

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники».

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по УР

И.Г. Игнатова

2020

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«Разработка персонализированных математических
моделей сердечно-сосудистой системы»**

Программа повышения квалификации разработана в Центре НТИ «Сенсорика»

Москва – 2020

1. Цель реализации программы

Цель реализации программы.

Программа направлена на получение новой компетенции: способность использовать знания о методах построения математических моделей сердечно-сосудистой системы в своей профессиональной деятельности, необходимой для повышения профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации, соответствующей отдельным обобщенным трудовым функциям (ОТФ) профстандарта:

«Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий, (ОТФ В. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения)».

2. Требования к результатам обучения

Формируемая профессиональная компетенция – способен моделировать различные состояния сердечно-сосудистой системы и её взаимодействия с биотехническими сенсорными системами.

Обобщенная трудовая функция: Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем, в том числе биомедицинских сенсорных систем сердечно-сосудистой системы.

Трудовая функция: Проектирование инновационных биотехнических сенсорных систем взаимодействия с сердечно-сосудистой системой.

Трудовые действия: Постановка задач проектирования инновационных биотехнических систем, в том числе биомедицинских сенсорных систем сердечно-сосудистой системы. Проектирование компонентов инновационных биотехнических сенсорных систем взаимодействия с сердечно-сосудистой системой.

В результате освоения данной программы слушатель должен:

знать:

- основные принципы функционирования сенсоров для сердечно-сосудистой системы;
- методы математического моделирования биотехнических сенсорных систем;

уметь:

- использовать полученные знания для математического моделирования взаимодействия биотехнических сенсорных систем с сердечно-сосудистой системой.

иметь практический опыт:

- использования моделей сердечно-сосудистой системы при разработке новых биотехнических сенсорных систем.

3. Содержание программы

**Учебный план
программы повышения квалификации
«Разработка персонализированных математических
моделей сердечно-сосудистой системы»**

Категория слушателей – лица с законченным высшим образованием в области разработки медицинской техники.

Срок обучения -72 часа

Форма обучения – очная.

№ п/п	Наименование разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образова- тельные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самост- оятельн- ая работа	
			Лекции	Практичес- кие и лаборатор- ные занятия		
1.	Основы математического моделирования сердечно-сосудистой системы	12	8	-	4	ЭО (электронный модуль)
2.	Модели сердечно-сосудистой системы	22	16	-	6	ЭО (электронный модуль)
3.	Математические модели сенсорных систем – насосов крови	18	13	-	5	ЭО (электронный модуль)
4.	Модели взаимодействия сердечно-сосудистой системы с сенсорными системами	16	11	-	5	ЭО (электронный модуль)
	Консультации	4	-	-	-	-
	Всего	72	48	-	20	
Итоговая аттестация*		Дифференцированный зачет				

Учебно-тематический план
программы повышения квалификации
«Разработка персонализированных математических
моделей сердечно-сосудистой системы»

№ п/п	Наименование тем разделов / модулей	Всего, час	В том числе			Образовательные технологии, в том числе ЭО и (или) ДОТ
			Аудиторных		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические и лабораторные занятия		
1	Основы математического моделирования сердечно-сосудистой системы	12	8	-	4	ЭО (электронный модуль)
1.1	Виды математических моделей	6	4	-	2	
1.2	Метод электрогидравлической аналогии	6	4	-	2	
2	Модели сердечно-сосудистой системы	22	16	-	6	ЭО (электронный модуль)
2.1	Модель циркуляции одного желудочка сердца	10	8	-	2	
2.2	Модель бивентрикулярного кровообращения	7	5	-	2	
2.3	Модель одножелудочкового кровообращения Фонтена	5	3	-	2	
3	Математические модели сенсорных систем – насосов крови	18	13	-	5	ЭО (электронный модуль)
3.1	Поколения аппаратов вспомогательного	13	10	-	3	

	кровообращения					
3.2	Моделирование роторных насосов крови	5	3	-	2	
4	Модели взаимодействия сердечно-сосудистой системы с сенсорными системами	16	11	-	5	ЭО (электронный модуль)
4.1	Модель взаимодействия кровообращения Фонтена с роторным насосом крови	6	4	-	2	
4.2	Модель взаимодействия кровообращения сердечно-сосудистой системы с роторным насосом крови	10	7	-	3	
	Консультации	4	-	-	-	-
	Всего	72	48	-	20	
Итоговая аттестация*		Дифференцированный зачет				

Календарный учебный график

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

Учебная программа
повышения квалификации
«Разработка персонализированных математических
моделей сердечно-сосудистой системы»

Раздел 1. Основы математического моделирования сердечно-сосудистой системы (12 часов)

Тема 1.1 Виды математических моделей (6 часов)

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Виды моделей: математические, гибридные и физические. Виды математических моделей: нольмерные, одномерные, двухмерные и трехмерные. Артериальная модель Виндкесселя.

Тема 1.2 Метод электрогидравлической аналогии (6 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Электрогидравлическая аналогия. Законы циркуляции сердечно-сосудистой системы. Законы, действующие в электрических цепях. Примеры моделей.

Раздел 2. Модели сердечно-сосудистой системы (22 часа).

Тема 2.1 Модель циркуляции одного желудочка сердца (11 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Метод Эйлера для решения систем ДУ. Эластичность желудочка. Фазы сокращения сердца. Матрицы состояния сердечно-сосудистой системы в различных фазах сердечного цикла.

Тема 2.2 Модель бивентрикулярного кровообращения (6 часов)

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Модель бивентрикулярного кровообращения. Применение модели для моделирования нормального кровообращения, сердечной недостаточности и педиатрического кровообращения.

Тема 2.3 Модель одножелудочкового кровообращения Фонтена (5 часов)

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Одножелудочковое кровообращение. Модель кровообращения Фонтена. Моделирование кровообращения Фонтена.

Раздел 3. Математические модели сенсорных систем – насосов крови (18 часов)

Тема 3.1 Поколения аппаратов вспомогательного кровообращения. (13 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Первое поколение пульсирующих насосов крови. Пульсирующие искусственные сердца. Второе поколение насосов постоянного потока роторного типа. Третье поколение насосов постоянного потока на магнитном подвесе.

Тема 3.2 Моделирование роторных насосов крови (5 часов)

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Математические модели роторных насосов крови. Моделирование расходно-напорных характеристик насоса.

Раздел 4. Модели взаимодействия сердечно-сосудистой системы с сенсорными системами (16 часов)

Тема 4.1. Модель взаимодействия кровообращения Фонтена с роторным насосом крови (6 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Варианты имплантации насоса. Выбор режима работы насоса для кровообращения Фонтена. Моделирование взаимодействия кровообращения Фонтена с АВК «Спутник» детский.

Тема 4.2. Модель взаимодействия кровообращения сердечно-сосудистой системы с роторным насосом крови (10 часов).

Вопросы, раскрывающие содержание темы:

Моделирование взаимодействия циркуляции одного желудочка с аппаратом вспомогательного кровообращения постоянного потока «Спутник». Моделирование взаимодействия АВК «Спутник» с бивентрикулярным кровообращением при левожелудочковой сердечной недостаточности.

Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Аудитория 4125	лекции	компьютер, мультимедийный проектор, экран

5. Учебно-методическое обеспечение программы

Раздел 1,2

1. Guyton and Hall. Textbook of Medical Physiology – Saunders Elsevier: 2011. –Р. 1112.
2. Пименов В.Г., Ложников А.Б.. Численные методы: в 2 ч. Ч. 2 // Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та. – 2014. – 106 с.
3. Мышенков В.И., Мышенков Е.В. Численные методы. Ч. 2. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений // М.:МГУЛ. – 2005. – 109 с.

6. Оценка качества усвоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется в виде междисциплинарного дифференцированного зачета на основе пятибалльной системы оценок по основным модулям и вопросам программы. При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Объем правильных ответов на контрольные вопросы	Оценка
Менее 50% вопросов	2
50 – 69% вопросов	3
70 – 85% вопросов	4
86-100% вопросов	5

Перечень вопросов в разрезе модулей, выносимых на междисциплинарный зачет, приведен в приложении 1.

Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (3, 4 или 5) по всем разделам программы, выносимым на зачет.

7. Составители программы

Составители программы:

Старший научный сотрудник
НОЦ БМС Центра НТИ Сенсорика

Д.В. Тельшев

Инженер
НОЦ БМС Центра НТИ Сенсорика

Е.Н. Рубцова

Согласовано: Директор ДРОП

Н.Ю. Соколова

Приложение 1.

Перечень вопросов для зачета.

1. Виды математических моделей, особенности и возможности применения.
2. Метод электрогидравлической аналогии: основные величины, законы.
3. Представление одного круга кровообращения в виде электрической схемы.
4. Метод Эйлера обобщённый для системы дифференциальных уравнений.
5. Закон Франка-Старлинга.
6. Закон Барорефлекса.
7. Сердечная недостаточность – характерные особенности.
8. Педиатрическое кровообращение – характерные особенности.
9. Принципиальные особенности различных поколений аппаратов вспомогательного кровообращения.
10. Полностью искусственные сердца.
11. Роторные насосы крови, основные характеристики.
12. Изменения, вносимые АВК при имплантации при недостаточности левого желудочка.
13. Математические модели роторных насосов крови.
14. Кровообращение Фонтена. История открытия.
15. Варианты имплантации АВК для поддержки кровообращения Фонтена.
16. Изменения, вносимые АВК при имплантации в одножелудочковое кровообращение.