модели 1 порядка с сосредоточенными параметрами. Постоянная времени и ее физический смысл.
14. Локализованная модель накопления и выделения. Диффузия вещества, понятие коэффициента диффузии.
15. Модель дыхания нанопланктона.
16. Передаточная функция системы первого порядка. Построение структурных схем системы с использованием преобразования Лапласа.
17. Переходная характеристика системы. Понятие стандартного воздействия (ступенчатое, единичное импульсное, единичное линейно-возрастающее), области их применения. Передаточные функции и их свойства.
18. Реакция канонической системы 1 порядка на ступенчатое воздействие.
19. Структурные схемы системы первого порядка. Упрощение с использованием преобразований Лапласа. Нахождение переходной характеристики. Обобщенная передаточная функция системы с обратной связью.
20. Импульсная характеристика канонической системы 1 порядка. Преимущества воздействия импульсного сигнала при тестировании системы.
21. Характер кривой переходного процесса системы первого порядка. Электротехнические аналоги.

22. Основные свойства импульсной переходной характеристики линейной системы первого порядка.
23. Поиск переходной характеристики импульсного сигнала.
24. Установившееся состояние линейной системы первого порядка. Схемы с кинетическим и потенциальным накопителем.
25. Траектория движения системы первого порядка при подаче ступенчатого сигнала. Некоторые свойства переходной характеристики.
26. Нахождение переходной характеристики линейной системы первого порядка методом простейших дробей.
27. Нахождение импульсной характеристики системы первого порядка методом простейших дробей.
28. Реакция линейной системы первого порядка на линейно–возрастающее воздействие. Явление насыщения системы и его возможные последствия. Область использования.
29. Переходные процессы в фазосдвигающей системе 1 порядка на ступенчатое воздействие. Роль коэффициента  $a$ . Реакция на скачок входного сигнала у пропорционально–дифференциального звена ( $a > 1$ ).
30. Переходные процессы в фазосдвигающей системе 1 порядка. Реакция на скачок входного сигнала у неинерционного ( $a = 1$ ) и фазозадерживающего ( $a < 1$ ) звена.
31. Идеи метода частотных характеристик. Основные постулаты теории частотного анализа.
32. Обобщенный синусоидальный сигнал. Дифференцирование и интегрирование синусоидальных сигналов.
33. Комплексная плоскость и вращающийся вектор. Их роль в практическом использовании метода частотных характеристик.
34. Преобразования Лапласа для вращающегося вектора. Электротехнический аналог фазового сдвига. Понятие полюса, комплексно–сопряженные полюса.
35. Фильтрация синусоидального сигнала в линейной системе. Понятие гармоник периодического сигнала, основная гармоника.
36. Три рабочих понятия метода частотных характеристик. Четыре рабочих правила метода частотных характеристик.
37. Частотные характеристики канонической системы 1 порядка. Угловая частота, амплитуда, фазовый сдвиг. Формальная обобщенная запись частотных характеристик линейной системы первого порядка.
38. Полярная (амплитудно–фазовая) характеристика. Диаграммы Найквиста и Никольса. Их использование на практике (проверка устойчивости замкнутого контура)
39. Логарифмическая амплитудно–частотная характеристика. Понятие динамического усиления системы. Высокочастотная и низкочастотная асимптоты. Резонанс. Единицы измерения параметров АЧХ (децибел, лог).
40. Фазово–частотная характеристика. Сдвиг фазы в линейной системе первого порядка.
41. Частотные характеристики фазосдвигающей системы первого порядка. Влияние коэффициента  $a$  на АЧХ системы. ФЧХ фазоопережающей системы.
42. Связь между переходными и частотными характеристиками. Полоса пропускания сигнала.
43. Линейные системы 2 порядка, отличия от систем первого порядка. Модель свободного качания ноги человека. Консервативная система 2 порядка.
44. Система с затуханием колебаний (рассеивание энергии). Коэффициент демпфирования  $\chi$ . Собственная частота системы.
45. Особенности поведения системы 2 порядка на примере модели полукружного канала. Аperiodичность системы.
46. Передаточные функции и импульсные характеристики систем 2–го порядка. Канонические системы второго порядка. Классификация систем 2–го порядка по

- значению коэффициента затухания. Гармоническая (консервативная), колебательная, критическая и аperiodическая системы.
47. Корни полиномов передаточной функции системы 2–го порядка. Характеристическая функция, полюса системы. Нули системы и их роль.
  48. Расположение нулей и полюсов на комплексной плоскости фазосдвигающей системы 1–го порядка. Взаиморасположение нулей и полюсов у фазосдвигающей и фазопережающей систем. Особенности расположения полюсов и нулей у систем второго порядка.
  49. Расположение нулей и полюсов системы на комплексной плоскости. Метод корневого годографа. Характерные точки и области корневого годографа на комплексной плоскости для системы 2–го порядка.
  50. Импульсная характеристика канонической системы 2 порядка. Аналитическое выражение для импульсной характеристики.
  51. Импульсные характеристики систем с различным коэффициентом демпфирования  $\chi$ : гармоническая (консервативная), колебательная, критическая и аperiodическая системы.
  52. Частотные характеристики канонической системы 2 порядка колебательного типа для различных значений  $\chi$ . Явление резонанса.
  53. Взаимосвязь переходной и частотных характеристик систем 2–го и более высокого порядка.
  54. Системы высокого порядка. Ограничения аналитического решения.
  55. Системы третьего порядка. Представление систем двумя различными способами (цепочка из трех инерционных звеньев 1–го порядка или инерционное звено и система 2–го порядка).
  56. Звено чистого запаздывания  $e^{-Ts}$ . Его передаточная функция и частотные характеристики. Область использования.
  57. Звено чистого упреждения  $e^{Ts}$ . Его передаточная и импульсная функции. Условия для существования в живых системах.
  58. Простые модели высокого порядка. Представление колебательных систем. Ограничения на описание.
  59. Простые модели высокого порядка. Представление системы как звена чистого запаздывания и инерционного звена. Типичная передаточная функция.
  60. Моделирование систем высокого порядка по моментам импульсной характеристики. Ограничения метода. Центр тяжести, радиус инерции.
  61. Передаточная функция системы, представленной  $n$  последовательно соединенных однотипных звеньев. Специфика импульсной характеристики при увеличении  $n$ .
  62. Системы с гауссовой импульсной характеристикой. Их особенности и достоинства. Передаточная функция и импульсная характеристика. Частотные характеристики.
  63. Динамические нелинейные системы. Датчики производных. Одно– и двусторонние датчики производных. Ограничения для биологических систем.
  64. Динамические характеристики датчика производной. Выпрямляющий эффект одностороннего датчика.
  65. Основные виды датчиков биосистем (рецепторов). Их особенности: эфферентная регуляция, одно– и двусторонняя чувствительность, адаптация.
  66. Передаточные функции моделей рецепторов. Роль частотного анализа при описании свойств рецепторов.
  67. Рецепторы и интенсивность ощущения. Закон Вебера–Фехнера. Закон Стивенса.
  68. Модель анализатора ощущений Мак–Кея. Специфика работы блока сравнения в модели, роль координирующего элемента. Условия для установления равновесия.
  69. Синтез математических моделей. Требования к экспериментальной части исследования. Алгоритм построения математической модели в цикле "эксперимент – моделирование".
  70. Моделирование одномерных систем. Полиномиальное представление системы.

71. Синтез моделей многомерных систем. Моделирование с помощью линейных операторов.
72. Моделирование многомерных систем с помощью нелинейных операторов. Тренд и субгармоники временного ряда. Ограничения аппроксимационных моделей.
73. Моделирование связанных физиологических систем. Проблемы и методы их решения.
74. Проблема навязанного равновесия в моделях связанных физиологических систем.
75. Свободное равновесие в связанных системах.
76. Модели систем с задержанными параметрами.
77. Регрессионный анализ как основной метод функционального моделирования. Анализ временных рядов. Понятие стационарности процесса.
78. Линейный анализ временных рядов. Понятие регрессии, линейная регрессия. Оптимизация линейной регрессии методом включения.
79. Модели множественной регрессии. Сложность построения и ограничения моделей.
80. Модели нелинейной регрессии. Гиперболическая, степенная, показательная, экспоненциальная, логарифмическая. Метод Прони определения количества и параметров экспонент.
81. Модель гемодинамики аорты Г.Франка (1899). Постановка задачи, исходные положения. Зависимость объема аорты от давления. Ограничения и недостатки модели.
82. Модель гемодинамики сосудистого русла Р.Ростона (1962). Представление процессов, происходящих в магистральных сосудах, электротехническими аналогами. Достоинства и недостатки модели.
83. Представление сердца как источника импульсов давления в модели Р.Ростона (1964). Достоинства и недостатки модели.
84. Энергия сокращения сердца как значимый фактор в модели Гродинза (1966). Формализация закона Старлинга. Физический смысл модели.
85. Трехэлементная модель мышечного волокна Г.Хилла (1934). Физический смысл модели.
86. Модели изометрического сокращения желудочка сердца Р.Ростона (1963) на базе модели Хилла. Физический смысл модели, ее достоинства и недостатки.
87. Использование экспериментально найденных характеристик мышц сердца в модели Бенекена и ДеВита (1969). Коэффициент активации сердечной мышцы и его физический смысл.
88. Моделирование регулирующих воздействий на работу сердечно-сосудистой системы: постановка задачи. Гомеометрическая регуляция гемодинамики сердца в модели Гродинза.
89. Нервная регуляция работы сердечно-сосудистой системы. Математическая модель нейрорегуляции Бенекена (1976). Роль барорецепторов каротидного синуса в регуляции деятельности ССС.
90. Моделирование системы внешнего дыхания. Постановка задачи. Основные параметры системы. Функциональная модель Грея и ее ограничения.
91. Понятие хемостата (Гродинз). Исходные положения.
92. Схема хемостата Гродинза. Упрощения и ограничения, накладываемые предложенной схемой.
93. Потoki газов в хемостате Гродинза. Линеаризация функции транспорта CO<sub>2</sub>.
94. Математическое описание потоков газов в хемостате Гродинза в терминах дифференциально-разностных уравнений. Физический смысл модели.
95. Регулирование системы внешнего дыхания. Постановка задачи. Вводимые ограничения.
96. Статический регулятор системы внешнего дыхания (для установившегося режима). Недостатки предложенной схемы.
97. Динамический регулятор системы внешнего дыхания. Схема Дартау (1978).

98. Моделирование кроветворения. Постановка задачи. Принципы построения моделей гемопоэза.
99. Модель кроветворения после массиванной кровопотери. Физический смысл модели.
100. Моделирование иммунной системы. Постановка задачи. Понятие валентности антитела и антигена. Понятие здоровья.
101. Колебательные процессы, происходящие в иммунной системе (низкоамплитудные периодические, высокоамплитудные периодические, затухающие высокоамплитудные). Фазовый портрет состояния иммунной системы, физический смысл.
102. Модели иммунной системы Молера. Достоинства и недостатки.
103. Сетевые модели иммунной системы. Использование теории Бернета в модели Рихтера (1971). 4 уровня состояния иммунной системы.
104. Модели иммунной системы Хоффмана. Комбинация двухуровневых состояний в моделировании развития иммунного ответа.
105. Саморегуляция иммунной системы в модели Хоффмана. Аксиома непредсказуемости биологических систем.
106. Моделирование работы желез внутренней секреции. Железа гранулярного типа. Стадии состояния гормонопозитического элемента.
107. Значимые параметры и описание состояния гормонопозитического элемента. Физический смысл модели.
108. Модель тиреоидной функции щитовидной железы. Регуляторные процессы в системе: взаимодействие гипоталамуса, гипофиза и гормонопозитического элемента. Факторы регуляции.
109. Математическое описание тиреоидной функции щитовидной железы. Значимые факторы, физический смысл модели. Направленность реакции в зависимости от соотношения параметров модели.

## СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

### Кафедра «Медицинская кибернетика»

#### **Экзаменационный билет №**

по дисциплине «Физиологическая кибернетика»  
для специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика

#### **Вопросы**

1. Функциональная схема системы терморегуляции организма. Основные блоки и переменные системы.
2. Частотные характеристики канонической системы 2 порядка колебательного типа для различных значений  $x$ . Явление резонанса.
3. Модель кроветворения после массиванной кровопотери. Физический смысл модели.

**Зав. кафедрой**

**Боташева Ф.Ю.**

## **ПРИМЕРЫ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**

по дисциплине Физиологическая кибернетика

### **№№ 1 — 6 Общая физиология возбудимых тканей**

№1. После установки в ротовой полости очередной металлической коронки у больного возникли ощущения жжения и «металлического» привкуса во рту, не наблюдавшиеся после установки предыдущих коронок. Чем может быть вызвано появление описанных ощущений? Как их избежать?

№2. В процессе стоматологической манипуляции с целью местного обезболивания было применено воздействие постоянным током. Объясните механизм данного вида обезболивания.

№3. После процедуры электрофоретического введения лекарственных препаратов в ткань зуба, при выключении постоянного тока, обеспечивающего электрофорез, больной испытал неприятные ощущения в области зуба. Чем это было вызвано? Какой полюс источника постоянного тока контактировал с тканями зуба при электрофорезе? Каким образом можно было избежать эффектов, неприятных для пациента?

№4. У больного парез (неполный паралич) жевательной мускулатуры. Как с помощью хронаксиметрии определить, что повреждено: периферические нервы или структуры головного мозга?

№5. Почему передозировка хлористого калия при внутривенном введении может оказаться смертельной?

№6. При тяжелых формах рахита, сопровождающихся резкой гипокальциемией, у детей наибольшую угрозу жизни представляет развитие генерализованных судорог скелетных мышц. Объясните механизм возникновения судорог в данном случае.

### **№№ 7 - 20 Общая физиология нервной системы**

№7. Пациент обратился к стоматологу с жалобами, на сильную зубную боль, утверждает, что болит вся нижняя челюсть справа. При осмотре выявлено воспаление пульпы только одного зуба. Почему больной был не в состоянии точно указать больной зуб?

№8. В поликлинику доставлен больной столбняком (заболевание, вызываемое бактериями, токсин которых блокирует секрецию глицина нейронами ЦНС). Почему этого больного необходимо оградить от воздействия внешних раздражителей (яркий свет, резкие звуки и т.п.)?

№9. У больного эпилепсией развился судорожный приступ, вызванный возникновением в головном мозгу патологического очага повышенной возбудимости. Врачу “Скорой помощи” удалось купировать приступ введением больному реланиума - лекарственного препарата, повышающего чувствительность ГАМК-ергических рецепторов ЦНС. Объясните противосудорожное действие реланиума.

№10. У больного, страдающего кариесом, при приеме горячей пищи возникает зубная боль, которая сохраняется в течение нескольких секунд после удаления температурного раздражителя. Чем объясняется ощущение боли в отсутствие раздражителя?

№11. Пациент отмечает, что длительно беспокоящая его зубная боль усиливается при действии самых различных раздражителей (прикосновение, яркий свет, резкие звуки). Чем можно объяснить такое усиление боли?

№12. Различные заболевания органов живота, сопровождающиеся воспалением брюшины, приводят к возникновению так называемых «симптомов раздражения брюшины», основным из которых является симптом «мышечной защиты» — напряжение мышц передней брюшной стенки. Каков физиологический механизм возникновения этого симптома?

№13. При различных легочных заболеваниях издавна применяют горчичники. Считается, что их применение улучшает кровоток в легких, расширяет бронхи. Чем можно объяснить такое «дистантное» действие горчичников

№14. При операциях на органах брюшной полости в некоторых случаях производят новокаинизацию брыжейки. Зачем?

№15. Больной предъявляет жалобы на резкую слабость и ноющие боли в левой руке. Врач счел необходимым срочно зарегистрировать электрокардиограмму. Какими соображениями руководствовался врач?

№16. При заболеваниях 3-го моляра максимальная боль локализуется кпереди от грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Каков физиологический механизм этого феномена?

№17. Почему при отравлении фосфорорганическими соединениями (хлорофос, нервно-паралитические газы), которые являются ингибиторами ацетилхолинэстеразы, у больного наблюдаются судороги скелетной мускулатуры, сменяющиеся ее параличом?

№18. При проведении дезинсекции больной отравился хлорофосом (ингибирует ацетилхолинэстеразу). Опишите вегетативные проявления, которые будут наблюдаться у этого больного. Почему в данном случае больному показано введение атропина?

№19. Как, по Вашему мнению, можно физиологически обосновать применение атропина в числе премедикаментозных средств - лекарственных веществ, которые назначают больному при подготовке к стоматологической операции?

№20. В некоторых случаях для снижения частоты сердечных сокращений больным назначают анаприлин - препарат, блокирующий  $\beta$ -адренорецепторы. Объясните механизм действия анаприлина в данном случае. Почему этот препарат противопоказан больным с нарушением функции легочного дыхания?

#### **№№ 21 - 25. Физиология эндокринной системы**

№21. Рост 18-летнего пациента - 100 см. Недостаточность функции каких эндокринных желез может быть причиной этого? Какие дополнительные данные могут помочь установить диагноз?

№22. Больной жалуется на чувство голода, постоянную жажду (за сутки выпивает до 8 л воды), увеличение диуреза. Нарушением деятельности какой эндокринной железы можно объяснить возникновение указанных симптомов? Какое лабораторное исследование может помочь в уточнении диагноза?

№23. Приступ бронхиальной астмы (удушье, вызванное уменьшением просвета бронхов) удалось прервать введением гидрокортизона (кортизола). Каков возможный механизм терапевтического действия кортизола в данном случае?

№24. В клинику поступила больная с жалобами на раздражительность, бессонницу, сердцебиение. Температура часто повышается, основной обмен на 40% превышает норму. О какой эндокринной патологии можно думать?

№25. Попытайтесь установить причинно-следственную связь между сужением просвета почечной артерии (например, вследствие опущения почки) и развитием артериальной гипертензии (повышением артериального давления)

#### **№№ 26 - 30. Физиология крови**

№26. Для выполнения дефицита жидкости в организме больному назначено внутривенное вливание 400 мл изотонического раствора глюкозы. Почему концентрация этого раствора (5%) превышает концентрацию глюкозы в плазме крови?

№27. Содержание гемоглобина в крови больного - 90 г/л. Какие изменения состава крови могут быть причиной этого?

№28. У практически здорового спортсмена взяли кровь, на анализ в 14:30. Содержание лейкоцитов составило  $11 \cdot 10^9$ /л. С чем это может быть связано? Почему анализ крови сдают с 8 до 10 часов утра?

№29. У практически здорового абитуриента содержание эритроцитов в крови составило  $9 \cdot 10^9$ /л. С чем может быть связано это отклонение от нормы?

№30. При определении группы крови агглютинация наблюдалась только в сыворотках крови групп А(II) и В(III), но не в сыворотке крови группы 0(I). Почему в этом случае требуется повторное исследование?

#### **№№ 31 - 45 Физиология кровообращения**

№31. При некоторых патологических состояниях врач должен добиться уменьшения объема циркулирующей крови у больного. Какие способы достижения этой цели Вы можете предложить?

№32. У больного в состоянии клинической смерти не определяются пульс и артериальное давление, но продолжает регистрироваться электрокардиограмма. Объясните это явление.

№33. На электрокардиограмме во всех отведениях отсутствует зубец Р и регистрируется нормальной формы комплекс QRS с частотой 40 в 1 мин. На основании этих данных сделайте предположение о локализации водителя ритма сердца.

№34. При анализе электрокардиограммы выявлено увеличение длительности интервала Р-Q. Все остальные показатели - в пределах нормы. О нарушении какого физиологического свойства миокарда это может свидетельствовать? Попробуйте примерно указать локализацию нарушения.

№35. При некоторых формах тахикардии можно добиться снижения частоты сердечных сокращений, не прибегая к медикаментам, а используя так называемые «вагусные пробы» - приемы, направленные на повышение тонуса блуждающих нервов. Предложите несколько таких приемов.

№36. При операциях на органах шок возможно случайное раздражение блуждающих нервов. Как это отразится на работе сердца? Как можно блокировать действие блуждающих нервов на сердце?

№37. Двум больным - 6-месячному ребенку и взрослому мужчине - ввели атропин. Через несколько минут частота сердечных сокращений у взрослого резко увеличилась, а у ребенка - практически не изменилась. Как объяснить эти различия?

№38. При воспалении пульпы в полость зуба для некротизации пульпы и ее болевых рецепторов вводят мышьяковистую пасту, компоненты которой ослабляют миогенный тонус сосудов. В первые часы после применения пасты боль может усилиться. Почему? Как можно предотвратить этот побочный эффект?

№39. Почему у некоторых больных в стоматологическом кабинете даже предполагаемая манипуляция, связанная с болевым ощущением, может вызвать повышение частоты сердечных сокращений?

№40. Резко пониженное артериальное давление может быть увеличено при внутривенном введении адреналина и гидрокортизона (кортизола). За счет изменения каких параметров гемодинамики повышается артериальное давление при использовании этих препаратов?

№41. В клинической практике для лечения повышения артериального давления могут применяться мочегонные препараты. Как объяснить их гипотензивный эффект?

№42. Больному, страдающему артериальной гипертонией (повышение артериального давления) был рекомендован прием препарата, уменьшающего проницаемость клеточных мембран для ионов кальция. Почему подобные препараты снижают тонус сосудистой стенки?

№43. При резком повышении артериального давления иногда назначают ганглиоблокаторы - вещества, блокирующие N-холинорецепторы вегетативных ганглиев. Объясните механизм гипотензивного действия этих препаратов.

№44. В комплекс реанимационных мероприятий при остановке сердца входит введение адреналина и, в некоторых случаях, атропина. Объясните механизмы терапевтического действия этих препаратов в данном случае.

№45. В стоматологической практике при проведении местного обезболивания в раствор **анестетика** добавляют небольшое количество адреналина. С какой целью? Какие изменения системной гемодинамики могут возникнуть при передозировке адреналина?

#### **№№ 46 - 53. Физиология дыхания**

№46. Почему при операциях на открытом сердце необходима искусственная вентиляция легких?

№47. В результате разрушения ткани легкого у больного туберкулезом образовалось постоянное сообщение бронхов с плевральной полостью (спонтанный пневмоторакс). Как

это отразится на дыхательных экскурсиях легких? Как изменятся контуры пораженного легкого на рентгенограмме?

№48. При проникающем ранении грудной клетки у пострадавшего появились признаки удушья. Чем это вызвано, если его дыхательные пути не повреждены?

№49. Пациенту производится искусственная вентиляция легких с минутным объемом дыхания - 5 л/мин. В каком случае альвеолярная вентиляция легких будет больше: при дыхании с частотой 20/мин или 10/мин? Обоснуйте свой ответ расчетом.

№50. При исследовании функции дыхания у человека применяют пробу с задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге). Почему время задержки дыхания существенно увеличивается после предварительной произвольной гипервентиляции?

№51. Содержание гемоглобина в крови больного 80 г/л. Патологических изменений в легких не выявлено. Какова кислородная емкость крови у этого больного? Изменено ли напряжение кислорода в артериальной крови? Каковы Ваши предположения о механизме возникновения у данного больного одышки (чувства «нехватки воздуха») даже при незначительной физической нагрузке?

№52. При восхождении в горах у альпинистов может развиваться «горная болезнь»: одышка, головная боль, головокружение, галлюцинации. Местные жители высокогорья не страдают ею. Объясните механизм развития симптомов «горной болезни» и компенсаторные механизмы, развившиеся у жителей высокогорья.

№53. Почему при анестезии слизистой ротовой полости увеличивается опасность аспирации (попадания в дыхательные пути) слюны и пищи?

#### **№№ 54 - 65. Физиология пищеварения**

№54. Какие изменения функций пищеварительной системы могут возникнуть при анестезии рецепторов ротовой полости?

№55. При некоторых стоматологических манипуляциях (например, обработке кариозной полости) требуется применение спирта или эфира. Почему необходимо избегать попадания даже очень малых количеств этих веществ на слизистую ротовой полости?

№56. Как по Вашему влияет употребление жевательной резинки на кровоснабжение зубов и на пищеварение?

№57. Для того чтобы добиться более быстрого и выраженного эффекта действия некоторых лекарственных препаратов (например, нитроглицерина) эти препараты рекомендуется не глотать, а держать под языком. Почему?

№58. Какую пищу вы не рекомендовали бы употреблять больному с гиперсекрецией желудочного сока?

№59. Как отразится на пищеварении хирургическое удаление пилорического отдела желудка?

№60. Как и почему изменяются процессы пищеварения у больных со сниженным поступлением желчи в 12-перстную кишку (например, при уменьшении просвета общего желчного протока)?

**Темы рефератов**  
**по дисциплине «Физиологическая кибернетика»**

1. Язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Теории ульцерогенеза. Современная концепция патогенеза язвенной болезни. Принципы патогенетической терапии.
2. Последствия удаления различных отделов желудочно-кишечного тракта. Демпинг-синдром.
3. Печеночная недостаточность. Основные виды, причины, характеристика метаболических и функциональных расстройств в организме.
4. Печёночная кома. Этиология, патогенез, проявления. Последствия для организма.
5. Определить понятие «желтуха». Виды желтух. Надпечёночная (гемолитическая) желтуха. Причины, механизмы развития, основные признаки. Нарушение функций организма.
6. Принципы моделирования. Создание информационных моделей. Переход от
7. реальной задачи к информационной модели
8. Моделирование и формализация
9. Порядок моделирования входного сигнала
10. Основные понятия теории моделирования
11. Построение моделей и их исследование
12. Разработка и исследование модели распространения эпидемии в среде
13. программирования
14. Проблема мышления в работах по кибернетике
15. Физиологическая кибернетика. Метод моделирования
16. Биологическая и медицинская кибернетика
17. Медицинская информатика

## Вопросы для собеседования

### по дисциплине «Физиологическая кибернетика»

1. Вывести преобразование Лапласа для функции  $f'(t)$
2. Вывести преобразование Лапласа для функции  $f''(t)$
3. Вывести преобразование Лапласа для функции  $\exp(-at)$ .
4. Определение импульсной переходной функции. Привести примеры ИПФ.
5. Как найти ответ системы на входной сигнал, используя ИПФ?
6. Как вычислить концентрацию лекарственного препарата в крови в любой момент времени по заданной ИПФ системы и входному воздействию.
7. Вывод уравнений моделей кинетики фармакологических и ферментативных процессов и клеточной кинетики с помощью закона сохранения вещества.
8. Метод Эйлера для численного решения систем дифференциальных уравнений. Привести пример разностной схемы для двухкамерной модели транспорта лекарственного препарата в крови.
9. Принципы моделирования. Создание информационных моделей. Переход от
10. реальной задачи к информационной модели
11. Моделирование и формализация
12. Порядок моделирования входного сигнала
13. Основные понятия теории моделирования
14. Построение моделей и их исследование
15. Разработка и исследование модели распространения эпидемии в среде
16. программирования
17. Проблема мышления в работах по кибернетике
18. Физиологическая кибернетика. Метод моделирования
19. Биологическая и медицинская кибернетика
20. Медицинская информатика

## Комплект разноуровневых тестовых заданий

по дисциплине « Физиологическая кибернетика»

1 Что не входит в ряд общих требований к моделям

- а) полнота
- б) адекватность
- в) ломкость
- г) гибкость

2 Какие основные этапы предполагает моделирование?

- а) разработка модели
- б) исследование модели и получение выводов
- в) усовершенствование модели
- г) описание модели

3 Выберите правильные варианты составляющих 2-го этапа моделирования:

- а) структурная модель
- б) экспериментальная модель
- в) компьютерная модель
- г) статистическая модель
- д) информационная модель

4 Выберите лишние варианты составляющих 3-го этапа моделирования:

- а) цель эксперимента
- б) анализ результатов
- в) план эксперимента
- г) описание эксперимента
- д) проведение исследования

5 Продолжите высказывание: Тестирование – это...

- а) процесс анализа построения модели;
- б) процесс проверки правильности построения модели;
- в) процесс алгоритмизации построенной модели;
- г) процесс формализации построенной модели;
- д) процесс разработки модели.

6 Выберите правильные варианты составляющих 1-го этапа моделирования:

- а) проведение исследования;
- б) описание задачи;
- в) алгоритмизация задачи;
- г) формализация задачи;
- д) цель моделирования.

7 Какие два основных подхода к моделированию живых систем?

- а) создание динамических моделей
- б) алгоритмическое моделирование
- в) математическое моделирование
- г) непрерывное моделирование

8 На чем не основываются динамические модели?

- а) на данных биохимии
- б) молекулярной биологии
- в) цитологии
- г) химической кинетике
- д) биофизике
- е) ДНК генетической информации

9 Продолжите высказывание : Открытые системы –

- а) непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией
- б) функционируют вдали от термодинамического равновесия и, следовательно, требуют энергетических затрат для поддержания существования;
- в) объединяют воедино процессы различной физической природы ( электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с бес прецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов, обуславливающих существование системы

10 Продолжите высказывание: Неравновесные системы -

- а) непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией
- б) функционируют вдали от термодинамического равновесия и, следовательно, требуют энергетических затрат для поддержания существования;
- в) объединяют воедино процессы различной физической природы ( электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с бес прецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов, обуславливающих существование системы

11 Продолжите высказывание: Мультишкальные системы –

- а) непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией
- б) функционируют вдали от термодинамического равновесия и, следовательно, требуют энергетических затрат для поддержания существования;
- в) объединяют воедино процессы различной физической природы ( электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с бес прецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов, обуславливающих существование системы

12 При условии подобия, какими могут быть объекты?

- а) сходственными
  - б) физическими
  - в) логическими
  - г) материальными
- 13 Перечислите способы определения критериев подобия

- а) способ анализа уравнений
- б) способ анализа размерностей
- в) способ подстановки
- г) способ подбора

14 Кем были сформулированы дополнительные положения о подобии?

- а) Н.Е. Жуковским
- б) В.А. Вениковым
- в) Д. Релеем
- г) Ф. Букингемом

15 Какие требования предъявляются математическим моделям?

- а) универсальность
- б) адекватность
- в) точность
- г) экономичность
- д) многофункциональность
- е) гибкость

16 Продолжите высказывание: Линейные модели а) способность отражать нужные свойства объекта с погрешностью не выше заданной.

- б) все функции и отношения, описывающие модель линейно зависят от переменных

в) включает описание связей между основными переменными моделируемого объекта в установившемся режиме без учета изменения параметров во времени.

г) модели, в которых установлено взаимно-однозначное соответствие между переменными описывающими объект или явления.

17 Продолжите высказывание: Детерминированные моделиа) это модели, в которых установлено взаимно-однозначное соответствие между переменными описывающими объект или явления.

б) оцениваются степенью совпадения значений характеристик реального объекта и значения этих характеристик полученных с помощью моделей.

в) все функции и отношения, описывающие модель линейно зависят от переменных

г) это исследование, какого либо объекта или системы объектов путем построения и изучения их моделей

18 Продолжите высказывание: Стахостическая модель -

а) связь между переменными носит случайный характер, иногда это бывает принципиально

б) включает описание связей между основными переменными моделируемого объекта в установившемся режиме без учета изменения параметров во времени.

в) характеризует полноту отображения моделью изучаемых свойств реального объекта

г) описывает связи между основными переменными моделируемого объекта при переходе от одного режима к другому.

19 Какие бывают модели по характеру режимов?

а) статистическими

б) динамическими

в) линейные

г) смешанные

20 Какие этапы относятся к формализации?

а) устанавливается класс задач, к которым может быть отнесена полученная математическая модель объекта. значения некоторых параметров на этом этапе еще могут быть не конкретизированы.

б) на этом этапе устанавливаются окончательные параметры моделей с учетом условия функционирования объекта. для полученной математической задачи выбирается какойлибо метод решения или разрабатывается специальный метод.

в) разработав алгоритм, пишется программа, которая отлаживается, тестируется и получается решение нужной задачи.

г) сопоставляется полученное и предполагаемое решение, проводится контроль погрешности моделирования.

21 Какие этапы относятся к реализации модели?

а) устанавливается класс задач, к которым может быть отнесена полученная математическая модель объекта. значения некоторых параметров на этом этапе еще могут быть не конкретизированы.

б) на этом этапе устанавливаются окончательные параметры моделей с учетом условия функционирования объекта. для полученной математической задачи выбирается какойлибо метод решения или разрабатывается специальный метод.

в) разработав алгоритм, пишется программа, которая отлаживается, тестируется и получается решение нужной задачи.

г) сопоставляется полученное и предполагаемое решение, проводится контроль погрешности моделирования.

22. Продолжите высказывание: математическая модельб) компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени.

б) описывает поведение системы для всех моментов времени из некоторого промежутка.

в) среди параметров модели есть временной параметр, т. е. она отображает систему

(процессы в системе) во времени.

г) представление реальности, один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе

23 Продолжите высказывание: имитационная модель -

а) компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени.

б) описывает поведение системы для всех моментов времени из некоторого промежутка.

в) среди параметров модели есть временной параметр, т. е. она отображает систему (процессы в системе) во времени.

г) представление реальности, один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе

24 Какие работы включает в себя испытание имитационной модели?

а) задание исходной информации

б) верификацию имитационной модели

в) проверку адекватности модели

г) калибровку имитационной модели

д) исследование свойств модели

е) оценка погрешности имитации

25 Продолжите высказывание: Основные прецеденты) представляют самые общие процессы, например покупку товара

б) описывают процессы, которые могут быть не реализованы в системе

в) представляют менее значительные или более редкие процессы, такие как запрос на ассортимент новых товаров.

г) развернутые прецеденты, выражающие общую сущность процесса без детализации их реализации

26 Продолжите высказывание: Атрибуты системы-это

а) авторизация кредитных платежей

б) нефункциональные качества системы

в) внутренний ресурс системы

27 Simulink применяется для решения задач какого моделирования?

а) алгоритмического

б) имитационного

в) математического

г) событийного

28 На какие группы можно разделить современные универсальные пакеты визуального моделирования ?

а) пакеты, использующие язык блочного моделирования

б) пакеты, использующие язык физического моделирования

в) пакеты, использующие математическое моделирование

г) пакеты, ориентированные на использование схемы гибридного автомата

29 На какие виды можно разделить моделирование?

а) структурное

б) искусственное

в) материальное

г) идеальное

30. Каково общее название моделей, которые представляют собой совокупность полезной и нужной информации об объекте?

1) Материальные

2) Информационные

3) Предметные

4) Словесные

<b>Формируемые компетенции (коды)</b>	<b>Номер тестового задания (Вариант 1)</b>
<b>ОК-1</b>	11-15,27-29
<b>ПК-7</b>	1-10, 30
<b>ПК-8</b>	16-26

## **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания компетенции**

### **Критерии оценки зачета:**

- оценка «**зачтено**» выставляется если, обучающемуся демонстрирует полное знание вопроса; имеет навыки, формируемые в процессе обучения, а также демонстрирует владение приемами формируемые в процессе освоения компетенции.
- оценка «**не зачтено**» выставляется если, обучающемуся, не демонстрирует полное знание вопроса, не имеет навыки, формируемые в процессе обучения, а также не демонстрирует владение приемами формируемые в процессе освоения компетенции.

### **Критерии оценки экзамена:**

- оценка «**отлично**» выставляется если, обучающийся глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно, логично и стройно его излагает. В ответе тесно увязывает теорию с практикой, свободно читает результаты анализов и другие исследования, решает ситуационные задачи повышенной сложности. Хорошо знаком с основной литературой и методами исследования большого в объеме, необходимом для практической деятельности врача, увязывает теоретические аспекты предмета с задачами практического здравоохранения, знает вклад отечественных ученых в развитие данной области медицинских знаний, приоритет этих ученых, владеет знаниями основных принципов медицинской деонтологии.
- оценка «**хорошо**» - выставляется если, обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и, по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Умеет решать легкие и средней тяжести ситуационные задачи, владеет методами оценки и проведения лабораторных и клинических исследований в объеме, превышающем обязательный минимум, способен на базе конкретного содержания ответов показать достаточное мышление, оценить достижения современной медицины.
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется если, обучающийся знает только основной материал, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов исследования, слабо знает основные принципы деонтологии.
- оценка «**неудовлетворительно**» выставляется если, обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практическую часть контроля знаний.

### **Критерии оценки задач:**

- оценка «**отлично**» ставится обучающемуся если: ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), с необходимым схематическими изображениями и демонстрациями на анатомических препаратах, с правильным и свободным владением анатомической терминологией; ответы на дополнительные вопросы верные, четкие.
- оценка «**хорошо**» ставится обучающемуся если: ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), в схематических изображениях и демонстрациях на анатомических препаратах, ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие.

- оценка **«удовлетворительно»** ставится обучающемуся если: ответ на вопрос задачи дан правильный. Объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), со значительными затруднениями и ошибками в схематических изображениях и демонстрациях на анатомических препаратах, ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.

- оценка **«не удовлетворительно»** ставится обучающемуся если: ответ на вопрос задачи дан не правильный. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), без умения схематических изображений и демонстраций на анатомических препаратах или с большим количеством ошибок, ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют

### **Критерии оценки реферата:**

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена рассматриваемая проблема и изложен современный взгляд на проблему (новые методы диагностики и лечения), сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; не в полной мере изложен современный взгляд на проблему (новые методы диагностики и лечения); не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

### **Критерии оценки устного ответа:**

- оценка **«отлично»** ставится обучающемуся, давшему полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показавшему совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрывшему основные положения темы, в ответе которого прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений;

- оценка **«хорошо»** ставится обучающемуся, давшему полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показавшему умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. При этом могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя;

- оценка **«удовлетворительно»** ставится обучающемуся, давшему недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ, логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допускаются ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи;

- оценка «**неудовлетворительно**» ставится обучающемуся, допустившему при ответе на вопросы множественные ошибки принципиального характера или не представившему ответов по базовым вопросам дисциплин.

**Критерии оценки тестов:**

- «**отлично**» выставляется если правильно ответил на 90% вопросов теста;
- оценка «**хорошо**» выставляется если правильно ответил на 80-90% вопросов теста;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется если правильно ответил на 70-80% вопросов теста;
- оценка «**не удовлетворительно**» выставляется если правильно ответил на менее 69% вопросов теста.

## Аннотация дисциплины

Дисциплина (Модуль)	(Б1.Б.35) «Физиологическая кибернетика»
Реализуемые компетенции	ОК -1, ПК-7, ПК-8
Результаты освоения дисциплины (модуля)	<p><b>Знать:</b>  - методы реализации моделей на ЭВМ с помощью инструментальных программных средств;  - методы исследования моделей  Шифр: З(ОК-1) -9</p> <p><b>Уметь:</b>  - применять известные модели систем организма для анализа физиологических процессов и состояний;  - логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики  Шифр: У (ОК-1) -9</p> <p><b>Владеть:</b>  приемами представления результатов экспериментальной работы в виде таблиц, графиков,  умением логически рассуждать по представленной теме, используя знание основных законов физиологической кибернетики  Шифр: В (ОК-1) -9</p> <p><b>Знать:</b>  основы теории систем и системного анализа  Шифр: З (ПК-7)-1</p> <p><b>Уметь:</b>  применять основы теории систем и системного анализа в медицине  Шифр: У (ПК-7)-1</p> <p><b>Владеть:</b>  системным анализом биологических и организационных систем.  Шифр: В (ПК-7)-1</p> <p><b>Знать:</b> основы создания математических и эвристических моделей, физиологические системы организма, основные методы исследования свойств и поведения систем организма  Шифр З(ПК-8)-5</p> <p><b>Уметь:</b> исследовать сложные биологические системы, выбирать методы анализа для конкретных задач  Шифр У(ПК-8)-5</p> <p><b>Владеть:</b> методами создания математических и эвристических моделей физиологических систем, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных способов лечения, экспертных систем  Шифр В(ПК-8)-5</p>

Трудоемкость, з.е.	<b>324 часов, з.е. 9</b>
Формы отчетности (в т.ч. по семестрам)	7 семестр - зачет 8 семестр - экзамен