



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИАТЭ
протокол №9 от 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института цифровых технологий и экономики

Р.Р. Закиева

«28» октября 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Математическое моделирование и методы обработки медико-биологических данных

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки

12.04.01 Приборостроение

Направленность(и)
(профиль(и))

Интеллектуальные медицинские системы, аппараты
и комплексы

Квалификация

Магистр

г. Казань, 2025

Программу разработал(и):

Наименование кафедр	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ПМ	Зав.каф., д.т.н., доц.	Козелков О.В

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ПМ	07.10.2025	№3	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Козелков О.В.
Согласована	ПМ	07.10.2025	№3	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Козелков О.В.
Согласована	Учебно-методический совет ИТЦЭ	28.10.2025	№3	_____ Директор, д.п.н., доц. Закиева Р.Р.
Одобрена	Ученый совет ИЦТЭ	28.10.2025	№3	_____ Директор, д.п.н., доц. Закиева Р.Р.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины Б1.В.05 Математическое моделирование в приборных системах является обеспечение подготовки магистрантов в области построения и исследования цифро-аналоговых систем измерения на основе определения структуры и параметров аналоговых и цифровых фильтров обеспечивающих заданную точность процесса измерения.

К задачам изучения дисциплины относятся:

- овладение методикой построения динамических моделей систем измерения в программной среде matlab-simulink;
- подготовка магистрантов для решения научных задач исследования цифро-аналоговых систем измерения;
- формирование навыков моделирования аналоговых и цифровых алгоритмов с использованием программной среды matlab-simulink.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 Способен к проектированию микро-процессорных средств измерения и контроля биомедицинских сигналов	ПК-3.3 Оценивает параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля
ПК-4 Способен к научно-исследовательской деятельности в области интеллектуальных медико-технических систем и медицинского приборостроения	ПК-4.1 Строит модели объектов исследования и предлагает алгоритмы решения задачи ПК-4.2 Выбирает оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований, проводит измерения с выбором медико-технических средств и обработкой результатов для внедрения в медико-биологическую практику ПК-4.3 Применяет компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных с внедрением в медико-биологическую практику

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: САПР в электронике, Теория и практика саморазвития, Теория и практика научных исследований, Математические методы моделирования и прогнозирования.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: Анализ и синтез микропроцессорных систем, Организация и планирование эксперимента и технологического процесса, Методология и современные проблемы в медицинской инженерии.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			2		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА *	-	74	74		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,22	44	44		
Лекции	0,38	14	14		
Практические (семинарские) занятия	0,84	30	30		
Лабораторные работы	0	0	0		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	1,77	64	64		
Проработка учебного материала	0,77	28	28		
Курсовой проект	0	0	0		
Курсовая работа	1	0	36		
Подготовка к промежуточной аттестации	1	0	36		
Промежуточная аттестация:			Э		

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Аналоговые модели элементов и систем измерения	19	4		8	7	ТК1	ПК-3.3.3, ПК-3.3.У, ПК-3.3.В,
Раздел 2. Дискретные модели элементов и систем измерения	19	4		8	7	ТК2	ПК-4.1.3, ПК-4.1.У, ПК-4.1.В,
Раздел 3. Моделирование систем измерения с аналоговыми фильтрами	19	4		8	7	ТК3	ПК-4.2.3, ПК-4.2.У, ПК-4.2.В,
Раздел 4. Моделирование цифро-аналоговых систем измерения с цифровыми фильтрами	15	2		6	7	ТК4	ПК-4.3.3, ПК-4.3.У, ПК-4.3.В,
Курсовая работа	36				36	ОМкр	ПК-4.3.3, ПК-4.2.У, ПК-4.1.В,
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-3.3.3.У.В., ПК-4.1.3.У.В., ПК-4.2.3.У.В, ПК-4.3.3.У.В,
ИТОГО	144	14		30	100		

3.3. Содержание дисциплины

Номер раздела	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Аналоговые модели элементов и систем измерения	4
2	Дискретные модели элементов и систем измерения	4
3	Моделирование систем измерения с аналоговыми фильтрами	4
4	Моделирование цифро-аналоговых систем измерения с цифровыми фильтрами сигналов	2
	Всего	14

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Расчет, синтез и моделирование аналоговых элементов и фильтров систем измерения в matlab-simulink	8
2	Расчет, синтез и моделирование дискретных элементов и цифровых фильтров систем измерения в matlab-simulink	8
3	Исследование аналоговой системы измерения в matlab-simulink и анализ результатов моделирования	8
4	Исследование цифро-аналоговой системы измерения в matlab-simulink и анализ результатов моделирования	6
	Всего	30

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Курсовая работа

Предварительные темы курсовых работ:

1. Применение методов регрессионного анализа для прогнозирования эффективности лекарственной терапии на основе ограниченных клинических данных
2. Математическое моделирование распространения инфекционного заболевания (на примере COVID-19) с использованием дифференциальных уравнений (модель SIR и её модификации)
3. Кластеризация пациентов с хроническими заболеваниями методами машинного обучения (k-means, иерархическая кластеризация) на основе многомерных лабораторных показателей
4. Применение метода главных компонент (PCA) для снижения размерности и визуализации геномных данных
5. Моделирование роста опухоли на основе дифференциальных уравнений (модель Гомпертца, логистическая модель) и её параметрическая идентификация по клиническим данным
6. Разработка алгоритма обнаружения артефактов в электрокардиосигнале с использованием вейвлет-преобразования

7. Построение и валидация модели прогнозирования риска развития сердечно-сосудистых событий на основе логистической регрессии и ROC-анализа

8. Сравнительный анализ методов интерполяции и сглаживания временных рядов физиологических параметров пациента (на примере данных интенсивной терапии)

9. Применение байесовских сетей доверия для дифференциальной диагностики заболеваний на основе набора симптомов и лабораторных тестов

10. Анализ выживаемости пациентов с онкологическими заболеваниями с использованием метода Каплана-Мейера и регрессионной модели пропорциональных рисков Кокса

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК-3.3 Оценивает параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля	знать:				
		Основные параметры биомедицинских сигналов	Знает основные параметры биомедицинских сигналов	Знает основные параметры биомедицинских сигналов, допускает неточности	Знает основные параметры биомедицинских сигналов, допускает ошибки	Не знает основные параметры биомедицинских сигналов
		уметь:				
		Оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля	Умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля	Умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля, допускает неточности	Умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля, допускает ошибки	Не умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля
		владеть:				
		Навыками оценки параметров биомедицинских сигналов	Владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов	Владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов, допускает	Владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов, допускает ошибки	Не владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов

				неточности		
ПК-4	ПК-4.1 Строит модели объектов исследования и предлагает алгоритмы решения задачи	Знать:				
		Методы построения моделей объектов исследования	Знает методы построения моделей объектов исследования	Знает методы построения моделей объектов исследования, допускает неточности	Знает методы построения моделей объектов исследования, допускает ошибки	Не знает методы построения моделей объектов исследования
		Уметь:				
		Строить модели и предлагать алгоритмы решения задач	Умеет строить модели и предлагать алгоритмы решения задач	Умеет строить модели и предлагать алгоритмы решения задач, допускает неточности	Умеет строить модели и предлагать алгоритмы решения задач, допускает ошибки	Не умеет строить модели и предлагать алгоритмы решения задач
	ПК-4.2 Выбирает оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований, проводит измерения с выбором медицинских средств и обработкой результатов для внедрения в медицинскую практику	Знать:				
		оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований	Знает оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований	Знает оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований, допускает неточности	Знает оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований, допускает ошибки	Не знает оптимальные методы и разрабатывает программы экспериментальных исследований
		Уметь:				
		проводить измерения с выбором медицинских средств и обработкой результатов	Умеет проводить измерения с выбором медицинских средств и обработкой результатов	Умеет проводить измерения с выбором медицинских средств и обработкой результатов, допускает неточности	Умеет проводить измерения с выбором медицинских средств и обработкой результатов, допускает ошибки	Не умеет проводить измерения с выбором медицинских средств и обработкой результатов
		Владеть:				
		Навыками построения моделей объектов исследования	Владеет навыками построения моделей объектов исследования	Владеет навыками построения моделей объектов исследования, допускает неточности	Владеет навыками построения моделей объектов исследования, допускает ошибки	Не владеет навыками построения моделей объектов исследования
		Владеть:				
		Навыками выбора оптимальных методов разработки про-	Владеет навыками выбора оптимальных методов раз-	Владеет навыками выбора оптимальных методов разработки	Владеет навыками выбора оптимальных методов разработки про-	Не владеет навыками выбора оптимальных методов разработки про-

		грамм экспериментальных исследований	работки программ экспериментальных исследований	программ экспериментальных исследований, допускает неточности	грамм экспериментальных исследований, допускает ошибки	грамм экспериментальных исследований
	ПК-4.3	Знать:				
	Применяет компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных с внедрением в медико-биологическую практику	компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных	Знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных	Знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных, допускает неточности	Знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных, допускает ошибки	Не знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных
		Уметь:				
		Применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных	Умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных	Умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных, допускает неточности	Умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных, допускает ошибки	Не умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных
		Владеть:				
		Навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику	Владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику	Владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику, допускает неточности	Владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику, допускает ошибки	Не владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Проектирование мехатронных систем : учебное пособие/ О. В. Погодицкий, Н. А. Малев. - Казань : КГЭУ. Ч. 1 : Анализ и синтез. - 2018. - 312 с.
2. Муромцев, Д. Ю. Математическое обеспечение САПР : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. — 2-е изд. перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1573-1. — Текст : элек-

тронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211466>

3. Расчёт математических моделей динамических систем аналитическим численным методом: модели с сосредоточенными и распределёнными параметрами : переходные и периодические режимы / Ю. А. Бычков, С. В. Щербаков ; Санкт-Петербургский гос. электротехнический ун-т "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина). - Санкт-Петербург : Технолит, 2010. - 379 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-7629-1038-5

5.1.2. Дополнительная литература

1. Цифровые системы управления: учебное пособие / О. В. Погодицкий ; М-во образования и науки Российской Федерации , Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Казанский гос. энергетический ун-т". - 2-е изд., перераб. и доп. - Казань : Казанский гос. энергетический ун-т, 2010. - 183 с. : ил.; 20 см.; ISBN 978-5-89873-242-4

2. Ситников С.Ю., Ситников Ю.К. Интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре: учеб. Пособие /С.Ю. Ситников, Ю.К. Ситников. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2013. – 132 с.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Электронный адрес
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	eLIBRARY.RU	Крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки и техники	www.elibrary.ru Доступ свободный Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза
2	eLIBRARY.ru (Архив журналов РАН)	Российская академия наук и издательство «Наука» открыли свободный доступ к архивам журналов РАН на платформе eLIBRARY.ru	https://elibrary.ru/titlerefgroup.asp?titlerefgroupid=3 Доступ свободный Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза

3	Russian Science Citation Index (RSCI)	В рамках поддержки национального проекта «Наука» и решения задачи по повышению уровня отечественных научных журналов РАН, совместно с компаниями Clarivate Analytics и НЭБ (eLibrary) был создан российский индекс цитирования, Russian Science Citation Index, или «русская полка» журналов на платформе Web of Science.	clarivate.ru Доступ свободный
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	Ресурс обеспечивает свободный доступ к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов, к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования	http://window.edu.ru/ Доступ свободный

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программно-го обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Браузер Google Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
2	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно

3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	MatLab	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений	Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License): договор №2013.39442, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Компьютерный класс с выходом в Интернет А-323	Специализированная учебная мебель, интерактивная доска, проектор, компьютер в комплекте с монитором (16 шт.), лицензионное программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-

двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся). Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;
- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по

отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

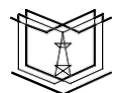
- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реали- зующей дисци- плину	«Согласовано» пред- седатель УМК ин- ститута (факультета), в состав которого входит
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Б1.В.05 Математическое моделирование и методы обработки медико-биологических данных

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки

12.04.01 Приборостроение

Направленность(и)
(профиль(и))

Интеллектуальные медицинские системы, аппараты
и комплексы

Квалификация

Магистр

Оценочные материалы по дисциплине Математическое моделирование и методы обработки медико-биологических данных, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикат рам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 1

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели									
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	IV текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК4	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Аналоговые модели элементов и систем измерения	ТК1	10	0-5							10-15	10-15
Письменный опрос		4									
Защита практической работы		3									
Опрос по разделу		3									
Раздел 2. Дискретные модели элементов и систем измерения	ТК2			10	0-5					10-15	10-15
Письменный опрос				4							
Защита практической работы				3							
Опрос по разделу				3							
Раздел 3. Моделирование систем измерения с аналоговыми фильтрами	ТК3					10	0-5			10-15	10-15
Письменный опрос						4					
Защита практической работы						3					
Опрос по разделу						3					
Раздел 4. Моделирование цифроаналоговых систем измерения с цифровыми фильтрами	ТК4							10	0-5	10-15	10-15
Письменный опрос								4			
Защита практической работы								3			

Опрос по разделу								3			
Промежуточная аттестация (зачет)	ОМ										0-40
Задание промежуточной аттестации											0-15
В письменной форме по билетам											0-25

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК-3.3 Оценивает параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля	знать:				
		Основные параметры биомедицинских сигналов	Знает основные параметры биомедицинских сигналов	Знает основные параметры биомедицинских сигналов, допускает неточности	Знает основные параметры биомедицинских сигналов, допускает ошибки	Не знает основные параметры биомедицинских сигналов
		уметь:				
		Оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля	Умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля	Умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля, допускает неточности	Умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля, допускает ошибки	Не умеет оценивать параметры биомедицинских сигналов с применением приборных и программных средств контроля
ПК-4	ПК-4.1 Строит модели объектов исследования и предлагает	владеть:				
		Навыками оценки параметров биомедицинских сигналов	Владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов	Владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов, допускает неточности	Владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов, допускает ошибки	Не владеет навыками оценки параметров биомедицинских сигналов
ПК-4	ПК-4.1 Строит модели объектов исследования и предлагает	Знать:				
		Методы построения моделей объектов исследования	Знает методы построения моделей объектов исследования	Знает методы построения моделей объектов исследования, допускает	Знает методы построения моделей объектов исследования, допускает	Не знает методы построения моделей объектов исследования

	алгоритмы решения за- дачи			допускает неточности	ошибки	
		Уметь:				
		Строить моде- ли и предлага- ть алгорит- мы решения задач	Умеет стро- ить модели и предлагать алгоритмы решения за- дач	Умеет стро- ить модели и предлагать алгоритмы решения задач, до- пускает не- точности	Умеет стро- ить модели и предлагать алгоритмы решения за- дач, допуска- ет ошибки	Не умеет строить мо- дели и пред- лагать алго- ритмы ре- шения задач
		Владеть:				
		Навыками по- строения мо- делей объек- тов исследо- вания	Владеет навыками построения моделей объ- ектов иссле- дования	Владеет навыками построения моделей объектов исследова- ния, допус- кает неточ- ности	Владеет навыками построения моделей объ- ектов иссле- дования, до- пускает ошибки	Не владеет навыками построения моделей объектов ис- следования
ПК-4.2	Выбирает оптимальные методы и разрабатыва- ет програм- мы экспери- ментальных исследова- ний, прово- дит измере- ния с выбо- ром медико- технических средств и об- работкой ре- зультатов для внедре- ния в меди- ко- биологиче- скую прак- тику	Знать:				
		оптимальные методы и раз- рабатывает программы эксперимен- тальных ис- следований	Знает опти- мальные ме- тоды и раз- рабатывает программы эксперимен- тальных ис- следований	Знает опти- мальные методы и разрабатыва- ет про- граммы экспери- ментальных исследова- ний, допус- кает неточ- ности	Знает опти- мальные ме- тоды и раз- рабатывает программы эксперимен- тальных ис- следований, допускает ошибки	Не знает оп- тимальные методы и разрабатыва- ет про- граммы экс- перимен- тальных ис- следований
		Уметь:				
		проводить из- мерения с вы- бором медико- технических средств и об- работкой ре- зультатов	Умеет про- водить изме- рения с вы- бором меди- ко- технических средств и об- работкой ре- зультатов	Умеет про- водить из- мерения с выбором медико- техниче- ских средств и обработкой результата- тов, допус- кает неточ- ности	Умеет про- водить изме- рения с вы- бором меди- ко- технических средств и об- работкой ре- зультатов, допускает ошибки	Не умеет проводить измерения с выбором ме- ди-ко- технических средств и обработкой результатов
		Владеть:				
		Навыками вы- бора опти- мальных ме- тодов разра- ботки про- грамм экспе- риментальных исследований	Владеет навыками выбора оп- тимальных методов раз- работки про- грамм экспе- рименталь- ных исследо- ваний	Владеет навыками выбора оп- тимальных методов разработки программ экспери- ментальных исследова- ний, допус- кает неточ- ности	Владеет навыками выбора оп- тимальных методов раз- работки про- грамм экспе- рименталь- ных исследо- ваний, до- пускает ошибки	Не владеет навыками выбора оп- тимальных методов раз- работки про- грамм экс- перимен- тальных ис- следований
ПК-4.3		Знать:				

	Применяет компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных с внедрением в медико-биологическую практику	компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных	Знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных	Знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных, допускает неточности	Знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных, допускает ошибки	Не знает компьютерные методы моделирования и цифровую обработку данных
		Уметь:				
		Применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных	Умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных	Умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных, допускает неточности	Умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных, допускает ошибки	Не умеет применять компьютерные методы моделирования и цифровой обработки данных
		Владеть:				
		Навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику	Владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику	Владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику, допускает неточности	Владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику, допускает ошибки	Не владеет навыками внедрения компьютерных моделей в медико-биологическую практику

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение за верно выполненные задания практических занятий и письменных опросов; глубокое понимание особенностей применения информационных технологий в медицине; демонстрацию навыков решения типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью; полные и содержательные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«хорошо»** выставляется за большинство верно выполненных заданий практических занятий и письменных опросов; хорошее владение методами применения информационных технологий в медицине; достаточно полные и содержательные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при 60% верно выполненных заданий практических занятий и письменных опросов; среднее понимание особенностей применения информационных технологий в медицине; посредственные способности применения информационных технологий в медицине; посредственные ответы на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение заданий практических занятий и тестов; отсутствие понимания особенностей применения информационных технологий в медицине; неспособность применять информационные технологии в медицине; отсут-

ствие ответов на вопросы экзаменационного билета.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект заданий
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определенных, основных понятий темы/дисциплины
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы работ

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

1. Дайте определение аналоговой модели. В чем ее отличие от дискретной (цифровой) модели применительно к описанию биологических сигналов (например, ЭКГ или давления крови)?

2. Перечислите основные типы аналоговых моделей, используемых для описания элементов медико-биологических систем (механические, электрические, гидравлические, пневматические аналогии).

3. Принцип электроаналогового моделирования кровеносной системы: как и почему сопротивление сосудов моделируется электрическим сопротивлением, а податливость стенок — емкостью конденсатора?

4. Как построить аналоговую модель измерительного преобразователя температуры (например, термопары или термистора) в виде эквивалентной электрической схемы?

5. Что такое «золотниковый принцип» в гидравлических аналоговых моделях и как он применяется для моделирования работы сердечных клапанов?

6. Объясните метод электрогидравлической аналогии (модель Франка) для описания гемодинамики в артериальной системе. Что такое двух- и трехэлементная модель Windkessel?

7. Как с помощью аналоговой RC-цепи (резистор-конденсатор) смоделировать процесс диффузии лекарственного вещества через биологическую мембрану?

8. В чем заключается принцип аналогового моделирования дыхательной системы (механическая аналогия: сопротивление воздухоносных путей, эластичность легких и грудной клетки)?

9. Каковы преимущества и ограничения использования аналоговых моделей по сравнению с численными методами для обработки медико-биологических данных в реальном времени?

10. Как выполнить преобразование «механическая система (масса-пружина-демпфер) → электрическая аналоговая модель» для моделирования биомеханических свойств костной ткани или суставного хряща?

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

1. Дайте определение дискретной модели. В чем её принципиальное отличие от аналоговой модели при обработке медико-биологических сигналов (например, ЭКГ или ЭЭГ)?

2. Что такое процесс дискретизации (семплирования) физиологического сигнала во времени? Сформулируйте теорему Котельникова (Найквиста-Шеннона) для медико-биологических измерений.

3. Объясните понятие «период квантования» и «частота дискретизации». Приведите примеры выбора частоты дискретизации для сигналов разной природы (температура тела, электрокардиосигнал, фотоплетизмограмма).

4. Какой эффект возникает при нарушении теоремы Котельникова (алиасинг, наложение спектров)? Приведите пример артефакта в биомедицинском сигнале, вызванного недостаточной частотой дискретизации.

5. Что такое квантование уровня сигнала (амплитудное квантование)? Как ошибка квантования влияет на точность измерения биопотенциалов (например, при регистрации ЭЭГ)?

6. Постройте простейшую дискретную модель линейной динамической системы (например, RC-цепи) в форме разностного уравнения. Как оно связывает входной и выходной дискретные сигналы?

7. Что такое z-преобразование и для чего оно используется при анализе дискретных моделей систем измерения в медико-биологической практике?

8. Как перейти от аналоговой передаточной функции (например, модели гемодинамики) к дискретной с помощью билинейного преобразования (преобразования Тастина)?

9. Объясните разницу между рекурсивными (БИХ-фильтры) и нерекурсивными (КИХ-фильтры) дискретными моделями. Приведите примеры их применения для фильтрации артефактов движения в фотоплетизмограмме.

10. Как построить дискретную модель измерительного канала с учетом задержки (латентного периода) и помехи квантования на примере обработки сигнала пульсоксиметра?

Для текущего контроля ТК3:

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

1. Дайте определение аналогового фильтра. Какова его роль в системе измерения медико-биологических сигналов (например, ЭКГ, ЭЭГ, фотоплетизмограммы)?

2. Перечислите основные типы аналоговых фильтров по виду амплитудно-частотной характеристики (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ). Приведите пример клинической задачи для каждого типа.

3. Объясните концепцию передаточной функции $H(s)$ аналогового фильтра. Что такое полюса и нули передаточной функции и как они влияют на частотные свойства фильтра?

4. Что такое порядок аналогового фильтра? Как порядок фильтра связан с крутизной среза АЧХ в полосе задерживания?

5. Сравните фильтры Баттерворта и Чебышева (тип I и II). Каковы их преимущества и недостатки при обработке физиологических сигналов с ограниченным динамическим диапазоном?

6. Как спроектировать простейший ФНЧ первого порядка на основе RC-цепи? Приведите его передаточную функцию, частоту среза и фазо-частотную характеристику.

7. Какие артефакты и помехи в медико-биологических сигналах устраняются с помощью режекторного фильтра? Почему стандартной является частота режекции 50 Гц (или 60 Гц)?

8. Объясните принцип работы активного аналогового фильтра на основе операционного усилителя. В чем его преимущество перед пассивным RC-фильтром при измерении слабых биопотенциалов (например, ЭЭГ)?

9. Что такое каскадирование (последовательное соединение) аналоговых фильтров? Приведите пример построения полосового фильтра путем каскадирования ФНЧ и ФВЧ.

10. Как смоделировать в MATLAB/Simulink (или аналогичной среде) систему измерения артериального давления с аналоговым ФНЧ для подавления высокочастотных помех от электрохирургического оборудования?

Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ПК-3, ПК-4

1. Дайте определение цифро-аналоговой системы измерения. Из каких основных функциональных блоков она состоит (АЦП, цифровой фильтр, ЦАП, микроконтроллер)?

2. В чем заключается принципиальное отличие цифрового фильтра от аналогового при обработке медико-биологических сигналов? Каковы преимущества цифровой фильтрации (точность, перестраиваемость, отсутствие дрейфа)?
3. Что такое структура цифрового фильтра? Опишите прямую, каноническую и транспонированную формы реализации КИХ- и БИХ-фильтров.
4. Объясните разницу между КИХ-фильтрами (FIR — Finite Impulse Response) и БИХ-фильтрами (IIR — Infinite Impulse Response) в контексте моделирования систем измерения. Приведите примеры применения каждого типа в медицинском приборостроении.
5. Как синтезировать цифровой фильтр на основе аналогового прототипа методами инвариантного преобразования импульсной характеристики (билинейное преобразование)? Каковы ограничения этого подхода?
6. Что такое частота Найквиста и как она влияет на проектирование цифрового фильтра в системе измерения с АЦП? Приведите пример выбора частоты дискретизации перед цифровой фильтрацией ЭКГ-сигнала.
7. Как моделируется работа АЦП в составе цифро-аналоговой системы измерения (эффекты квантования, насыщения, нелинейности) применительно к цифровой фильтрации?
8. Объясните понятие «звон Гиббса» (Gibbs phenomenon) при реализации КИХ-фильтров с прямоугольным окном. Как окна (Ханна, Хэмминга, Блэкмана) влияют на форму частотной характеристики цифрового фильтра?
9. Как спроектировать цифровой режекторный фильтр (например, для подавления сетевой наводки 50 Гц) с помощью метода нулей и полюсов на z -плоскости?
10. Приведите пример моделирования в Simulink (или Python/Matlab) системы измерения фотоплетизмограммы с последовательным включением: аналоговый ФНЧ (антиалиасинговый) → АЦП → цифровой полосовой КИХ-фильтр. Какие параметры необходимо рассчитать для каждого блока?

Курсовая работа (ОМкр)

Предварительные темы курсовых работ:

1. Применение методов регрессионного анализа для прогнозирования эффективности лекарственной терапии на основе ограниченных клинических данных
2. Математическое моделирование распространения инфекционного заболевания (на примере COVID-19) с использованием дифференциальных уравнений (модель SIR и её модификации)
3. Кластеризация пациентов с хроническими заболеваниями методами машинного обучения (k-means, иерархическая кластеризация) на основе многомерных лабораторных показателей
4. Применение метода главных компонент (PCA) для снижения размерности и визуализации геномных данных
5. Моделирование роста опухоли на основе дифференциальных уравнений (модель Гомпертца, логистическая модель) и её параметрическая идентификация по клиническим данным

6. Разработка алгоритма обнаружения артефактов в электрокардиосигнале с использованием вейвлет-преобразования

7. Построение и валидация модели прогнозирования риска развития сердечно-сосудистых событий на основе логистической регрессии и ROC-анализа

8. Сравнительный анализ методов интерполяции и сглаживания временных рядов физиологических параметров пациента (на примере данных интенсивной терапии)

9. Применение байесовских сетей доверия для дифференциальной диагностики заболеваний на основе набора симптомов и лабораторных тестов

10. Анализ выживаемости пациентов с онкологическими заболеваниями с использованием метода Каплана-Мейера и регрессионной модели пропорциональных рисков Кокса

Для промежуточной аттестации (Экзамен):

Зачет является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретенных в результате изучения дисциплины

Вопросы к зачету

1. Дайте определение аналоговой модели. В чем ее отличие от дискретной (цифровой) модели применительно к описанию биологических сигналов (например, ЭКГ или давления крови)?

2. Перечислите основные типы аналоговых моделей, используемых для описания элементов медико-биологических систем (механические, электрические, гидравлические, пневматические аналогии).

3. Принцип электроаналогового моделирования кровеносной системы: как и почему сопротивление сосудов моделируется электрическим сопротивлением, а податливость стенок — емкостью конденсатора?

4. Как построить аналоговую модель измерительного преобразователя температуры (например, термопары или термистора) в виде эквивалентной электрической схемы?

5. Что такое «золотниковый принцип» в гидравлических аналоговых моделях и как он применяется для моделирования работы сердечных клапанов?

6. Объясните метод электрогидравлической аналогии (модель Франка) для описания гемодинамики в артериальной системе. Что такое двух- и трехэлементная модель Windkessel?

7. Как с помощью аналоговой RC-цепи (резистор-конденсатор) смоделировать процесс диффузии лекарственного вещества через биологическую мембрану?

8. В чем заключается принцип аналогового моделирования дыхательной системы (механическая аналогия: сопротивление воздухоносных путей, эластичность легких и грудной клетки)?

9. Каковы преимущества и ограничения использования аналоговых моделей по сравнению с численными методами для обработки медико-биологических данных в реальном времени?

11. Как выполнить преобразование «механическая система (масса-пружина-демпфер) → электрическая аналоговая модель» для моделирования биомеханических свойств костной ткани или суставного хряща?

12. Дайте определение дискретной модели. В чем её принципиальное отличие от аналоговой модели при обработке медико-биологических сигналов (например, ЭКГ или ЭЭГ)?

13. Что такое процесс дискретизации (семплирования) физиологического сигнала во времени? Сформулируйте теорему Котельникова (Найквиста-Шеннона) для медико-биологических измерений.

14. Объясните понятие «период квантования» и «частота дискретизации». Приведите примеры выбора частоты дискретизации для сигналов разной природы (температура тела, электрокардиосигнал, фотоплетизмограмма).

15. Какой эффект возникает при нарушении теоремы Котельникова (алиасинг, наложение спектров)? Приведите пример артефакта в биомедицинском сигнале, вызванного недостаточной частотой дискретизации.

16. Что такое квантование уровня сигнала (амплитудное квантование)? Как ошибка квантования влияет на точность измерения биопотенциалов (например, при регистрации ЭЭГ)?

17. Постройте простейшую дискретную модель линейной динамической системы (например, RC-цепи) в форме разностного уравнения. Как оно связывает входной и выходной дискретные сигналы?

18. Что такое z-преобразование и для чего оно используется при анализе дискретных моделей систем измерения в медико-биологической практике?

19. Как перейти от аналоговой передаточной функции (например, модели гемодинамики) к дискретной с помощью билинейного преобразования (преобразования Тастина)?

20. Объясните разницу между рекурсивными (БИХ-фильтры) и нерекурсивными (КИХ-фильтры) дискретными моделями. Приведите примеры их применения для фильтрации артефактов движения в фотоплетизмограмме.

21. Как построить дискретную модель измерительного канала с учетом задержки (латентного периода) и помехи квантования на примере обработки сигнала пульсоксиметра?

22. Дайте определение аналогового фильтра. Какова его роль в системе измерения медико-биологических сигналов (например, ЭКГ, ЭЭГ, фотоплетизмограммы)?

23. Перечислите основные типы аналоговых фильтров по виду амплитудно-частотной характеристики (ФНЧ, ФВЧ, ПФ, РФ). Приведите пример клинической задачи для каждого типа.

24. Объясните концепцию передаточной функции $H(s)$ аналогового фильтра. Что такое полюса и нули передаточной функции и как они влияют на частотные свойства фильтра?

25. Что такое порядок аналогового фильтра? Как порядок фильтра связан с крутизной среза АЧХ в полосе задерживания?

26. Сравните фильтры Баттерворта и Чебышева (тип I и II). Каковы их преимущества и недостатки при обработке физиологических сигналов с ограниченным динамическим диапазоном?

31. Как спроектировать простейший ФНЧ первого порядка на основе RC-цепи? Приведите его передаточную функцию, частоту среза и фазо-частотную характеристику.

32. Какие артефакты и помехи в медико-биологических сигналах устраняются с помощью режекторного фильтра? Почему стандартной является частота режекции 50 Гц (или 60 Гц)?

33. Объясните принцип работы активного аналогового фильтра на основе операционного усилителя. В чем его преимущество перед пассивным RC-фильтром при измерении слабых биопотенциалов (например, ЭЭГ)?

34. Что такое каскадирование (последовательное соединение) аналоговых фильтров? Приведите пример построения полосового фильтра путем каскадирования ФНЧ и ФВЧ.

35. Как смоделировать в MATLAB/Simulink (или аналогичной среде) систему измерения артериального давления с аналоговым ФНЧ для подавления высокочастотных помех от электрохирургического оборудования?

36. Дайте определение цифро-аналоговой системы измерения. Из каких основных функциональных блоков она состоит (АЦП, цифровой фильтр, ЦАП, микроконтроллер)?

37. В чем заключается принципиальное отличие цифрового фильтра от аналогового при обработке медико-биологических сигналов? Каковы преимущества цифровой фильтрации (точность, перестраиваемость, отсутствие дрейфа)?

38. Что такое структура цифрового фильтра? Опишите прямую, каноническую и транспонированную формы реализации КИХ- и БИХ-фильтров.

39. Объясните разницу между КИХ-фильтрами (FIR — Finite Impulse Response) и БИХ-фильтрами (IIR — Infinite Impulse Response) в контексте моделирования систем измерения. Приведите примеры применения каждого типа в медицинском приборостроении.

40. Как синтезировать цифровой фильтр на основе аналогового прототипа методами инвариантного преобразования импульсной характеристики (билинейное преобразование)? Каковы ограничения этого подхода?

41. Что такое частота Найквиста и как она влияет на проектирование цифрового фильтра в системе измерения с АЦП? Приведите пример выбора частоты дискретизации перед цифровой фильтрацией ЭКГ-сигнала.

42. Как моделируется работа АЦП в составе цифро-аналоговой системы измерения (эффекты квантования, насыщения, нелинейности) применительно к цифровой фильтрации?

43. Объясните понятие «звон Гиббса» (Gibbs phenomenon) при реализации КИХ-фильтров с прямоугольным окном. Как окна (Ханна, Хэмминга, Блэкмана) влияют на форму частотной характеристики цифрового фильтра?

44. Как спроектировать цифровой режекторный фильтр (например, для подавления сетевой наводки 50 Гц) с помощью метода нулей и полюсов на z -плоскости?

45. Приведите пример моделирования в Simulink (или Python/Matlab) системы измерения фотоплетизмограммы с последовательным включением: аналоговый ФНЧ (антиалиасинговый) → АЦП → цифровой полосовой КИХ-фильтр. Какие параметры необходимо рассчитать для каждого блока?