

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт
электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

А.Г. Балашов
«20» сентября 2023



ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ
В БИОМЕДИЦИНСКИХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ»

Программа повышения квалификации разработана в Центре НТИ «Сенсорика»

Москва – 2023

1. Цель реализации программы

Цель программы – получение слушателями знаний, умений и опыта деятельности в области цифрового анализа и фильтрации информации, получаемой с биомедицинских сенсоров. В результате изучения программы слушатели изучат основной математический аппарат, применяемый для анализа и обработки информации, получат навыки программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на языке программирования высокого уровня.

2. Характеристика профессиональной деятельности и (или) квалификации

Область профессиональной деятельности: связь, информационные и коммуникационные технологии.

Вид экономической деятельности: деятельность в области информации и связи

Укрупненная группа специальностей: 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи

Квалификация: новая квалификация не приобретается.

3. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – способен разрабатывать специальное программное обеспечение средств цифровой обработки биомедицинских сигналов.

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- математические методы, применяемые для анализа и обработки биомедицинских сигналов;
- методы выполнения технических расчетов для построения цифровых фильтров;

уметь:

- производить технические расчеты для построения цифровых фильтров;
- строить алгоритмы цифровой фильтрации биомедицинских сигналов.

иметь практический опыт:

- программной реализации алгоритмов цифровой фильтрации биомедицинских сигналов.

4. Содержание программы

Учебный план
программы повышения квалификации
«Цифровая обработка сигналов в биомедицинских сенсорных сетях»

Категория слушателей – лица с законченным высшим образованием в области инженерного дела, технологий и технических наук.

Срок обучения – 72 часа

Форма обучения: заочная

№ п/п	Наименование разделов/модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и/или лабораторные занятия		
1.	Анализ биомедицинских сигналов	36	8	-	28	ЭО и ДОТ
2.	Обработка биомедицинских сигналов	36	8	-	28	ЭО и ДОТ
	Итоговая аттестация	Зачет				
	Всего	72	16	-	56	

Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
«Цифровая обработка сигналов в биомедицинских сенсорных сетях»

№ п/п	Наименование разделов/модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и/или лабораторные занятия		
1.	Анализ биомедицинских сигналов	36	8	-	28	ЭО и ДОТ
1.1	Математические методы спектрального анализа	8	4	-	4	ЭО и ДОТ
1.2	Компьютерные методы спектрального анализа	28	4	-	24	ЭО и ДОТ
2.	Обработка биомедицинских сигналов	36	8	-	28	ЭО и ДОТ
2.1	Математические методы обработки сигналов	8	4	-	4	ЭО и ДОТ
2.2	Цифровые фильтры	28	4	-	24	ЭО и ДОТ
	Итоговая аттестация	Зачет				
	Всего	72	16	-	56	

Календарный учебный график

Календарный учебный график составляется в форме расписания занятий при наборе группы и прилагается к программе повышения квалификации.

Учебная программа повышения квалификации

«Цифровая обработка сигналов в биомедицинских сенсорных сетях»

Раздел 1. Анализ биомедицинских сигналов (26 часов).

Тема 1.1. Математические методы спектрального анализа.

Содержание темы. Биомедицинские сенсорные сети; биомедицинские сигналы; временное, пространственное и частотное представление сигналов; преобразование Фурье, преобразование Хартли; частотный спектр сигнала.

Тема 1.2. Компьютерные методы спектрального анализа.

Содержание темы. Дискретизация; квантование; ряд Котельникова; критерий Найквиста; связь частотного и временного пространств; алиасинг; дискретное преобразование Фурье; быстрое преобразование Фурье; многомерные преобразования; программная реализация быстрого преобразования Фурье.

Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены

Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
1.1	Усвоение теоретического материала по теме	4
1.2	Усвоение теоретического материала по теме	4
1.2	Практическое задание по теме «Формирование биомедицинского сигнала»	3
1.2	Практическое задание по теме «Построение спектра биомедицинского сигнала»	10
1.2	Практическое задание по теме «Построение спектра биомедицинского изображения»	10
1.2	Тестовое задание по модулю 1	1

Раздел 2. Обработка биомедицинских сигналов (36 часов).

Тема 2.1. Математические методы обработки сигналов.

Содержание темы. Преобразование Лапласа; методы расчёта обратного преобразования Лапласа; преобразование Лорана; методы расчёта обратного преобразования Лорана; аналоговая и цифровая фильтрация; передаточная функция; переходная характеристика; импульсная характеристика.

Тема 2.2. Цифровые фильтры.

Содержание темы. Параметры фильтра; КИХ- и БИХ-фильтры; оконные фильтры; фильтр Баттерворта; фильтр Чебышёва; фильтр Кауэра; АЧХ и ФЧХ фильтров; групповая задержка; методы программной реализации цифровых фильтров.

Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены

Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

Самостоятельная работа

Номер темы	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов
2.1	Усвоение теоретического материала по теме	4
2.2	Усвоение теоретического материала по теме	4
2.2	Практическое задание по теме «Формирование биомедицинского сигнала»	3
2.2	Практическое задание по теме «КИХ-фильтры»	10
2.2	Практическое задание по теме «БИХ-фильтры»	10
2.2	Тестовое задание по модулю 2	1

5. Материально-технические условия реализации программы

Компьютер с выходом в интернет, оснащённый микрофоном, функциями воспроизведения аудио- и видеопотоков.

6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Пожар К.В. Сборник задач по дисциплине «Методы обработки биомедицинской информации» [Текст] : Учебное пособие. - М. : МИЭТ, 2022. - 112 с.
2. Пожар К.В. Методы обработки биомедицинской информации [Текст] : Учебное пособие. - М. : МИЭТ, 2021. - 128 с.
3. Калинин М.Т. Цифровая обработка ультразвуковых изображений [Текст] : Компьютерный лабораторный практикум / М.Т. Калинин, М.Н. Рычагов, М.Н. Маслобоев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2021. - 128 с.

4. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" / Ю.Н. Матвеев [и др.]. - СПб.: СПбНИУ ИТМО, 2013. - 166 с. – URL: <http://window.edu.ru/resource/718/79718>
5. Федотов А.А. Введение в цифровую обработку биомедицинских изображений [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Федотов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 108 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112697>
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов [Текст] : Учеб. для вузов / А.Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 751 с.
7. Романовский П.И. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и спецфункции. Преобразование Лапласа [Текст] : Учеб. пособие / П.И. Романовский. - 5-е изд., доп. - М. : Наука, 1973. - 336 с.

7. Методические указания для обучающихся по освоению программы

Практические задания на модуль и подробные методические указания по их выполнению предоставляются слушателям в начале соответствующего модуля. Практические задания выполняются на выбор:

- на языке Python в любом онлайн или устанавливаемом компиляторе, поддерживающем Python версии не ниже 3.0;
- на Matlab-совместимом языке программирования в любом онлайн или устанавливаемом компиляторе.

8. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется в виде тестовых заданий по основным модулям, практических заданий и итогового тестового задания.

Тестовое задание считается выполненным, если доля правильных ответов на вопросы теста составляют не менее 50%.

Практическое задание считается выполненным, если слушателем предоставлен программный код, реализующий описанный в задании функционал.

Слушатель считается аттестованным, если доля правильных ответов на вопросы итогового тестового задания составляет не менее 50 %, а также выполнены тестовые задания по модулями и практические задания.

9. Составители программы

Доцент Института БМС



К.В. Пожар

Согласовано:

Директор ДРОП



Н.Ю. Соколова

Директор Института БМС



С.В. Селищев

Примеры вопросов к тестовым заданиям

1. Какое математическое преобразование применяется для записи передаточной функции цифровых фильтров:
 - а) преобразование Хартли
 - б) преобразование Лорана
 - в) преобразование Фурье
 - г) преобразование Лапласа

2. Какой период имеет функция спектра дискретного сигнала:
 - а) $2\pi/\Delta t$
 - б) $\Delta t/2\pi$
 - в) $\pi/2$
 - г) не является периодической

3. Каким аналоговым фильтром является последовательная RC-цепь, если выходной сигнал снимается с резистора
 - а) фильтром нижних частот 1-го порядка
 - б) фильтром верхних частот 1-го порядка
 - в) фильтром нижних частот 2-го порядка
 - г) фильтром верхних частот 2-го порядка

4. Что из перечисленного не относится к преимуществам цифровых сигналов перед аналоговыми
 - а) возможность регенерации сигнала при ретрансляции
 - б) простота длительного хранения сигнала
 - в) большая точность сигнала
 - г) ограниченность амплитуды

5. С каким шагом следует дискретизовать функцию $\sin(100 \cdot t)$, чтобы её частотный спектр не был искажён
 - а) не более $\pi/100$
 - б) не менее $\pi/100$
 - в) не более $1/200$
 - г) не менее $1/50$

Примеры практических заданий

1. Получить спектр прямоугольной функции

- а) задать и визуализировать прямоугольную функцию на отрезке $[0; 1]$ так, чтобы область нулевых значений составляла 70% от ширины отрезка;
- б) вычислить аналитически фурье-образ заданной функции и визуализировать его квадрат модуля;
- в) программно реализовать алгоритм вычисления дискретного преобразования Фурье заданной функции и визуализировать квадрат модуля полученного спектра;
- г) программно реализовать алгоритм вычисления быстрого преобразования Фурье заданной функции и визуализировать квадрат модуля полученного спектра;
- д) сравнить получившиеся функции и объяснить возникающие различия.

2. Реализовать фильтрацию сигнала фильтром Баттерворта 3-го порядка

- а) считать из данного файла массив отсчётов сигнала;
- б) визуализировать заданный сигнал;
- в) визуализировать спектр сигнала;
- г) подобрать и обосновать параметры фильтра Баттерворта 3-го порядка, реализующего фильтрацию высокочастотного шума;
- д) визуализировать АЧХ и ФЧХ выбранного фильтра;
- е) провести фильтрацию сигнала выбранным фильтром;
- ж) визуализировать отфильтрованный сигнал и его спектр.